

ECOTECHS'2011

XTREM : plateforme technologique pour la mesure à haute résolution des précipitations.

Guillaume Mioche^{(1)*}, Hervé Venzac⁽²⁾, Joël Van Baëlen⁽¹⁾, Emmanuel Buisson⁽²⁾

⁽¹⁾ Laboratoire de Météorologie Physique, UMR 6016 CNRS/UBP, 24 av. des Landais, BP80026, 63171 Aubière Cedex

⁽²⁾ Weather Measures, 6 allée Alan Turing 63175 Aubière Cedex

* contact: e-mail : g.mioche@opgc.univ-bpclermont.fr ; tel. : 04 73 40 73 63

Mots clés : précipitations, radar, surveillance, inondations, prévention, gestion de l'eau, gestion du risque

Résumé : La plateforme XTREM est un projet technologique innovant développé en collaboration entre le Laboratoire de Météorologie Physique de Clermont-Ferrand et la société Weather Measures pour l'analyse à haute résolution, la surveillance et la prévision des précipitations. A partir des mesures d'un radar en bande X, les précipitations sont détectées dans un rayon d'environ 20 km, à une résolution spatiale inférieure à 100 m et une résolution temporelle inférieure à 1 minute. Les quantités de précipitations (cumuls et intensité) sont estimées et la surveillance de zones vulnérables (bassins versants, zones inondables...) peut être réalisée.

XTREM est un outil dédié à la gestion des ressources en eau et la gestion du risque inondation et trouve de nombreuses applications dans les domaines de l'hydrologie, de la protection civile, l'urbanisme, l'agriculture, l'évènementiel...

Introduction

Depuis plusieurs années, la question des ressources en eau (pénuries ou ressources disponibles pour l'industrie et l'agriculture par exemple) ainsi que l'augmentation de la fréquence des événements météorologiques extrêmes et leurs conséquences importantes sur les activités humaines voire sur les vies elles-mêmes (inondations, glissements de terrain...) sont au premier plan. Ces problématiques ont conduit les décideurs au développement de nouveaux outils dédiés à la gestion des ressources en eau et à la gestion du risque lié aux aléas climatiques. Parmi les ressources en eau, les précipitations sont l'une des plus importantes. Il est par conséquent essentiel de pouvoir les quantifier avec précision et déterminer leur étendue spatiale et temporelle afin de gérer leur utilisation et leurs conséquences (réservoirs, irrigation, inondations, prévision...).

Ainsi, la demande d'estimation quantitative des précipitations (QPE) à haute résolution sur des zones locales est en augmentation depuis plusieurs années.

Pour assurer une mesure précise des précipitations, des techniques de mesure basées sur la télédétection et en particulier à partir de radars météorologiques, ont été développées. Offrant des mesures en continu et spatialement très étendues, le radar est devenu aujourd'hui un outil privilégié pour surveiller les précipitations et étudier les ressources en eau, comblant ainsi les lacunes des mesures ponctuelles des pluviomètres.

L'objet de cet article est de présenter le projet technologique innovant XTREM (X-band radar and operational platform for high Resolution precipitation Monitoring and forecasting) qui est une plateforme opérationnelle de mesures à haute résolution des précipitations à partir d'un radar en bande X, dédiée à la surveillance des précipitations et à l'aide à la décision en matière de gestion des risques environnementaux.

Dans cet article, les caractéristiques techniques et les fonctionnalités de la plateforme XTREM et de ses capteurs seront tout d'abord décrits, puis quelques résultats seront présentés.

Instrumentation

L'objectif de la plateforme XTREM est, à travers la surveillance des précipitations sur une zone vulnérable à partir d'un radar en bande X, d'anticiper, de prévoir, et de quantifier les hauteurs d'eau sur chaque zones et points vulnérables, et d'être un outil d'aide à la décision dans le domaine de la gestion du risque lié aux précipitations, ainsi que d'établir des bases de données pluviométriques sur les zones concernées.

Radar bande X :

Le radar en bande X (figure 1) représente l'instrument principal de la plateforme XTREM. Son coût relativement peu élevé en fait un instrument abordable. C'est un radar à impulsion qui envoie une onde électromagnétique ($\lambda=3.2$ cm) et qui enregistre la partie de cette onde rétrodiffusée par les précipitations. Grâce à ses caractéristiques techniques, un tel radar est capable de mesurer les précipitations à une portée d'environ 20 km, avec une haute résolution spatiale (60m) et temporelle (< 1 minute) sur des régions locales (quelques km²), en temps réel et en continu. Ses dimensions et son poids faibles facilitent sa mobilité, et en font un outil particulièrement adapté en zones urbaines ou dans des régions d'orographie complexe où les radars « régionaux » auront une couverture limitée. C'est un outil adapté pour des campagnes de mesures ponctuelles (agriculture, événementiel par exemple), mais il peut aussi être déployé pour des mesures à long terme (étude des précipitations d'une communauté de communes sur plusieurs années par exemple). La mesure brute du radar est la réflectivité (Z) (puissance retournée par les gouttes de pluie) qui est ensuite convertie en taux de précipitations (R) selon diverses hypothèses et traitements (calcul de l'atténuation, lois de conversion Z-R...)



Figure 1: le radar en bande X de la plateforme XTREM

Instruments annexes :

La mesure radar est donc une mesure indirecte qui nécessite des algorithmes d'inversion pour déterminer les produits restitués et nécessite des outils pour s'assurer de la qualité de ces restitutions. C'est pourquoi la plateforme XTREM permet d'intégrer des instruments supplémentaires dédiés à la mesure des précipitations : pluviomètres, débitmètres....

Mise en œuvre de la plateforme et fonctionnalités :

Les solutions logicielles et les fonctionnalités offertes à l'utilisateur de la plateforme sont:

1) un mode « temps réel » qui fournit les informations essentielles pour la surveillance de zones vulnérables (bassins versants, domaines agricoles, localité d'une manifestation culturelle ou sportive) afin d'anticiper les risques liées aux précipitations. Ces informations comprennent :

- la mesure brute de réflectivité radar
- l'estimation de la hauteur d'eau et du cumul de précipitations sur toute la zone radar, sur les zones définies ou sur des points précis,
- l'intégration d'un réseau de pluviomètres existant,
- la comparaison de la lame d'eau radar estimée avec les mesures d'un réseau de pluviomètres (taux de précipitation et cumuls sur diverses échéances courtes)
- la définition de seuils d'alertes sur les zones et points définis par l'utilisateur,
- la prévision immédiate (nowcasting) des précipitations : localisation et intensité.

2) un mode « analyse » qui met à disposition des outils scientifiques adaptés pour réaliser une étude détaillée :

- d'un événement pluvieux particulier,
 - des précipitations sur une période et une zone données,
- afin de mieux comprendre *a posteriori* les précipitations et de gérer les ressources en eau sur un territoire défini.

Dans ce mode, l'utilisateur a la possibilité de sélectionner l'ensemble des paramètres d'extraction (résolution temporelle, calcul de l'atténuation, loi de conversion Z-R...)

3) une gestion complète des options et paramètres:

- définition des zones et points vulnérables à surveiller
- définition des seuils d'alerte en termes d'intensité et de cumul de précipitations,
- choix des paramètres d'analyse.

Résultats

Dans cette communication, nous présenterons les fonctionnalités de la plateforme XTREM à partir d'événements pluvieux observés dans le bassin de la région clermontoise (simulation des observations temps réel et résultats d'analyse)

Mode « Temps Réel » :

La figure 2 présente l'interface générale de la plateforme en mode temps réel pour l'épisode pluvieux du 13 Juillet 2011 observé dans la région clermontoise.

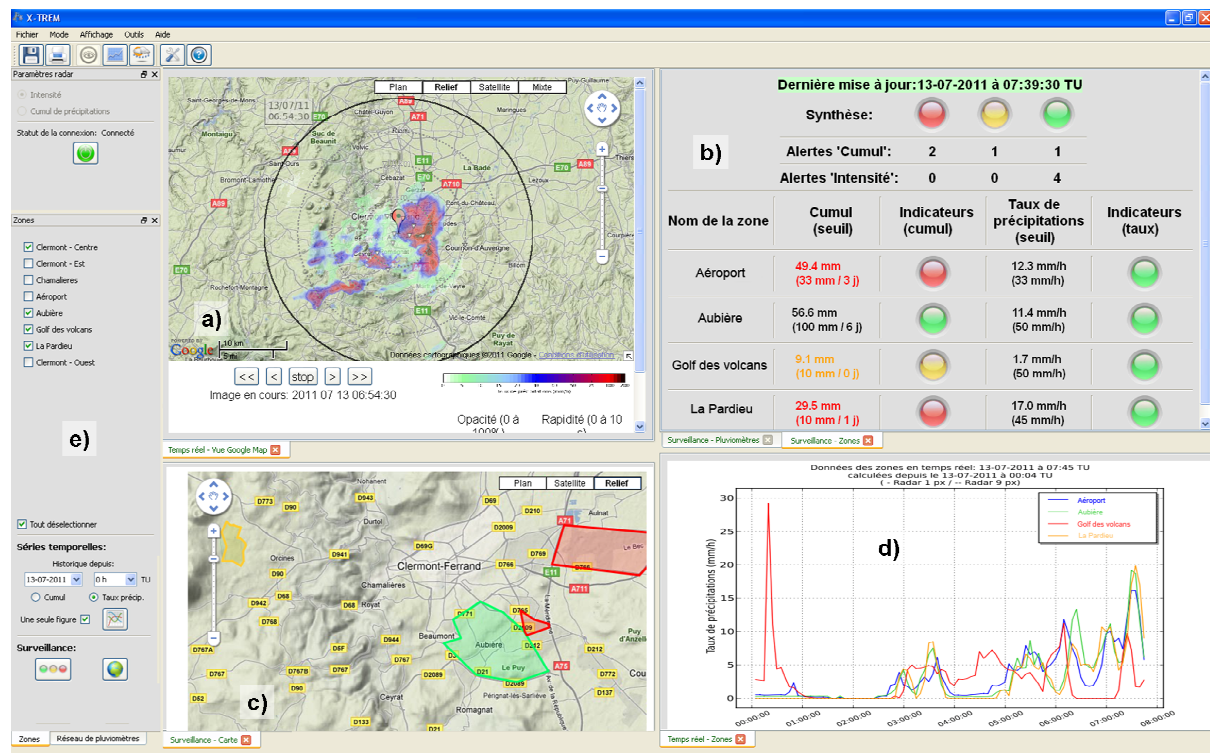


Figure 2 : Vue d'ensemble du logiciel de la plateforme XTREM: a) Carte d'intensité des précipitations; b) tableau résumant les niveaux d'alertes des zones sélectionnées; c) affichage des niveaux d'alerte des zones sur la carte; d) intensité des précipitations (mm/h) pour les quatre zones définies par l'utilisateur; e) sélection des paramètres.

Pendant cet épisode de précipitations, l'utilisateur a accès en continu à la carte générale des précipitations (2a) afin de localiser précisément celles-ci. Trois niveaux d'alertes permettent également d'informer les usagers sur les zones et points vulnérables. La figure 2 présente ainsi (2b et 2c) l'état d'alerte de quatre zones dénommées « Aéroport », « Aubière », « Golf des Volcans » et « La Pardieu » qui ont été définies par l'utilisateur. Par exemple, lors de cet événement, les cumuls de précipitations estimés par le radar dans les zones « Aéroport » et « La Pardieu » sont respectivement 49.4 et 29.5 mm et ont dépassé les seuils d'alerte de cumul (33 mm et 10 mm).

L'utilisateur a enfin la possibilité de tracer à la demande les séries temporelles des précipitations à partir d'une date donnée. La figure 2d représente par exemple la série temporelle de l'intensité (mm/h) des précipitations des quatre zones à partir de minuit et permet d'obtenir l'historique des précipitations sur chaque zone.

La sélection des paramètres s'effectue grâce à une interface conviviale (figure 2e).

Mode « Analyse » :

Le mode « Analyse » de la plateforme permet d'étudier les ressources en eau sur des zones définies comme des bassins versants par exemple.

Le 11 Mai 2011 un évènement de précipitations intenses et très localisées est survenu dans la région de Clermont-Ferrand (un maximum d'intensité de 50 mm/h a été mesuré en temps réel par le radar), La plateforme permet ainsi de connaître l'intensité et le cumul de ces précipitations sur les bassins versants de la région clermontoise.

Pour exemple, les figures 3a et 3b représentent respectivement le cumul et l'intensité sur quatre zones (Clermont-Ouest, Clermont-Est, Clermont-Centre et Aubière) que l'on pourrait identifier à des bassins versants.

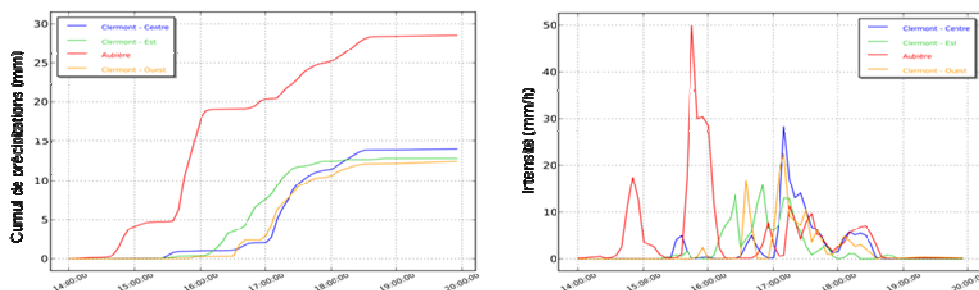


Figure 3 : a) série temporelle du cumul des précipitations ; b) série temporelle de l'intensité des précipitations sur quatre zones.

Ces figures permettent de conclure que l'évènement pluvieux est apparu en premier sur la zone « Aubière », avec presque deux heures d'avance sur les autres zones, et avec également une intensité beaucoup plus importante : jusqu'à 50 mm/h, alors que les autres zones ont subi des précipitations d'intensité inférieure à 30 mm/h. Le cumul atteint 28 mm pour la zone « Aubière », alors qu'il ne dépasse pas 15 mm dans les autres zones.

Ces résultats, appliqués sur des périodes plus longues (jusqu'à plusieurs années) permettent un suivi à long terme des ressources en eau sur un territoire.

Les suivis des précipitations dans le temps pourront également être couplés à des modèles agro-météorologiques ou hydrologiques pour appréhender les précipitations dans les bassins versants et bassins urbains.

Conclusion

La plateforme XTREM est un outil dédié à la surveillance des précipitations, avec des applications dans des domaines tels que les ressources en eau, la gestion du risque inondation, l'agriculture, l'hydrologie ou l'évènementiel...

A partir d'un radar en bande X, les précipitations sont mesurées à haute résolution spatiale (environ 100 m) et temporelle (~ 1 minute), ce qui permet de suivre avec précision en temps réel ou en différé des zones vulnérables tels que des bassins versants, zones inondables, etc... Cette plateforme peut intégrer d'autres capteurs dédiés à la mesure des précipitations (réseaux de pluviomètres, débitmètres...), et d'autres fonctionnalités (prévisions à court terme, modèle hydrologique simple...).

Remerciements

La plateforme XTREM est un projet en partenariat entre le laboratoire de Météorologie Physique de Clermont-Ferrand (Unité Mixte de Recherche CNRS/Université Blaise Pascal) et la PME clermontoise Weather Measures. Ce projet est soutenu par le Fond Européen de Développement Régional (FEDER), le Conseil Régional d'Auvergne, Clermont Communauté et l'Université Blaise Pascal.

