

Intérêt technique et économique des radars d'investigation des précipitations en matière d'assainissement urbain

Technical and economical advantages of radar used to investigate precipitation in connection with urban sewerage system

G. Jacquet

CERGRENE

A. Bachoc

D.D.E. Seine Saint-Denis

J. Chéron

Service Technique de l'Urbanisme

L. Herremans

D.D.E. Val de Marne

Une extension de l'utilisation du radar dans les services d'assainissement dépendra des améliorations que pourra apporter cet outil à ce service public. L'intérêt récent qu'il suscite est lié à l'émergence des nouveaux objectifs d'assainissement par temps de pluie. Ils n'ont été officiellement précisés qu'en juin 1977 par l'instruction technique interministérielle :

“Les eaux pluviales doivent être évacuées pour limiter la subversion des zones urbanisées, mais les eaux rejetées (dont les eaux pluviales sont susceptibles d'acheminer un poids important de pollution) doivent satisfaire aux objectifs de qualité des milieux naturels récepteurs”.

1. Les besoins en assainissement

Pour satisfaire ces objectifs, une panoplie de dispositifs vient compléter l'ouvrage traditionnel : le collecteur— :

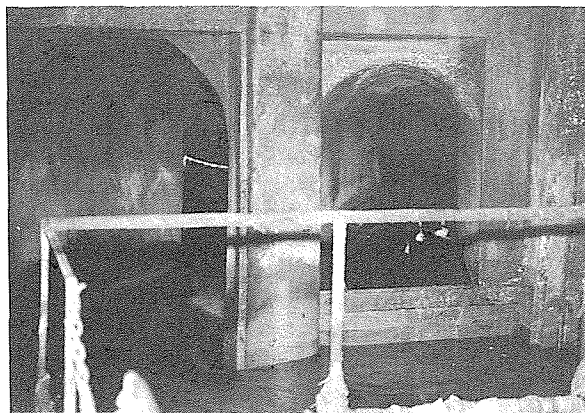


Figure 1 — Collecteur profond de Fresnes Choisy dans le Val de Marne — Chambre de l'Avenue de la Liberté Noeud-48 Fresnes — A gauche : Départ vers l'EU profond, 2,00/2,10 m — par saut de ski. A droite : Départ vers l'ouvrage unitaire — 1,90/1 m.

— bassin de retenue, collecteurs profonds de délestage, stations de crue, vont réduire la fréquence des débordements.

— déversoirs d'orage à débit modulable, ouvrages de traitement des eaux déversées, . . . vont limiter l'impact des pollutions rejetées par temps de pluie.

Or, ces dispositifs peuvent être équipés d'organes réglables de contrôle des écoulements (seuils déversants, vannes, siphons).

Mais en général, ce réglage ne peut être changé en fonction de l'importance de la pluie (volume à évacuer, charge polluante transportée), car l'accès à ces dispositifs est rarement possible par temps de pluie, et, s'il l'est, le caractère soudain et aléatoire d'une crue empêche l'organisation d'un changement de réglage en cours de crue.

1.1. Les premiers progrès sur la connaissance de la pluie par les réseaux de mesure

En dépit de la précision des objectifs, et malgré l'extension des moyens disponibles, l'exploitant du réseau d'assainissement continue à éprouver des difficultés à déterminer son action par temps de pluie ; les raisons principales paraissent en être :

— la méconnaissance des causes de débordement au cours d'une pluie : faut-il incriminer l'importance de la pluie, largement supérieure à celle prévue dans le projet ? Faut-il rechercher la présence de débris (“les batards”) s'agglomérant pour créer des bouchons, ou celle d'une restriction de capacité due à des travaux en cours ? Faut-il accuser des malfaçons locales (bouches d'engouffrement ou branchements de riverains non conformes) ?

— le manque d'information sur les déversements au milieu naturel par collecteurs séparatifs ou déversoirs d'orage.

Pour compléter son information, l'exploitant a recours à des enquêtes sur le terrain ; il lui faut cependant connaître les variations souvent brutales des phéno-

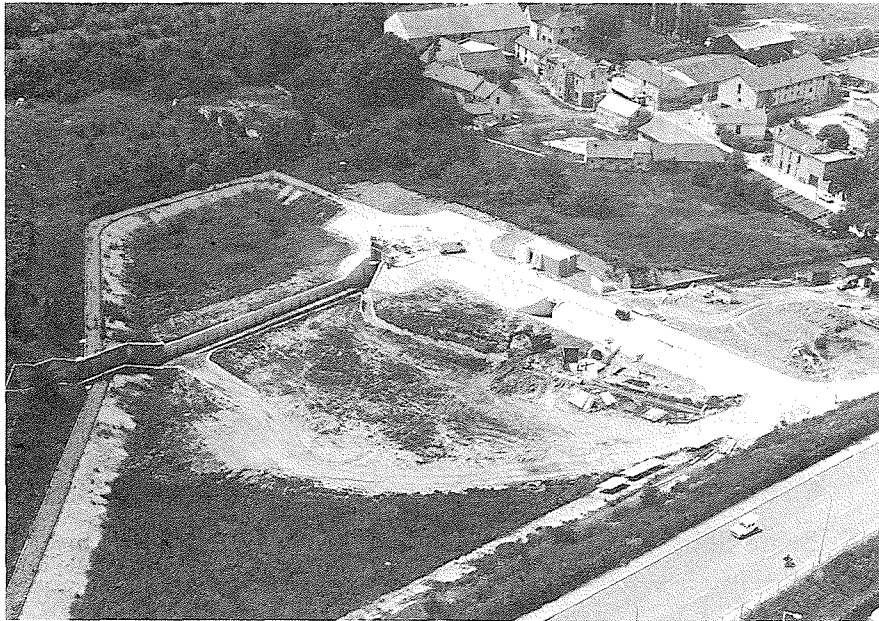


Figure 2 – Bassin de retenue de Blanc-Mesnil en Seine Saint-Denis. (photo M. Baranger).

mènes de crues pour expliquer les dysfonctionnements. Les enregistrements de mesure seront les principaux témoins de ces variations. Ils sont indispensables pour la reconstitution des dysfonctionnements par simulation mathématique des écoulements, seule méthode de recherche des causes dans les cas difficiles.

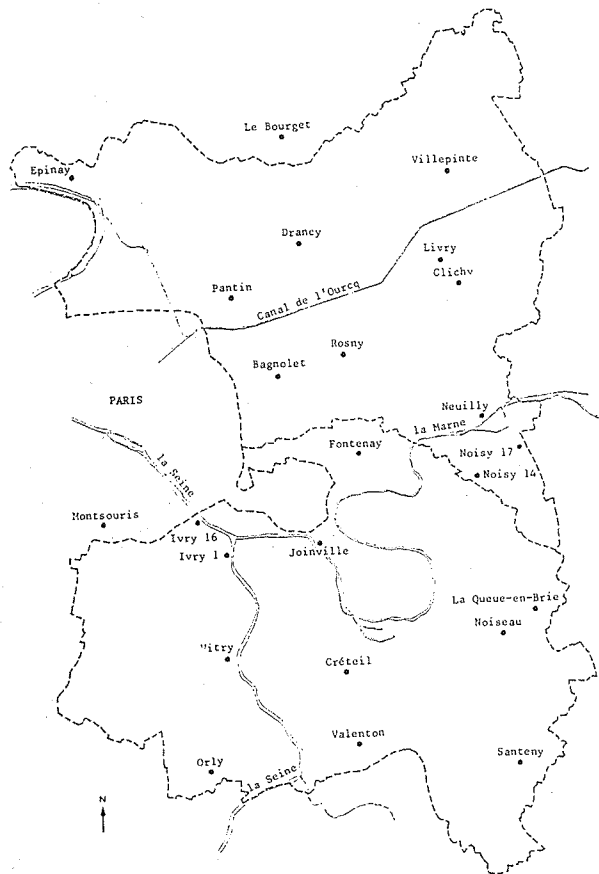


Figure 3 – Réseau de pluviographes sur les départements du Val de Marne et de la Seine Saint-Denis.

Dans un premier temps, l'exploitant met en place un dispositif d'observation de la pluie (le réseau de pluviographes) et des écoulements en égout (le réseau de limnigraphes); depuis plus de dix ans déjà, ces réseaux sont installés sur le Val de Marne et la Seine Saint-Denis.

Dans le Département des Hauts de Seine, ces réseaux de pluviographes et de limnigraphes se mettent en place avec une centralisation des mesures.

Leur intérêt apparaît immédiatement dans l'exemple de cette série de gros orages tombés sur la région parisienne en mai-juin 1982 et qui ont été générateurs de graves désordres :

– La Direction Départementale de l'Équipement du Val de Marne a recensé plus de mille interventions de pompiers et des centaines de rues inondées; la confrontation entre les relevés pluviométriques et les zones de débordement permet de distinguer :

a) entre les débordements dus au caractère exceptionnel de la pluie pour lequel l'évacuation n'est pas possible, sauf à des coûts de construction prohibitifs (exemple de l'épicentre de l'orage sur Vitry Choisy le 6 juin (Fig. 4).

b) et ceux dus aux insuffisances du réseau, qu'elles soient structurelles (exemple du 17 mai sur l'Haye les Roses) ou occasionnelles par suite de travaux (exemple du 17 mai sur Nogent-sur-Marne et au Perreux) (Fig. 5).

– Le réseau de pluviographes apparaît dans le département de la Seine Saint-Denis comme la source d'informations indispensable pour le calcul de l'indemnisation des sinistrés : car, ce département est le seul à reconnaître sa part de responsabilité et à l'évaluer proportionnellement à l'insuffisance du collecteur départemental par rapport au débit décennal.

Depuis 1973, le département a indemnisé en moyenne près de cent sinistrés chaque année; mais, les orages de mai-juin 1982 ont été si étendus que le nombre de sinistrés s'élève à plus d'un millier et le montant des indemnités versées à près de dix millions de francs.

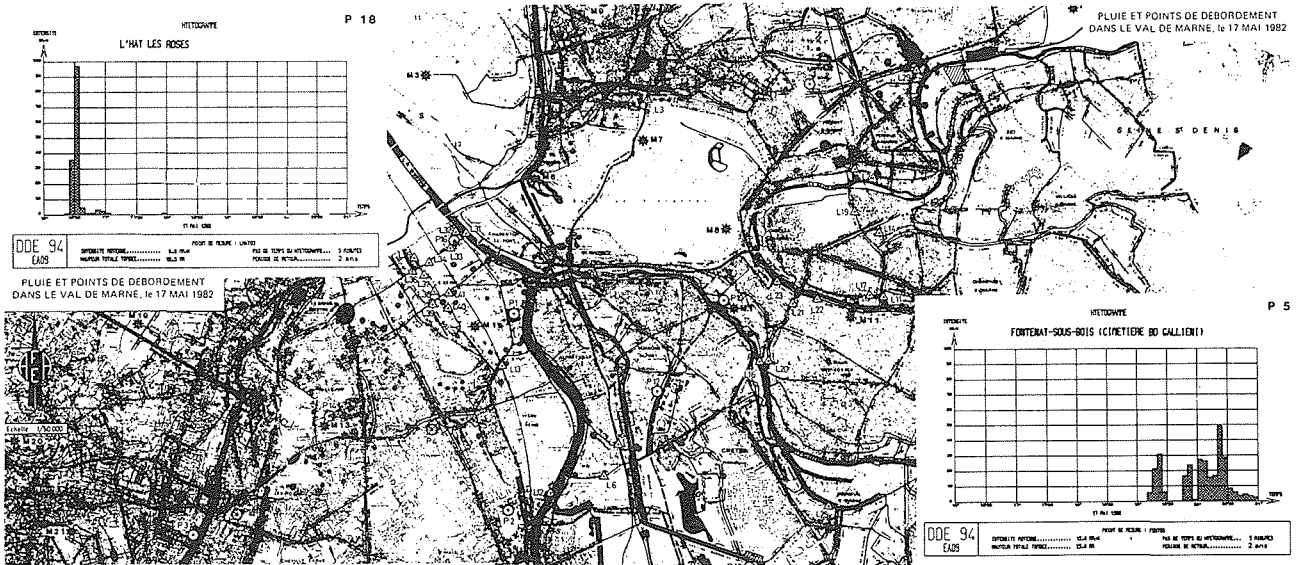


Figure 4 – Pluie et points de débordement dans le Val de Marne le 6 juin 1982.

Les dégâts les plus spectaculaires ont été ceux causés aux rames du métro à Bagnolet (plusieurs millions de francs).

Il convient également de rappeler les arrêts de circulation sur l'autoroute de l'Ouest et les Boulevards extérieurs, les coupures d'électricité dans les arrondissements Nord-Est de Paris, pour réaliser l'ampleur des dégâts causés par ces orages. Toutefois, la faiblesse des informations disponibles à cette époque sur Paris et la banlieue Ouest Sud-Ouest ne permettait pas de cerner les causes exactes des débordements observés.

A la suite de ces mêmes orages, les services de la Navigation de la Seine ont pu mesurer l'impact des eaux déversées sur la désoxygénation brutale de la Seine et constater les mortalités de poissons qui en ont résulté.

Outre, les insuffisances structurelles du réseau, ces observations permettent de montrer l'existence de *deux causes de débordement liées aux méthodes d'exploitation des réseaux* :

- les restrictions de capacité sur des collecteurs en travaux.
- l'efficacité assez médiocre des ouvrages due à l'impossibilité actuelle d'adapter leur utilisation à l'importance et à la répartition de chaque pluie dans le temps et dans l'espace.

Pour restaurer la capacité du réseau, il faut pouvoir déclencher une mobilisation du personnel d'assainissement, juste avant la pluie, en s'appuyant sur la prévision météorologique à faible échéance. Cette mobilisation assurerait, en outre, une réparation plus rapide des pannes sur les dispositions électromécaniques du réseau (pompes, vannes) et la sauvegarde des équipements de chantiers menacés.

Pour adapter le réseau à chaque crue et s'il ressemble aux réseaux du Val de Marne et de Seine Saint-Denis, il faut songer à la *gestion automatisée* fondée sur la connaissance (et si possible la prévision) de l'extension spatiale de la pluie.

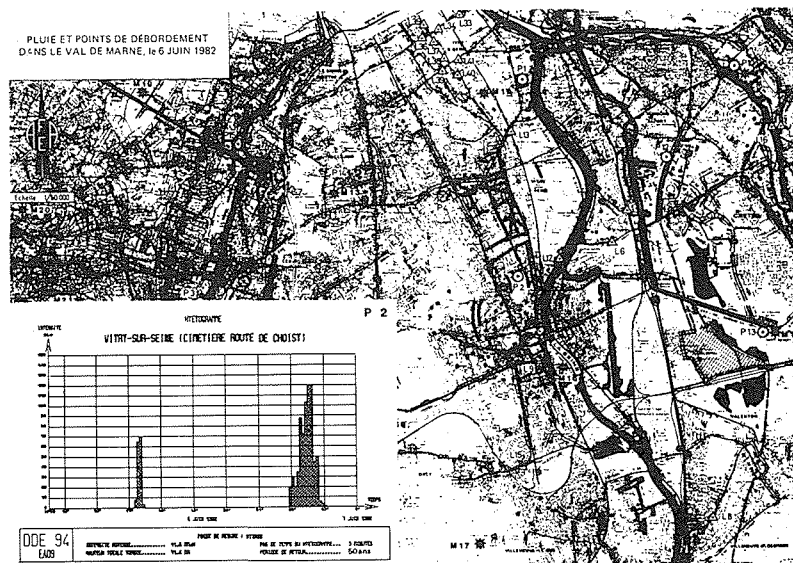


Figure 5 – Pluie et points de débordement dans le Val de Marne le 17 mai 1982.

1.2. Les limites des réseaux de mesure

Un réseau étendu de pluviomètres à télé-enregistrement permettrait-il de répondre à ses besoins de connaissance et de prévision à faible échéance de la pluie ?

C'est peu probable, car ces appareils sont très difficiles à installer. Le milieu urbain leur est très hostile à la fois à cause des actes de vandalisme (vol ou destruction) et à cause de la présence toujours proche d'écrans (immeubles, arbres) et de turbulences.

En conséquence, il est impossible d'en augmenter sensiblement le nombre sans engager des frais d'entretien considérables. Chaque pluviomètre sera donc représentatif de dix à trente km².

Des pannes inévitables, même avec une bonne maintenance se produiront en cours de précipitation, rendant aveugle un opérateur pilotant en gestion dynamique un réseau sur des sous-bassins versants critiques de l'agglomération.

Ceux-ci, de quelques km² de surface, peuvent saturer des collecteurs susceptibles de transiter les eaux des sous-bassins versants amont.

Pour les orages convectifs on observe, en outre, des différences très importantes de pluie à des distances très proches :

— en une heure et demie, plus de 60 mm d'écart entre 2 points distants de 2 km, le 1^{er} juin 1982.

Le réseau de pluviomètres en milieu urbain paraît donc présenter une fiabilité insuffisante.

Il est donc intéressant d'évaluer l'efficacité du radar pour suppléer aux insuffisances de réseaux de pluviomètres.

2. Rappel du principe de la mesure radar

Ce chapitre a pour but une rapide présentation de la mesure radar avant la description des applications de ce matériel à l'assainissement.

Le radar, de longueur d'onde centimétrique, permet d'obtenir une image des précipitations dans un rayon de 250 km.

En effet, chaque gouttelette d'eau diffuse dans toutes les directions l'onde radar émise pendant un temps voisin de la micro-seconde : le radar mesure la puissance de l'onde rétrodiffusée par les gouttelettes dans la direction d'émission.

La distance entre les gouttelettes et l'émetteur est connue grâce à la mesure de la durée séparant l'émission de la réception.

La puissance rétrodiffusée dépend de la densité des gouttes et de leur grosseur ; le coefficient de réflectivité est en effet proportionnel à la densité de ces gouttes et au cube de leur diamètre.

Ces deux facteurs influent également sur l'intensité de la pluie, mais celle-ci dépend en outre de la vitesse relative des particules précipitantes par rapport à celle de l'air : ce facteur nouveau empêche l'obtention d'une "mesure" de l'intensité par la seule réflectivité radar.

Il est certain toutefois que ces grandeurs sont liées, et la littérature recèle de nombreuses expressions de leurs relations statistiquement valables.

En outre, la résolution d'un point de l'image radar est très différente de la résolution d'un pluviomètre : celui-ci ne mesure l'intensité produite que sur 1 000 ou 2 000 cm² au sol ; l'écho ponctuel radar correspond à une cellule de plusieurs centaines de mètres de côté à une altitude de plusieurs centaines de mètres (voire plusieurs milliers).

En revanche, le pluviomètre mesure une intensité en permanence ; le radar mesure une réflectivité, et s'il est animé d'une vitesse constante, ne donne cette mesure sur chaque cellule qu'à chaque tour d'antenne, qui peut être de l'ordre de la minute.

3. Applications du radar à l'assainissement

3.1. La mobilisation du personnel

Nous avons vu que le réseau d'assainissement n'était pas toujours prêt à recevoir une pluie : notons que même des pluies d'importance moyenne peuvent provoquer des inondations par débordement. Le Service d'assainissement pourrait les maîtriser, si la prévision lui permettait de disposer du temps nécessaire à une remise en état du réseau.

Pour cette prévision à courte échéance, le Service Météorologique ne dispose que d'un instrument bien adapté : le radar. Et l'image radar digitalisée constitue une information visuelle très accessible. L'observation de son déplacement sur un écran et l'hypothèse d'une poursuite du déplacement observé sont les éléments sur lesquels se fonde la prévision du Service Météorologique lorsque l'advection est plus importante que la convection. Ce mode de prévision est donc à la portée d'un utilisateur préoccupé par l'occurrence d'une pluie en un point donné.

Cette prévision doit être accompagnée :

- d'une prévision des risques d'orage (événements fortement convectifs pouvant naître et mourir sur place) fondée sur la mesure de l'instabilité atmosphérique par des sondages.
- d'une prévision à plus longue échéance (24 h).

La mobilisation du personnel du service ne serait pas totale, mais elle pourrait être exécutée dans des délais plus brefs grâce à cette préalerte.

3.2. La Gestion Automatisée

3.2.1. Exploration des précipitations

Dans le cadre d'une gestion automatisée, la mesure en temps réel des variations spatiales d'une précipitation par un réseau de pluviomètres paraît manquer de fiabilité (cf. § 1-2). En revanche, la mesure radar permet une résolution du km² sur la réflectivité de pluie : cette résolution paraît satisfaisante pour des sous-bassins versants critiques en zone urbaine dont la taille ne descend guère en dessous de un ou deux km².

Certes, la réflectivité n'est pas l'intensité, mais ces grandeurs physiques sont liées et les recherches en cours devraient permettre de calibrer cette relation par comparaison sur une même durée des intensités mesurées par

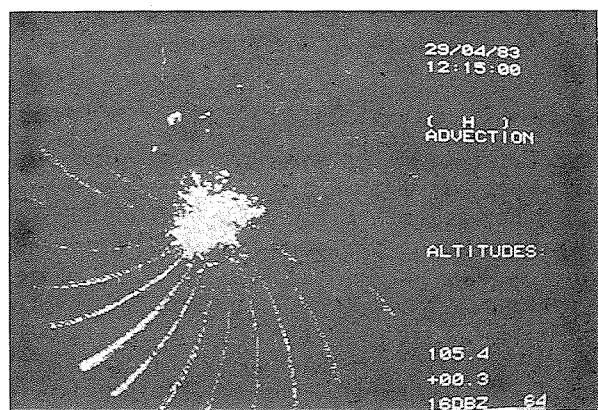


Figure 6 – Exemple de prévision du déplacement d'une précipitation sur l'image radar déportée au Service d'Assainissement de la Seine Saint-Denis. (photo M. Gallier – DDE Seine St-Denis).

chaque pluviomètre et des réflectivités obtenues sur les cellules dans lesquelles se trouvent ses pluviomètres (cf. § 4.2).

Si l'estimation de la lame d'eau sur chaque sous-bassin versant était améliorée par rapport à celle obtenue avec un réseau de pluviomètres, ce serait un gain de précision notable pour la reproduction des écoulements par simulation mathématique. L'une des principales incertitudes sur les données d'entrée des modèles de simulation en hydrologie urbaine se trouverait ainsi considérablement réduite.

Pour un opérateur pilotant une gestion dynamique du réseau, elle assurerait une bien meilleure connaissance des capacités de transit disponibles dans les collecteurs, compte-tenu des apports de ruissellement locaux.

Toutefois, cette connaissance ne lui est utile que si elle lui donne un délai d'anticipation suffisant :

La figure 7 présente l'exemple d'un collecteur AB possédant un point de délestage en A utilisable, car le sous-bassin versant local entre A et B a un temps de réponse (plus de 30 minutes) assez long vis-à-vis du temps de propagation d'une onde de débit façonnée en A (dix minutes). L'opérateur dispose donc de 20 minutes de marge à partir de la détection d'une forte averse.

Est-ce suffisant pour juger (avec l'aide éventuelle d'une simulation hydraulique) de l'opportunité de réduire de $5 \text{ m}^3/\text{s}$ le débit de transit ?

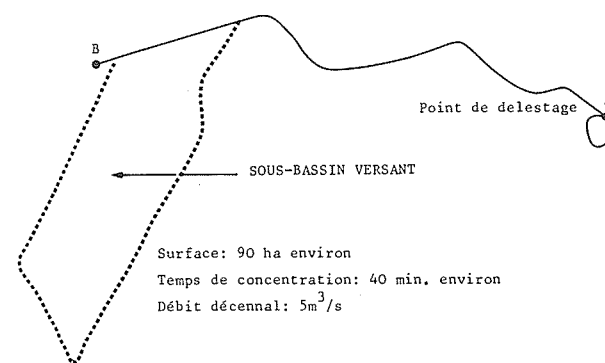
Il existe des exemples où seule la mesure de pluie n'assure pas l'anticipation minimale de la connaissance : ainsi l'utilisation d'un bassin de retenue pour décanter les premières eaux peut être incompatible avec la stratégie ci-dessus d'utilisation maximale de la capacité disponible à l'aval. L'opérateur peut en effet, ne pas disposer du temps nécessaire pour assurer la vidange de la retenue, à partir de l'instant de détection d'une forte averse sur le bassin versant de cette retenue, s'il a commencé à l'utiliser pour stocker les premières eaux de ruissellement qui sont les plus chargées en pollution.

Il est donc utile et parfois essentiel, de disposer d'un moyen d'aide à la prévision de la pluie adapté à la gestion automatisée.

3.2.2. Aide à la prévision des précipitations

Dans l'état actuel de la technique radar, son utilisation pour mobiliser le personnel d'assainissement (dont

Longueur de AB : 2 000 m environ.
Durée de propagation d'une onde de passage du débit de 15 à $10 \text{ m}^3/\text{s}$: 10 mn environ.



$$d_{BA} = C_A - R_{BA}$$

d_A : capacité disponible sur BA $10 \text{ m}^3/\text{s env.}$

C_A : capacité du collecteur au point A $15 \text{ m}^3/\text{s env.}$

R_{BA} : apport d'un bassin versant sur le tronçon BA $5 \text{ m}^3/\text{s env.}$

Figure 7 – Exemple de la capacité disponible sur un tronçon de collecteur existant.

les opérateurs de la gestion automatisée) a déjà été évoquée (§ 3.1). La gestion automatisée pourrait aussi en tirer bénéfice pour prévoir l'heure de déclenchement d'une pluie sur un sous-bassin versant critique.

Mais l'efficacité de la gestion automatisée serait notablement accrue si des progrès étaient réalisés pour la prévision de la durée de la pluie et de son importance.

Ces progrès sont actuellement attendus de l'amélioration de la technique radar dans les situations météorologiques où l'advection est stable et plus forte que la convection.

Lorsque d'autres facteurs que l'advection interviennent, on atteint les limites de prévision du radar centimétrique et il sera nécessaire de développer d'autres moyens de prévision.

L'opérateur de la gestion automatisée a donc besoin d'éléments complémentaires à l'occurrence de pluie fournie généralement par le Service Météorologique Métropolitain : ces éléments à caractère local et variable suivant les possibilités de transit du réseau au moment de la pluie sont la durée et l'importance de la lame d'eau sur les sous-bassins versants.

Il lui sera donc nécessaire d'acquérir une formation sur la prévision des précipitations à courte échéance (quelques heures), car il devra pouvoir juger des limites de cette prévision aux fins de la gestion automatisée du réseau, ce que ne peuvent faire les prévisionnistes de la Météorologie Nationale.

Les éléments d'information dont il disposera seront non seulement l'image radar et les moyens de traitement informatique associée, mais aussi des prévisions plus larges de la Météorologie Nationale fondées sur l'examen de l'ensemble des informations disponibles (sondages et mesures au sol, françaises et étrangères, images satellites).

Ces dernières seront particulièrement utiles pour permettre le stockage des premières eaux de ruissellement dans des bassins vidangeables lentement (quelques heures). En leur absence, il faudrait conserver la capacité d'écrêtement des bassins, la lutte contre les inondations étant un objectif prioritaire.

4. Conclusion : exemple de mise en œuvre en Seine Saint-Denis

Le radar présente, à priori, un grand intérêt comme instrument de connaissance spatiale de la pluie et d'aide à la prévision. Son utilisation pourrait se concevoir dans un cadre assez large englobant :

- une importante zone du bassin Seine-Normandie (l'agglomération parisienne au moins)
- les efforts non négligeables consentis par la Météorologie Nationale pour maîtriser cet outil.

Elle nécessite en outre, une accoutumance progressive des opérateurs du poste central, dans le cas d'une gestion automatisée, et de l'ensemble du personnel mobilisable du service d'assainissement.

Compte-tenu de ces éléments, une approche dans trois directions a été adoptée en Seine Saint-Denis.

4.1. Retransmission de l'image de Dammartin en Goële et développements futurs de la prévision

La prévision des pluies est un terme trop vague qu'il faut préciser à l'aide des besoins recensés :

- Alerter le service : prévision de précipitation habituelle de la Météorologie Nationale (24 h d'échéance),
- Mobiliser le personnel : prévision de l'importance et de la durée des précipitations frontales et des risques d'orage quelques heures à l'avance,
- Eviter la saturation locale des collecteurs : prévision de l'intensité de pluie dans l'heure qui suit pour réduire les débits transités,
- Eviter la neutralisation de bassins de retenue : prévision d'occurrence de précipitations importantes ou de risques élevés d'orages quelques heures à l'avance, durée de vidange des bassins de retenue.

Pour la Gestion Automatisée, la responsabilité de cette prévision ne pourra incomber qu'aux opérateurs du poste central. Il sera donc nécessaire de leur assurer :

- une formation sur les prévisions de pluie définies ci-dessus
- et une assistance du Service Météorologique Métropolitain.

Pour aboutir à ce résultat, diverses opérations ont été mises en route :

- une coopération avec le Service Météorologique Métropolitain permettant de connaître les limites de la prévision pour les besoins de la gestion automatisée, dont un premier bilan a été tiré en 1982 [8].
- une retransmission de l'image radar de Dammartin en Goële, semblable à celle des centres de prévision de la Météorologie Nationale, en place depuis Mars 1983.

Une formation progressive aux connaissances météorologiques devra être dispensée aux opérateurs. L'interprétation de l'image radar en sera l'un des éléments essentiels, puisque cet instrument est privilégié actuellement par le Service Météorologique Métropolitain pour la prévision à court terme.

A plus longue échéance, la mise au point d'autres méthodes pourrait être demandée à la Météorologie Nationale pour les objectifs de gestion en temps réel en ce qui concerne le réseau d'assainissement de la Seine Saint-Denis.

Et il semble que l'assistance de la météorologie soit non seulement utile pour cette gestion future, mais aussi pour l'exploitation classique. C'est pourquoi la coopération avec le Service Météorologique Métropolitain pourrait entrer en 1983 dans une phase plus opérationnelle avec :

- l'annonce d'absence de risques de pluie dans les 24 h ($< 1 \text{ mm/jour sur } 1 \text{ km}^2$) permettant de réaliser certaines opérations de courte durée avec une protection plus légère ou d'autres nécessitant une absence totale de pluie.
- l'annonce de risque de forte pluie ($> 10 \text{ mm/h sur } 1 \text{ km}^2$) pour les prochaines 24 h justifiant des mesures de précaution pour réduire les risques d'accident du personnel, ou les dégâts sur l'équipement du chantier, ou encore les inondations par restriction de capacité, indisponibilité des stations de crue, ...

— alerte immédiate (téléphone, télex, image radar) dès que des précisions peuvent être fournies sur l'heure de déclenchement, la durée, ou l'importance de la pluie.

4.2. Expérimentation du radar de Trappes pour la définition de la fréquence d'auscultation radar des précipitations et développements futurs

La connaissance spatiale des pluies permet d'estimer les lames d'eau sur des bassins versants bien délimités. Elle est indispensable dans un contrôle centralisé de la gestion d'un réseau d'assainissement.

Il convient de préparer dès maintenant les méthodes d'auscultation qui rendront compte significativement des aires touchées par des précipitations de différentes forces.

C'est la raison pour laquelle l'expérimentation du radar de Trappes a été entreprise avec l'aide de la Météorologie Nationale, le financement des départements de la Seine Saint-Denis et du Val de Marne et celui de l'Agence Financière de Bassin Seine-Normandie.

4.3. Préparation d'un cahier des charges pour un radar opérationnel

Dans le cadre du projet ARAMIS de la Météorologie Nationale [2], deux radars sont prévus en région parisienne (situés actuellement l'un à Trappes et l'autre à Dammartin).

Les expérimentations du radar et de la prévision en cours permettront de déterminer si les conditions actuelles d'utilisation de ces deux radars de la région

parisienne sont compatibles avec les besoins qu'exigera la gestion automatisée.

Sinon, il faudra envisager un ou des radars réservés exclusivement à la gestion automatisée des réseaux d'assainissement.

En Région Parisienne, l'une des solutions possibles serait l'implantation d'un radar utilisable par l'ensemble des services à vocation hydrologique, urbaine ou générale. La maintenance de ce radar pourrait en être confiée à un organisme déjà expérimenté dans ce domaine comme la Météorologie Nationale.

Bibliographie

- [0] DUPOUYET M. — Le radar et la pluie station expérimentale de Grèzes, S.H.C., Périgueux.
- [1] Dossier technique "Gestion Automatisée" du rapport au Conseil Général de Seine Saint-Denis (2^e session ordinaire de 1981) — (403 — D.D.E. Seine Saint-Denis).
- [2] Météorologie Nationale. — Projet ARAMIS.
- [3] SAUVAGEOT H. — Radar-météorologie.
- [4] FROMENT M. — Rapport HYDROMEL, Décembre 1979.
- [5] Pour une meilleure connaissance de la pluie. Exemple de L'Agglomération Parisienne. AFBSN — sous-direction "Resources en eau" Service Etudes Guy BEDIOT — Février 1981.
- [6] JACQUET G. — Objectifs et conséquences de l'utilisation des images radar dans la gestion automatisée du réseau d'assainissement de Seine Saint-Denis, juillet 1982, Cergrene.
- [7] JACQUET G. — Proposition de programme de mise en place d'un logiciel d'aide à la conduite du système de gestion automatisée du réseau d'assainissement de Seine Saint-Denis, avril 1983, Cergrene.
- [8] Utilisation de la prévision météorologique pendant la période d'orages en 1982 (1^{er} mai — 1^{er} octobre) — Bilan — D.D.E. Seine Saint-Denis — Cergrene.

Discussion

Président : J. LABROUSSE

M. LABROUSSE remercie *M. JACQUET* pour l'enthousiasme communicatif et l'intérêt de son intervention.

M. ROBERT souhaite obtenir des précisions sur les circonstances qui ont conduit le Conseil Général de Seine Saint-Denis à indemniser les riverains pour les dégâts causés par les inondations en cas de défaillance du réseau. Il demande en outre quels critères ont été retenus pour estimer la part de responsabilité du réseau. Il observe enfin que l'intervention humaine dans le fonctionnement des ouvrages est un problème délicat.

Retraçant rapidement l'histoire de l'assainissement en Seine Saint-Denis, *M. BACHOC* indique qu'il y a une dizaine d'années, de multiples inondations étaient provoquées par l'insuffisance du réseau d'assainissement. Un programme de renforcement de 800 MF (référence 1975) a alors été engagé. Dans l'attente de sa réalisation, l'indemnisation mise en place a été conçue comme un moyen transitoire de remédier à la gêne et aux dégâts occasionnés. La responsabilité du réseau est retenue lorsque la période

de retour de l'événement pluvieux est inférieure à 10 ans. Pour terminer, *M. BACHOC* convient que la gestion automatisée est d'une approche difficile.

M. PIRCHER demande quelle est la latitude d'action à partir de l'instant où une précipitation est détectée sur un bassin versant.

M. JACQUET précise en réponse, que même si la superficie du bassin versant entre en ligne de compte, on n'a jamais plus de quelques dizaines de minutes pour réagir (20 mn dans le cas du Bourget. Cette limitation multiplie l'intérêt du radar en temps qu'outil de prévision de la pluie. Une avance de quelques heures permet alors une action préventive : mise en alerte, amélioration des conditions de fonctionnement du réseau par suppression des obstacles destinés à protéger les interventions,...

Revenant au débat radar-réseau de pluviographes, *M. OBLED* soulève le problème de la fiabilité comparée d'un réseau de plu-

viographes et d'une chaîne Radar et s'enquiert de l'existence de données statistiques sur ce sujet.

Par ailleurs, la définition de l'image radar, son positionnement, sont-ils compatibles avec une résolution spatiale de l'ordre du kilomètre carré, taille moyenne des bassins versants urbains ?

M. JACQUET souligne que la fiabilité du réseau pluviographique dépend très étroitement de la qualité de l'entretien apporté, le taux de panne pouvant aller de 50 % à 15 % dans le meilleur des cas. Il rappelle également que si pour la Seine Saint-Denis, l'image de Dammartin reste peu pratique à cause des échos de sol, la situation est différente pour le radar de Trappes qui procure des données très valables, dont la représentativité est assurée par la faible distance au radar. Il reconnaît toutefois que pour un site donné, une incertitude d'une maille ou deux limite la résolution, ce qui reste très acceptable.

En complément, *M. FLOCH* ajoute que l'indisponibilité du radar de Dammartin ne dépasse pas quelques heures par an.

M. LABROUSSE estime que le recul n'est pas suffisant pour disposer de statistiques représentatives et que le cas de Dammartin, où une équipe d'intervention reste à proximité immédiate, est idéal. Il rappelle en outre que le radar de Dammartin n'a pas été installé en vue de cet usage, ce qui explique ses limites notamment quant aux échos de sol.

M. JACQUET confirme l'utilité de Dammartin et *M. SAUVAGEOT* note l'existence de techniques d'élimination des échos fixes.

Rapportant l'expérience de la Communauté urbaine de Bordeaux, *M. CHARTON* indique l'existence d'un réseau dense de pluviographes (1 par 10 km² dans la zone sensible) dont certains sont télétransmis, et note l'aide apportée par la station météorologique de Merignac aux équipes de surveillance de la S.L.E.E., Gestionnaire du Service Assainissement, qui assurent une permanence 24 heures sur 24.

Abstract

Technical and economic advantages of radar used to investigate precipitation in connection with urban sewerage systems.

In order to operate its sewerage system in rainy weather the operating department must make arrangements to ensure the presence of personnel when rain is falling and to enable control equipment for weirs, flood retention basins, etc. to be known and handled properly.

Of this equipment, radar appears to be a popular instrument for investigation and assistance in precipitation forecasting. It sounds out the entire atmosphere to detect rainy zones and pinpoints;

- those which are near to measurement points on the ground
- those which are moving towards the town.

In order to specify methods of using radar the Equipment Departments of Seine Saint-Denis and Val de Marne are participating in an experiment the object of which is to improve

information on rain by the RODIN radar of the Technical Equipment Centre of the National Meteorological Office (Centre Technique du Matériel de la Météorologie Nationale) which is located at Trappes between 20 and 50 km from the 500 km zone covered by their rain-gauge recording network (about twenty rain-gauges).

In parallel with this experiment retransmission of the radar picture from Dammartin to the operations centre at Rosny-sous-Bois must make it possible through liaison with departments of the National Meteorological Office for rain characteristics essential to mobilisation of personnel in rainy weather and to operation of the network in terms of real time to be ensured. (Time differences in start of rainfall between critical zones, duration and intensity of the rain, surface area affected).