

LE DEVELOPPEMENT DE L'UTILISATION DES INFORMATIONS RADAR A NANCY : UN EXEMPLE DE DIALOGUE CONTINU ENTRE CHERCHEURS, DEVELOPPEURS ET UTILISATEURS.

Dominique FAURE*
NANC.I.E.
Pierre AUCHET
Communauté Urbaine du Grand Nancy

RESUME

En 1994 le développement d'un système original d'exploitation des données radar pour l'hydrologie est décidé à Nancy. Ce système, conçu dès le départ pour avoir un double objectif (de recherche et opérationnel), a été l'occasion d'un échange continu entre chercheurs et utilisateurs. Cette communication retrace les conditions de développement de ce système et tente de dégager les éléments qui ont favorisé ce dialogue. Elle expose également la double influence qui en a résulté :

- l'influence des besoins opérationnels sur les thèmes d'études et de recherches;*
- l'influence des résultats de recherche sur les ambitions et les pratiques opérationnelles.*

Enfin, elle souligne l'importance des structures spécialisées dans le transfert de savoir faire (opérateurs ou organismes de transfert), en tant que relais entre chercheurs et utilisateurs.

ABSTRACT

In 1994 the development of an original operating system of radar data for hydrology was decided in Nancy. This system, conceived to have a double objective (for research and operational process), has been the occasion of a continuous exchange between users and researchers. This paper presents the development's conditions of this system and highlights the elements which assisted these exchanges. It exposes the double influence which has resulted from these conditions:

- the influence of the operational requirements on topics for studies and research;*
- the influence of research results on the operational ambitions and practices.*

In conclusion, this paper emphasises the importance of organisations specialised in the transfer of know-how (operators and transfer organisations) as relay between researchers and users.

I. CONTEXTE HISTORIQUE

L'utilisation des images radar par la Communauté Urbaine du Grand Nancy a été initiée par les travaux d'un groupe de travail appelé "Gestion Automatisée d'un réseau d'assainissement"¹. Constitué en 1985 à l'initiative du District Urbain de Nancy, il regroupait plusieurs partenaires publics et privés autour d'un thème commun : l'amélioration des connaissances et des outils pour la gestion d'un réseau d'assainissement urbain. Ce thème a constitué un axe fort de développement du Pôle de l'Eau de Nancy, en particulier dans le domaine de la Métrologie : de nombreux bancs d'essais de capteurs ont vu le jour sous la responsabilité d'un service spécialisé de la Communauté Urbaine (le service "Métrologie"), et en 1988 fut créé le GIP pour l'Evaluation des Mesures et des Composants en Eau et Assainissement (GEMCEA).

* Auteur : D. FAURE - ✉ ALICIME, 541 rue des grillons, 69 400 Gleizé, France - ✉ dfaure.alicime@wanadoo.fr
Publié dans La Houille Blanche N°2 - 2002, ISSN 0018-6368.

En 1994 les thèmes d'études et de recherches de ce groupe de travail se sont orientés vers la réduction des déversements de pollution par temps de pluie dans le milieu naturel, grâce à une optimisation de la gestion des réseaux d'assainissement unitaires. L'information radar est alors apparue comme un moyen sans équivalent d'anticiper sur des décisions de gestion parfois difficiles à prendre en temps réel.

Après avoir considéré les outils existants de traitement opérationnel d'images radar, il fut décidé de développer une nouvelle application qui serait ainsi totalement maîtrisée, en s'appuyant sur les compétences développées au sein du Laboratoire Central des Ponts et Chaussées¹. La conception et le développement de cette application furent confiés à l'auteur de cet article au sein de NANCIE.

II. LA CONCEPTION DU SYSTEME D'EXPLOITATION DES DONNEES RADAR

L'application fut prévue dès le départ pour avoir un double objectif : d'une part s'intégrer naturellement dans les outils quotidiens des services de Gestion Technique Centralisée de la Communauté Urbaine, et répondre ainsi aux besoins opérationnels; d'autre part permettre des études sur des thèmes appliqués, et faciliter le transfert de résultats de recherche vers l'application opérationnelle.

II.1 L'intégration dans les outils de l'utilisateur

Le traitement des données radar est implanté sur un micro-ordinateur de type PC qui réceptionne toutes les cinq minutes une image en provenance du radar local de Météo-France². Ce traitement est effectué de manière entièrement automatisée sur ce micro-ordinateur, puis les résultats (images traitées, alarmes, informations diverses, prévisions) sont transmis à l'application principale de télégestion de la Communauté Urbaine. Cette application de télégestion traite en temps réel l'ensemble des informations provenant de plusieurs centaines de capteurs, et gère l'affichage des indications utiles pour le contrôle et le pilotage des installations du système d'assainissement³ de l'agglomération. Le personnel en poste pour la surveillance du réseau d'assainissement peut ainsi avoir accès à toutes les informations provenant du radar par l'intermédiaire de ses écrans de visualisation habituels, et par le « fil de l'eau » qui liste l'ensemble des alarmes et des signalisations en provenance des différents capteurs (photo 1).

Pour sensibiliser le personnel utilisateur aux limites de la mesure de pluie par radar, et à la bonne interprétation des informations fournies, une information continue et progressive a été préférée à une formation initiale plus complète. Cette progressivité a favorisé l'appropriation de ce nouveau capteur par chacun des utilisateurs. Les limites d'utilisation et les incertitudes sont également rappelées par l'affichage graphique des informations provenant du radar.

II.2 Pour favoriser le transfert des résultats de recherche vers l'application

Le développement de cette application opérationnelle d'exploitation d'images radar était l'occasion de tester en grandeur réelle un certain nombre de conceptions fondées sur des résultats de travaux de recherche antérieurs. L'application opérationnelle a donc été conçue avec une structure ouverte composée de modules complémentaires mais pouvant fonctionner indépendamment. Cette structure permet très facilement de retirer certains modules ou d'intégrer de nouveaux traitements sans perturber le fonctionnement de l'ensemble de l'application.

¹ Les Maîtres d'ouvrage du groupe "Gestion Automatisée" étaient : la Communauté Urbaine du grand Nancy, NANCIE, le Laboratoire Central des Ponts et Chaussées (Centre de Nantes), Anjou-Recherche, l'Agence de l'Eau Rhin Meuse.

² Radar 5 cm de Réchicourt-La-Petite appartenant au réseau ARAMIS.

³ Elle gère également les informations utiles à la gestion du réseau de distribution d'eau potable.

Parallèlement, un simulateur du système opérationnel a été développé. Il permet de reproduire exactement les conditions de fonctionnement en temps réel à partir de données d'archives. Ce simulateur a été utilisé dans de nombreuses études appliquées afin de mettre au point des traitements d'images radar qui ont ensuite pu être intégrés directement dans l'application opérationnelle.



Photo 1 : Centre de télégestion de la Communauté Urbaine du Grand Nancy. Les informations provenant du radar modifient l'affichage des écrans de télésurveillance ou le fil de l'eau.

III. EVOLUTION ET RETOUR D'EXPERIENCE

Les images radar sont réceptionnées depuis mars 1995 et l'outil mis en place a évolué en fonction des besoins opérationnels ou des résultats de recherche. Il a été le support d'une passerelle permanente à double sens de circulation entre recherche appliquée et application opérationnelle.

III.1 L'évolution de l'application et des échanges entre recherche et application

Initialement, cette passerelle a favorisé le transfert de résultats de recherches antérieures vers l'application. Le premier transfert concerna la définition d'une méthode objective pour comparer en temps réel les estimations de pluie par radar et les mesures effectuées au sol par le réseau de 24 pluviomètres de la Communauté Urbaine [1, 2]. Le transfert d'autres résultats de recherche a néanmoins été limité par les potentialités des données radar disponibles.

Les échanges se sont alors équilibrés, et les besoins opérationnels ont été à l'origine de sujets d'études très appliquées [3 - 6] qui ont progressivement fait évoluer les conceptions initiales. Cela a été le cas concernant l'intérêt d'exploiter une information uniquement qualitative sur la situation pluvieuse, souvent suffisante pour répondre à de nombreux besoins concrets. Cela a également orienté les recherches actuelles vers l'utilisation de la notion de risque, et vers la reconnaissance en temps réel de structures caractéristiques de situations données (reconnaissance automatique d'un type de pluie, description des cellules intenses, estimation d'un risque hydrologique).

Les contraintes du fonctionnement opérationnel ont également eu un impact non négligeable sur la manière de juger certains résultats de recherche sur de nouveaux traitements, notamment concernant

leur robustesse. Elles ont conduit à privilégier les méthodes produisant des résultats robustes, plutôt que la performance pure de méthodes aux résultats moins constants.

L'application opérationnelle actuelle comporte une succession de traitements complémentaires (figure 1). Ces traitements concernent aussi bien l'exploitation d'une information qualitative sur la situation pluvieuse, que l'exploitation d'une estimation quantitative des intensités pluvieuses.

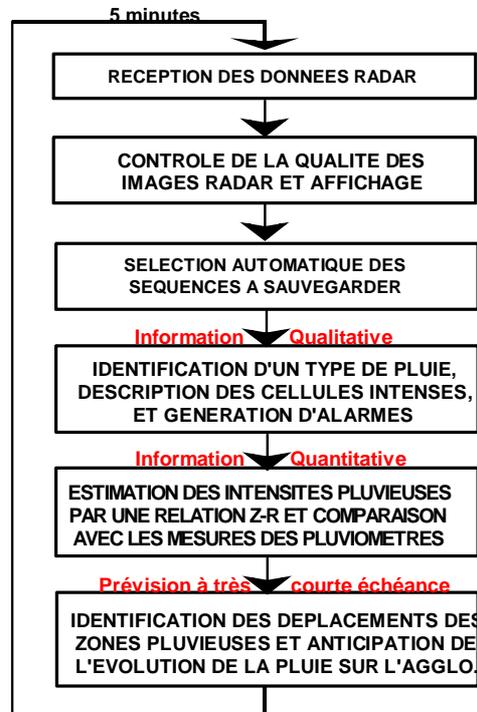


Figure 1 : Organigramme des traitements réalisés sur les images réceptionnées toutes les cinq minutes.

III.2 Le retour d'expérience

Ce retour d'expérience a pu intégrer les remarques du personnel de surveillance de la Communauté Urbaine. Celles ci ont présenté un intérêt évident sur l'interface homme/machine, mais également sur des aspects concernant l'efficacité des traitements proposés, ou l'observation des phénomènes pluvieux eux mêmes. La présence d'un observateur en continu (24h/24h) est en effet bénéfique pour identifier certains phénomènes rares, ou pour confirmer la robustesse des traitements mis en oeuvre.

La visualisation et la critique systématique a posteriori de centaines de séquences pluvieuses, ont également permis de bien identifier les principales sources d'erreur de la mesure de pluie pour ce radar :

- Une évolution importante de la mesure avec la distance en hivers, lors de profils verticaux de réflectivité radar très variables.
- Une atténuation très importante en arrière des cellules pluvieuses les plus intenses.
- Un phénomène d'atténuation globale de la mesure radar lors de pluies directes sur le radar. Une campagne de mesure spécifique réalisée en 1998⁴ a permis de confirmer ce phénomène et de révéler qu'il pouvait être non négligeable y compris pour des précipitations de faibles intensités [7].

⁴ Réalisée en collaboration par NANCIE, la Communauté Urbaine du Grand Nancy, et le bureau départemental de Météo-France.

Malgré ces sources d'erreur, il semble désormais difficile aux services techniques de la Communauté Urbaine du Grand Nancy de se passer de l'information radar. Le tableau 1 dresse un panorama de cette utilisation opérationnelle à travers des exemples concrets de pratiques actuelles. Il apparaît que de 1995 à 2001 les estimations quantitatives ou les prévisions de lames d'eau en mm n'ont pas été réellement exploitées. Ce peu d'utilisation était justifié par :

- le manque de fiabilité des estimations de lames d'eau sur les très petites surfaces urbaines (un pixel radar représente 1 km²), combiné avec la variabilité importante des coefficients d'apport des relations pluie-débit.
- L'impossibilité de contrôler les estimations radar de lames d'eau avant l'arrivée de la pluie sur le réseau pluviométrique de l'agglomération.
- L'échéance très réduite autorisée pour des prévisions quantitatives en cas de pluies présentant un caractère orageux.
- La nécessité de ramener les valeurs quantitatives (lames d'eau, débits) à une notion de "risque hydrologique" pour assister la prise de décision par un opérateur humain : à l'utilisation de seuils sur ces valeurs quantitatives, une identification spécifique des situations à risque a été privilégiée à Nancy.

L'utilisation des prévisions de lames d'eau est pourtant envisagée pour optimiser la gestion du réseau d'assainissement unitaire du bassin versant de Boudonville. Elles présentent un intérêt pour la coordination des ressources complémentaires que constituent plusieurs ouvrages : le bassin de traitement en ligne des effluents de temps de pluie Charles Keller, le bassin de stockage-décantation Gentilly, et les bassins de simple stockage-laminage "Boudonville", "Vologne" et "Haut du Lièvre". L'utilisation des prévisions de lames d'eau par radar sera néanmoins limitée aux événements pluvieux d'intensités relativement faibles et peu variables, la gestion des situations à risques restant basée sur la notion d'alarmes et de scénarios d'actions pré-définis [8].

Utilisation opérationnelle actuelle	Depuis	Traitement mis en oeuvre
Expertise des situations pluvieuses extrêmes et/ou ayant causé des dégâts	1995	(Analyse en temps différé)
Sécurité des chantiers et des équipes techniques intervenant dans les réseaux	1996	Prévision pluie/non pluie
Mise en "alerte d'orage" de différents services	1997	Identification automatique d'un type de pluie
Gestion du bassin de stockage-décantation Gentilly enterré en zone urbaine	2000	Extraction de cellules intenses et alertes graduées de "risque hydrologique"
Utilisation opérationnelle future	A partir de	Traitement mis en oeuvre
Optimiser le rapport coût/efficacité de production de réactifs dans le bassin de dépollution Charles Keller	bassin en construction	Prévision du début de pluie, et confirmation de fin de pluie
Optimiser le stockage et le traitement des eaux résiduaires lors de pluie courantes sur le bassin versant de Boudonville	après 2001	Prévision de lames d'eau au sol et de cumuls en mm

Tableau 1 : exemples concrets de pratiques actuelles et futures

IV. CONCLUSION

Le système d'exploitation d'images radar développé à Nancy est aujourd'hui à la fois un système opérationnel exploité quotidiennement par les services techniques de la Communauté Urbaine du Grand Nancy, et une base de test en situation opérationnelle pour de nouveaux développements issus

de travaux de recherche. Il a été l'occasion d'un échange constant entre chercheurs et utilisateurs. Ce résultat est lié au concours de plusieurs éléments qui l'ont favorisé :

- l'existence d'un groupe de travail actif qui réunissait autour d'un thème de travail commun l'ensemble des acteurs impliqués dans cette action;
- la présence locale d'un organisme spécialisé dans le montage et la gestion de projets de transfert des connaissances (NANCIE);
- le rassemblement dans un même bâtiment, du spécialiste issu de la recherche chargé du développement de ce système, et du service opérationnel utilisateur final de l'information radar.

A l'heure où l'on s'interroge sur l'écart entre les connaissances et les techniques de la recherche d'une part, et les applications opérationnelles d'autre part, il nous a semblé intéressant de dresser également une liste de facteurs qui ont contribué à freiner le transfert à Nancy de résultats de recherche existants. On note :

- les potentialités des données radar disponibles de manière opérationnelle;
- les contraintes liées à l'utilisation en temps réel, et notamment la difficulté d'obtenir toutes les données nécessaires à la mise en œuvre de certains traitements développés en recherche;
- le manque de robustesse de certains de ces traitements et surtout l'absence de qualification automatique de leur fiabilité;
- l'écart qui peut parfois exister entre les besoins pratiques des utilisateurs et les questions traitées par les chercheurs.

A la mesure de notre expérience, il semble qu'un moteur essentiel au transfert de savoir faire puisse être l'action d'acteurs spécialisés (opérateurs, prestataires ou organismes de transfert) en tant que relais entre chercheurs et utilisateurs. Un second moteur peut être mis en œuvre par la réalisation de programmes de travail fédérateurs, orientés spécifiquement vers ce transfert de savoir faire de la recherche à la pratique.

REMERCIEMENTS

Nous voudrions souligner ici l'ensemble du travail du groupe Gestion Automatisée, et le soutien constant et important de la Communauté Urbaine du Grand Nancy à tous les développements entrepris depuis 1995 dans le domaine de l'hydrologie radar à Nancy.

V. BIBLIOGRAPHIE

- [1] D. Faure, H. Andrieu, J.D. Creutin, *Application à l'hydrologie du radar météorologique. Comparaison d'estimations radar et pluviométriques pour des lames d'eau horaires sur de petits bassins versants Cévenols*, Collection Etudes et Recherches des Laboratoires des Ponts et Chaussées, série environnement et génie urbain n° EG11, ISSN 1157-3988, Février 1994, 310p.
- [2] D. Faure, P. Auchet, *Radar measurement of rainfall in real time and objective control of the adjustment by rain gauge data*, seventh ICUSD, 9-13 September 1996, Hanover/Germany, proceedings vol. I, pp. 205-210.
- [3] V. Tscheiller, *Caractérisation automatique du contenu des images d'un radar météorologique*, rapport de stage de fin d'étude d'ingénieur, Ecole Supérieure des Sciences et Technologies de l'Ingénieur de Nancy (ESSTIN), 50 p., 1996.
- [4] F. Lapuyade, *Corrélations spatio-temporelles entre mesures radar et pluviométriques sur l'agglomération Nancéienne*, rapport de stage de fin d'étude d'ingénieur, Ecole Normale Supérieure de Géologie, INPL, 72 p., juin 1997.
- [5] L. Torlay, *Définition de nouveaux critères qualifiant le contenu d'images radar météorologique*, rapport de stage de fin d'études d'ingénieur, Ecole Nationale Supérieure de Physique de Strasbourg, 70p., 1998.
- [6] D. Faure, R. Mathurin, *Prévision de l'évolution des précipitations pour l'optimisation de la gestion d'un réseau d'assainissement urbain*, Atelier "Utilisation des Radars Météorologiques pour l'Annonce des Crues et la Gestion

des Réseaux d'Assainissement", Ministère de l'Environnement et Météo-France, Toulouse-Météopole, 15-16 mars 2001, actes pp. 4-15.

- [7] D. Faure, P. Achet, E. Engasser, *Attenuation caused by direct rainfall on a C band radar : 1998 campaign of measurements in Nancy*, Third International Workshop on Rainfall in Urban Areas, Pontresina, December 2000.
- [8] D. Faure, P. Achet, O. Payraastre, (2002) *Management of a detention-settling basin using radar data and risk notion*, Water Science & Technology, Vol. 45, issue 2.