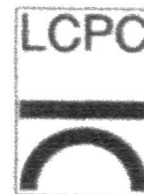




23536-6 RM



## PROGRAMME D'ETUDE SUR LA GESTION AUTOMATISEE DES OUVRAGES DE COLLECTE ET DE TRAITEMENT DES EAUX RESIDUAIRES ET PLUVIALES DE L'AGGLOMERATION NANCEIENNE

### Note de synthèse

Cette note constitue une courte présentation synthétique des travaux qui ont été réalisés de 1995 à 1998 dans le cadre du programme *Gestion Automatisée*, et une introduction à un ensemble de documents joints qui fournissent le détail des travaux réalisés et des résultats obtenus dans le cadre de ces études et recherches.

Ces documents joints, regroupés par grands thèmes de travail, constituent une somme imposante et comprennent les rapports techniques finaux des travaux réalisés ainsi que les articles et de communications résumant bien le travail effectué dans un thème ou sous thème donné. Les différents rapports d'avancement, et les autres communications ne sont pas rappelés.

Le programme d'études et de recherches synthétisé dans ce document ne peut être présenté sans un bref historique du programme *Gestion Automatisée* qui compte maintenant 14 années d'existence. C'est ce qui est fait très rapidement dans la première partie de cette note de synthèse. Les objectifs du programme 1994-1997 et les grands thèmes qui le composent sont ensuite rappelés.

Les travaux effectués sont ensuite introduits thèmes par thèmes en renvoyant sur les documents techniques. A chaque fois sont présentés les résultats principaux ainsi que les perspectives ouvertes par ces travaux. Celles ci concernent souvent des développements actuellement en cours de réalisation dans le cadre de nouveaux projets prolongeant naturellement le programme défini en 1994, et dont certains ont permis d'orienter sur les thématiques Nanciennes l'intérêt et les moyens financiers d'instances européennes (projet Life'96 sur Gentilly) ou nationales (projets MATE "météologie" et "hydrologie radar").

Ainsi, ce programme aura été très fertile aussi bien du point de vue scientifique (deux thèses de très bon niveau et plusieurs DEA réalisés) et de l'accumulation des connaissances (radar, pollution, comportement d'un bassin de rétention), que des retombées techniques pour la Communauté Urbaine et des nombreuses ouvertures sur l'avenir qu'il a permis.

## 1/ Historique

Au début des années 1980, le District de l'Agglomération Nancéienne (DAN) lançait un concours pour la conception et l'installation d'une gestion technique centralisée de la distribution d'eau potable et du réseau d'assainissement. Cet équipement, réceptionné en 1985, permit de concevoir un grand projet dont l'objectif, à terme, était de réaliser une gestion automatisée de son réseau d'assainissement. En 1985 s'est constitué un groupe de maîtres d'ouvrages qui comprend le DAN, le Centre International de l'Eau de Nancy (NANCIE), le Laboratoire Central des Ponts et Chaussées (LCPC), et Anjou-Recherche (Compagnie Générale des Eaux VIVENDI), et une première convention était signée dans le cadre d'un programme appelé "*Gestion Automatisée*".

Les premiers travaux, qui ont été réalisés principalement sur le bassin versant Ste Anne, ont permis d'acquérir un savoir faire important et des avancées techniques significatives dans les domaines de la métrologie (connaissance des capteurs, gestion d'un parc de matériel de mesure, procédures de critique et de validation des données), de la gestion d'une banque de données (banque de données pluviométriques et limnimétriques), et de la modélisation pluie-débit. Le service "météologie" se développait au sein des services techniques du DAN et mettait l'accent sur la critique et la validation des données. Les problèmes rencontrés dans la mesure limnimétrique en collecteurs conduisirent à la création fin 1986 du canal d'essai de Maxéville permettant l'étalonnage "en réseau" des limnimètres. Ces essais suggérèrent la création en Décembre 1988 d'un Groupement d'Intérêt Public d'étude sur la métrologie, le GIP GEMCEA, d'une durée de vie de 5 ans renouvelable (arrêté de reconduction en juin 1994).

De 1989 à 1991, le DAN réalisait l'étude diagnostique du réseau d'assainissement de l'agglomération, puis entreprenait des travaux importants de ré-aménagement du réseau d'assainissement principalement sur le bassin de Boudonville (élimination des eaux parasites, réhabilitation des collecteurs et construction de nouveaux collecteurs, installation de vannes de contrôle), comprenant l'instrumentation du réseau sur ce bassin dans le cadre du programme *Gestion Automatisée*. Cette nouvelle phase du programme *Gestion Automatisée* permettait d'améliorer la connaissance de ce bassin, la maîtrise de modèles hydrologiques et hydrauliques, la définition d'algorithmes et de logiciels pour le contrôle automatique des vannes implantées dans le réseaux, et la re-définition complète du transfert en temps réel des informations au Poste Central de surveillance de l'usine Edouard Imbeaux.

En 1992, suite à la directive européenne de mai 1991 faisant référence au traitement de la pollution des eaux de temps de pluie, le programme *Gestion Automatisée* s'orientait vers une prise en compte des aspects qualitatifs des effluents, et la définition des moyens de traitement et de gestion à mettre en oeuvre pour limiter la pollution déversée en Meurthe par temps de pluie. Les mesures réalisées en réseau fournirent une première connaissance des flux de pollutions par temps de pluie et le premier calage d'un modèle qualité. Plusieurs études réalisées par des partenaires privés et publiques permettaient d'élaborer un cahier des charges pour la construction d'un bassin expérimental modulaire de dépollution, le bassin Charles Keller.

Le bilan de ces acquis ont conduit en 1994 à la rédaction d'un nouveau programme *Gestion Automatisée 1994-1997* qui s'est concrétisé par la signature le 2 juin 1995 d'une convention d'une durée de 36 mois, prolongée par la signature d'un avenant le 16 avril 1996.

## 2/ Le programme 1994-1997 :

Fin 1994, la gestion automatisée des flux dans le réseau d'assainissement était opérationnelle sur le bassin versant Sainte Anne et sur celui de Boudonville, permettant d'éviter les inondations pour des

pluies de périodes de retour inférieures à la décennales. L'objectif du nouveaux programme d'études et de recherches était d'adapter cette gestion, et notamment la gestion des bassins de rétention existants, afin de prendre en compte les objectifs de traitement de la pollution des eaux de temps de pluie, tout en préservant le rôle des installations de protection des personnes et des biens contre les inondations. Il s'agissait de concevoir une stratégie globale de gestion du système d'assainissement conciliant ces deux objectifs de manière variable selon les événements pluvieux.

Le programme 1994 comprenait ainsi deux grands thèmes. Le premier thème "connaissance de la pluie et des relations pluie-débit" avait pour objectif de permettre de reconnaître en temps réel une situation donnée, et d'anticiper sur les conséquences en flux et qualité pour le réseaux d'assainissement de manière à permettre un choix entre quelques options de gestion. Le second thème "optimisation du fonctionnement du système d'assainissement pour un objectif qualité" devait permettre de définir dans quelles mesures les bassins de rétention existants peuvent être utilisés pour limiter les déversements de pollution dans le milieu naturel. Ces objectifs prévoyaient les actions suivantes :

- \* La mise en place d'une chaîne de traitement des images du radar météorologique local de Météo-France pour la mesure à distance des intensités pluvieuses et l'anticipation de l'évolution de ces intensités sur le territoire de la Communauté Urbaine.
- \* La mise au point d'un système de validation en temps réel des mesures de pluie et de débit.
- \* La définition d'une méthodologie permettant de faire correspondre à une situation pluvieuse donnée ses conséquences pour le réseau, aussi bien par une approche à base de relations "type de pluie"/"type de risque" que par une modélisation pluie-débit plus classique.
- \* La réalisation d'une maquette et la modélisation hydraulique d'un bassin existant, le bassin de Gentilly.
- \* Des essais de décantation dans ce bassin en conditions réelles afin de mieux appréhender la dynamique de ce phénomène au sein du bassin et de dresser des bilans de dépollution pour différentes classes de pluie.
- \* Une analyse des boues recueillies lors de ces essais de décantation pour mieux caractériser ce type de résidus et pouvoir envisager une filière de traitement appropriée.
- \* Le calage d'un modèle qualitatif sur le bassin de Boudonville et une campagne de mesures qualitatives et quantitatives sur plusieurs déversoirs d'orage afin d'estimer les flux déversés pour différentes classes de pluies.

Hormis l'étude des boues de décantation qui devrait être réalisée à l'automne 1999 dans le cadre du projet Life'96, les travaux d'études et de recherches prévus dans ce programme ont tous été réalisés et leurs résultats sont présentés ci-après. Néanmoins, un grand nombre de ces travaux ont donné naissance à des prolongements en cours de réalisation, qui apporteront sans doute des compléments aux résultats présentés ici. C'est notamment le cas du projet Life'96 actuellement en cours de réalisation sur le bassin de Gentilly, et devant se terminer au début de l'année 2000.

### **3/ Synthèse des résultats :**

Les résultats des études et recherches du programme *Gestion Automatisée 1994-1997* ont été regroupés en 5 documents :

- Document 1 : Mise en place d'une chaîne de traitement des images du radar météorologique local
- Document 2 : Définition d'un système de validation en temps réel des mesures de pluie et de débit
- Document 3 : Réalisation d'une maquette et modélisation physique du bassin de rétention Gentilly
- Document 4 : Essais de décantation en conditions réelles dans le bassin de rétention Gentilly
- Document 5 : Estimation des flux déversés pour différents types de pluies pour la définition d'une nouvelle stratégie de gestion du réseau d'assainissement

### **Document 1 : Mise en place d'une chaîne de traitement des images du radar météorologique local**

#### Réalisations :

Ce travail a permis le développement d'un système complet de traitement des informations radar pour les besoins de Gestion Technique Centralisée (GTC) du réseau d'assainissement de la Communauté Urbaine du Grand Nancy. Réalisé en relation étroite avec les services techniques de GTC, ce travail est *exemplaire* concernant le transfert des résultats de recherche vers un service technique, et l'exploitation du retour d'expérience d'un service opérationnel. Ce système opérationnel et évolutif est totalement intégré au système de GTC par un échange continu de données entre le micro-ordinateur dédié au traitement des informations radar et le système informatique de la Communauté Urbaine. Cela permet entre autre de consulter en temps réel les résultats des traitements depuis les synoptiques de surveillance ou depuis n'importe quel poste de travail relié au réseau de la Communauté Urbaine. Les principales fonctions réalisées en ligne par ce système de traitement sont :

- La réception des images du radar local de Météo-France à la fréquence d'une image toutes les 5 minutes.
- Le traitement de chaque image comprenant une comparaison avec les mesures du réseau de pluviomètres de l'Agglomération, une détermination automatique du type de situation pluvieuse en fonction des risques pour le réseau d'assainissement, une détermination des déplacements des zones pluvieuses et une prévision de l'évolution des intensités pluvieuses sur l'agglomération.
- La génération d'alarmes en direction du système de GTC (synoptiques et fil de l'eau).
- La sauvegarde automatique des images intéressantes (déterminée selon le choix de l'utilisateur).

Le transfert de compétence en direction des services de GTC de la Communauté Urbaine à été réalisé grâce à une action continue et de longue durée. Elle s'est concrétisée par la remise d'un manuel (40 pages) décrivant la chaîne de traitement des images radar et la réalisation d'un document d'information sur l'utilisation des mesures radar pour les surveillants du PC informatique (Faure 1998, Document 1.2).

Les actions de recherche réalisées en relation directe avec les besoins d'une gestion automatisée du réseau d'assainissement de la Communauté Urbaine ont tout d'abord portés sur la définition et la mise au point d'une méthode objective de critique en temps réel des mesures radar à l'aide des mesures du réseau de pluviomètres (Faure et al 1996, Document 1.3). Elle se sont ensuite orientées vers la détection automatique d'erreurs de mesures (échos de sol, lignes erronées, problèmes avec la distance au radar) et la détermination automatique d'un type de pluie (Berge 1995 Document 1.7,



Tcheiller 1996, Document 1.8, Faure et al 1997, Document 1.4). Un travail complémentaire a permis d'étudier plus en détail les différences spatio-temporelles entre mesures de pluie par radar et mesures du réseau de pluviomètres de la Communauté Urbaine (Lapuyade 1997, Document 1.9). La phase suivante a concerné le développement d'un logiciel d'identification des déplacements des zones pluvieuses et de prévision de l'évolution des intensités pluvieuses sur l'agglomération, ainsi que la détermination des limites de la prévision en fonction du type de pluie identifié et de critères liés aux besoins de l'hydrologie urbaine (Faure et al. 1999, Document 1.5).

Enfin, une très importante banque de données radar a été constituée représentant à l'heure actuelle plus de 600 journées pluvieuses sur Nancy et ses environs de 1995 à 1999. Une caractéristique importante de cette banque de données est la critique systématique des images archivées par un expert, et la constitution d'une fiche descriptive pour chaque journée pouvant contenir des informations locales sur les phénomènes météorologiques tels que *présence de neige, observation de grêle*, etc. Ce type d'informations, fondamentales pour interpréter correctement les images en temps différé, représente un travail considérable (en exemple : quelque fiches descriptives parmi les 600 journées pluvieuses sont données dans le Document 1.6).

#### Perspectives :

- ☞ Dans le cadre du projet Life en cours de réalisation, les travaux sur la relation entre type de pluie et type de risques dans le réseau d'assainissement sont actuellement poursuivis pour mettre au point un système d'alerte permettant d'assurer la sécurité du bassin de Gentilly dans sa nouvelle gestion (voir Faure et al 1998, Document 5.7, Payrastra 1999, DEA en cours).
- ☞ Les travaux sur les limites de la prévision radar pour l'hydrologie urbaine sont également poursuivis dans le cadre d'un programme réalisé en partenariat NANCIE/Communauté Urbaine/LCPC et bénéficiant d'un financement de 395 KF du Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement (projet 1999-2001).
- ☞ La banque de données radar constitue une source d'information qui peut être exploitée dans de nombreux projets. Un premier projet concernant l'étude fine du déclenchement et de l'évolution des orages sur l'agglomération Nancéienne sera réalisé en 2000-2001 dans le cadre du contrat d'études Communauté Urbaine du Grand Nancy "*Cycle Urbain de l'Eau*".
- ☞ Enfin, concernant les utilisations opérationnelles, outre les applications pour le bassin de Gentilly il est envisagé d'utiliser l'information radar pour optimiser les coûts de fonctionnement du bassin Charles Keller (optimisation de la production de polymère pour le décanteur lamellaire en fonction des prévisions de pluie à très courtes échéances).

#### En conclusion :

En 1994 la Communauté Urbaine du Grand Nancy ne faisait pas partie des grandes Agglomérations utilisant l'information radar pour la gestion de leur réseau d'assainissement.

**Les travaux réalisés ont permis en quelques années de faire reconnaître la Communauté Urbaine en tête de ces agglomérations** (voir Faure 1996, Document 1.1). Elle est en effet la seule agglomération ayant développé son propre système de traitement de l'information radar. Ce système, totalement maîtrisé et évolutif, est actuellement au moins comparable dans ses fonctions pour l'hydrologie urbaine aux deux autres systèmes opérationnels en France : le système développé par la société RHEA (CALAMAR) et celui commercialisé par Météo-France (ASPIC).

## Document 2 : Définition d'un système de validation en temps réel des mesures de pluie et de débit

### Réalisations :

Ce travail a reposé principalement sur deux thèses réalisées au Centre de Recherche en Automatique de Nancy (CRAN). La première a été soutenue en juin 1998 avec la mention "*très honorable*" (Giuliani 1998, Document 2.1). Elle a permis de faire une étude très poussée des causes de dysfonctionnement des mesures pluviométriques, et de proposer une méthode de détection et diagnostic en temps réel basée sur la comparaison en ligne des mesures de chaque capteur avec celles d'un groupe de capteurs voisins. La validation a permis de montrer les limites du champ d'application des méthodes proposées, les outils performants développés dans un cadre théorique n'étant pas toujours directement applicables, les difficultés concernant notamment des caractéristiques propres au système étudié (taille du système, intermittence et forte variabilité des intensités pluvieuses, incertitudes sur les mesures, signatures des défauts, possibilités de défaillances multiples).

La seconde thèse (Boukhris 1998, Document 2.2) a également été soutenue en juillet 1998, avec la mention "*très honorable avec félicitations du jury*". Elle a permis de développer une nouvelle méthode de modélisation simplifiée d'une partie de réseau d'assainissement. Cette modélisation, utilisant des multi-modèles, présente la particularité de pouvoir s'adapter à différentes situations pluviométriques. La possibilité d'utiliser ces modèles pluie-débit simplifiés pour la détection et le diagnostic en temps réel de défauts de mesures limnimétrique a été montrée de manière théorique. Une utilisation pratique soulève néanmoins des difficultés liées notamment là encore à des caractéristiques propres au système étudié (l'intermittence et la forte variabilité des intensités pluvieuses, l'incertitude sur les mesures, l'échantillonnage non régulier des mesures pluviométriques et limnimétriques, la modélisation du débit d'eaux usées).

### Perspectives :

- ☞ Concernant la critique des mesures pluviométriques, les réflexions ont permis de définir clairement un cahier des charges aussi bien pour la critique en ligne des mesures, que pour l'aide à la validation en temps différé. Concernant les aspects logiciels, deux types de logiciels reposant sur des critères de validation simples ont été testés : un logiciel proposé et testé par P. Auchet, et un logiciel proposé et testé par D. Faure pendant 8 mois dans la chaîne de traitement des images radar. Ces essais de détection rapide des principaux dysfonctionnements de pluviomètres ont été suffisamment concluants pour suggérer une synthèse des trois méthodes envisagées et la mise au point d'un logiciel opérationnel.
- ☞ Concernant la critique des mesures limnimétriques, la méthode développée dans la thèse d'A. Boukhris est en cours de validation dans le cadre d'un programme réalisé en multi-partenariat (dont NANCIE/C.U.G.N./LCPC) et bénéficiant d'un financement de 301.5 KF du Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement (projet 1999-2001).

### Remarque :

Les deux thèses ont été classées "*Confidentiel*" à la demande des maîtres d'ouvrage du programme *Gestion Automatisée* pour une durée de trois années à compter de la date de soutenance. Cette confidentialité sera donc levée en juillet 2001 sauf demande de prolongation des maîtres d'ouvrage du programme.

### Document 3 : Réalisation d'une maquette et modélisation physique du bassin de rétention Gentilly

#### Réalisations :

Une maquette du bassin de Gentilly a été réalisée sous la direction de l'ENGEES à l'échelle 1/20<sup>ème</sup> ce qui correspond à une surface au sol de 4 x 2 mètres. Cette maquette était entourée d'un circuit hydraulique (réservoir, pompes, vannes) permettant de l'alimenter en eau afin de simuler physiquement le remplissage, le débit traversier éventuel et la vidange du bassin réel (Dessez 1997, Document 3.1). L'utilisation de cette maquette a permis la modélisation physique et l'analyse des courants générés dans la maquette du bassin de rétention, ainsi que l'étude du temps de séjour moyen d'une particule dans l'ouvrage. Ces études ont montré que, bien que le bassin présente une bonne capacité de décantation lorsqu'il est fermé hermétiquement, un brassage important des effluents se produit lors d'une reprise des apports ou lors de la vidange du bassin (Valhorgue 1997, Document 3.2, Dessez 1997, Document 3.3, Dessez 1998, Document 3.4). Elles ont également montré qu'il était possible d'augmenter très sensiblement la décantation au sein de l'ouvrage en régime permanent au prix de différents aménagements qui peuvent être combinés pour obtenir la meilleure efficacité. Ces aménagements consistent à tranquilliser les écoulements dans l'ouvrage et à créer un volume sollicitant spécifiquement la fonction de décantation, par la réalisation d'une sortie haute, ou d'un déversoir aval haut, éventuellement automatisables. Pour cela, les séries d'essais ont montrées de manière cohérente l'intérêt de modifier l'équipement du bassin de Gentilly de la manière suivante :

- supprimer les courants directs entre l'entrée aval et la sortie du bassin
- séparer les chenaux longitudinaux par des murs de séparation, surtout pour le premier chenal (chenal tribord)
- créer une sortie haute, si possible par un déversoir de sortie, la plus large possible à défaut.

#### Perspectives :

☞ Les conclusions de ces études ont été reprises lors de la définition des modifications de génie civil qui vont être engagées au sein du bassin de Gentilly dans le cadre du projet Life'96. Bien que l'ensemble des modifications suggérées n'aient pas été reprises dans le détail pour des raisons techniques, les modélisations réalisées à l'aide de la maquette ont fourni un éclairage très important pour la compréhension des courants et des phénomènes de décantation au sein du bassin de rétention Gentilly.

#### Remarque :

Le montage expérimental qui se trouvait dans le laboratoire d'hydraulique de l'ENSAIS à Strasbourg a été démantelé et la maquette a été rapatriée à Nancy par NANCIE. Elle est actuellement stockée dans un bâtiment de l'ancienne STEP de Maxéville. Moyennant une rénovation, elle constitue une maquette très fidèle du bassin de rétention de Gentilly, bien que sa taille pose des problèmes de transport et de stockage.



#### Document 4 : Essais de décantation en conditions réelles dans le bassin de rétention Gentilly

##### Réalisations :

Parallèlement aux modélisations physiques sur maquette, une campagne de prélèvements et d'analyses physico-chimiques des effluents stockés puis relargués par le bassin de Gentilly a été réalisée en 1996 et 1997 (Documents 4.1, Pilloy et al 1998; 4.2 Poteau 1996; 4.3, Stouvenin 1997; 4.4, Henry 1998). Les résultats de ces études ont montré sur plusieurs pluies la bonne capacité de décantation du bassin lorsqu'il est fermé hermétiquement, mais également, comme cela a également été mis en évidence à l'aide de la maquette, un brassage important des effluents lors d'une reprise des apports ou lors de la vidange du bassin. Les analyses ont également indiquées une évolution défavorable de la qualité des effluents stockés en fond de bassin pour une durée de stockage excédant une quinzaine d'heures. Ces observations ont permis de définir des contraintes à intégrer dans la stratégie de gestion du bassin Gentilly.

Parallèlement aux analyses d'échantillons prélevés dans le bassin, un nouveau capteur multi-paramètres (ADES) a été installé et utilisé dans le bassin. Outre de nombreux problèmes de fonctionnement dans les conditions d'utilisation, la comparaison de ses mesures aux résultats des analyses en laboratoire ont mis en évidence des différences importantes dans la quantification absolue des flux de pollution (MES et DCO principalement). Ces différences ont conduit à tester ce capteur "hors site" dans la halle d'essai de GEMCEA. Ces tests, qui ne sont pas totalement terminés, feront l'objet d'un rapport fournis séparément à la Communauté Urbaine du Grand Nancy propriétaire de l'appareil.

##### Perspectives :

- ☛ Les conclusions des études réalisées sur les analyses d'échantillons prélevés dans le bassin de Gentilly ont été intégrées lors de la définition des modifications de génie civil qui sont actuellement engagées sur le bassin de Gentilly dans le cadre du projet Life'96. De même, les contraintes relatives au temps de stockage maximal à ne pas dépasser dans le bassin, et la mise en évidence d'une épuration rapide de la tranche supérieure des effluents, constituent actuellement des axes essentiels de la nouvelle stratégie de gestion en cours de mise au point (voir Documents 5.7, Faure et al. 1999 et 5.8, Schmitt et al. 1999).
- ☛ Les analyses d'échantillons prélevés dans le bassin et le réseau d'assainissement seront poursuivies à l'automne 1999 dans le cadre des actions du projet Life'96 sur le bassin de Gentilly. Des analyses sur les boues accumulées dans les différents compartiments du bassin de rétention permettront de compléter les connaissances sur les décantats.
- ☛ Bien que les tests de l'appareil ADES ne soient pas totalement terminés, la fragilité mécanique de l'appareil en fonctionnement sur site, son informatique capricieuse ainsi que les difficultés de calage et l'influence des modes de prélèvement et de rinçage de l'appareil sur les résultats de mesure ont conduit à revoir la volonté initiale d'utiliser ce type de capteur pour une surveillance quantitative continue des effluents dans le bassin de Gentilly, ou en un autre point du réseau d'assainissement.

#### Document 5 : Estimation des flux déversés pour différents types de pluies pour la définition d'une nouvelle stratégie de gestion du réseau d'assainissement

##### Réalisations :

Le travail réalisé à partir des données historiques stockées dans la banque de données de la Communauté Urbaine du Grand Nancy, a montré que l'on pouvait relier des classes de pluies

définies sur des critères uniquement pluviométriques à des types de risque pour le réseau d'assainissement, et à des types de gestion du bassin de rétention de Gentilly (Hammouda 1999, Document 5.1). Ce travail a également montré qu'il était théoriquement possible d'intercepter, et donc de traiter, une très grande part des effluents transitant par le bassin de rétention Gentilly, et ainsi de réduire significativement les déversements de pollution dans la Meurthe.

Concernant l'estimation des flux déversés, plusieurs approches ont été menées de manière complémentaire. Les premières portent sur l'examen des premières mesures limnimétriques réalisées dans les déversoirs d'orage (Auchet 1995, Document 5.3), mais concernent aussi la proposition d'une approche globale à l'échelle de l'agglomération pour déterminer approximativement l'importance en volume des déversements de temps de pluie dans le milieu naturel (Auchet 1998, Document 5.4). La dernière met en oeuvre une campagne de mesures qualitatives sur des prélèvements d'échantillons réalisés en fonction de classes de pluies dans le réseau d'assainissement de Boudonville, et notamment au niveau des déversoirs Crosne et Château Salins. Les résultats de cette campagne ont ensuite été interprétés à la lumière d'une analyse statistique des mesures stockées dans la banque de donnée pluviométrique et limnimétrique de la Communauté Urbaine (Hammouda 1999, Document 5.1). Ces études montrent de manière cohérente que les déversements liés aux petites pluies, notamment les pluies d'hiver, sont très importants en fréquence mais sont également non négligeables en volume compte tenu de la durée des déversements, et se produisent pour des intensités de pluie très faibles. Ces travaux montrent le besoin crucial des gestionnaires de réseau de disposer de moyens de régulation pour contrôler la globalité du système de déversements par temps de pluie.

Concernant la modélisation hydrologique du bassin de Boudonville, une étude du coefficient de ruissellement sur deux petits sous-bassins simples a montré de grandes variations inter-événementielle de ces coefficients, variations qui n'ont pu être expliquées à l'aide des données disponibles (Benard 1997, Document 5.2).

Par contre, le calage d'un modèle *hydraulique + qualité* sur l'ensemble du bassin de Boudonville a pu être réalisé grâce aux données de pollution issues de la campagne d'analyses sur prélèvement citée plus haut (Magne et al. 1998, Document 5.5). Ce modèle est en cours d'utilisation dans le cadre du projet Life'96 pour estimer l'impact de la gestion du bassin de rétention de Gentilly sur les déversements de pollution du système d'assainissement (Zug et al. 1999, Document 5.6).

Enfin, les travaux portant sur la classification des pluies ont mis en lumière l'intérêt de définir une stratégie de gestion du réseau d'assainissement basée sur quelques "types de gestion" optimisés en temps différé et correspondant à des types de situations pluvieuses très différentes. Ils ont montré l'intérêt dans ce cadre de relier directement ces situations aux informations provenant des images radar afin de disposer d'une possibilité d'anticipation, la durée moyenne des épisodes pluvieux étant en générale supérieure ou égale à 1h30, et même très souvent supérieure à 3 heures. Cette stratégie de gestion faisant correspondre un type de pluie à un type de risque pour le réseau d'assainissement, et donc à un type de gestion est en cours de mise au point dans le cadre du programme Life'96 (Faure et al. 1999, Document 5.7).

#### Perspectives :

- ☛ Au cours des différentes études, l'analyse des mesures limnimétriques stockées dans la banque de données de la communauté Urbaine ont conduit à réviser le protocole de stockage. A l'avenir, il devrait être possible de disposer de données traduisant des variations plus faibles, permettant notamment des études sur les variations des débits de temps sec.



- ☞ Les analyses sur prélèvements d'échantillons dans le réseau d'assainissement de Boudonville seront poursuivies à l'automne 1999 dans le cadre des actions du projet Life'96, comme les prélèvements réalisés dans le bassin de Gentilly.
- ☞ Le modèle *hydraulique + qualité* calé sur le bassin de Boudonville sera adapté afin de prendre en compte la nouvelle configuration du bassin de rétention de Gentilly après les travaux de génie civil de l'été 1999, ainsi que la nouvelle stratégie de gestion de ce bassin. Dans un premier temps, ce modèle sera ensuite utilisé dans le cadre du projet Life'96 pour optimiser cette nouvelle gestion, et estimer son impact en terme de réduction des déversements polluants dans la Meurthe.
- ☞ Les résultats des études réalisées ont permis de concevoir une nouvelle stratégie de gestion du bassin de rétention Gentilly permettant d'utiliser ce bassin pour limiter les déversements de pollution dans le milieu naturel. Cette stratégie de gestion sera prochainement testée et validée dans le cadre du projet LIFE'96 sur le bassin de Gentilly (Schmitt et al 1999, Document 5.8)

#### En conclusion :

Les résultats des travaux réalisés ont permis de concevoir une stratégie de gestion du bassin Gentilly permettant d'utiliser ce bassin de rétention existant pour un double objectif : la protection contre les inondations, fonction originelle du bassin, et la réduction des déversements de pollution dans le milieu naturel. En cela les objectifs initiaux du programme Gestion Automatisée 1994-1997 ont été atteints. Cette stratégie de gestion, qui sera prochainement testée et validée dans le cadre du projet LIFE'96 pourra ensuite être envisagée pour d'autres bassins de rétention de l'agglomération, en intégrant d'autres ouvrages tel que le bassin de dépollution des eaux de temps pluie Charles Keller. Dans cette perspective, le modèle du bassin versant Boudonville mis au point dans ce programme trouvera une très large utilisation dans les futures études.

#### **4/ Conclusion Générale :**

Ce programme d'études et de recherches 1994-1997 avait pour objectifs d'améliorer la connaissance des phénomènes pluvieux afin de reconnaître en temps réel une situation pluvieuse donnée et permettre un choix entre quelques options de gestion du système d'assainissement, et de mieux définir les possibilités et les limites d'utilisation des bassins de rétention existants pour des objectifs de qualité. L'ambition à terme était de concevoir de nouvelles stratégies de gestion du système d'assainissement variables selon les événements pluvieux de manière à réduire les déversements de pollution en temps de pluie.

Les travaux réalisés ont apportés un ensemble de réponses qui ont permis de définir une nouvelle stratégie de gestion du réseau d'assainissement, alliant la protection contre les inondations et la réduction des déversements de pollution dans le milieu naturel. La validité de cette stratégie, qui cherche à optimiser l'utilisation des structures existantes, est actuellement en cours de démonstration avec un soutien financier très important de l'Union Européenne (2.6 MF) dans le cadre du projet Life'96 réalisé sur le bassin de rétention de Gentilly. Les objectifs initiaux du programme Gestion Automatisée 1994-1997 peuvent donc être considérés comme largement atteints.

D. FAURE

le 10 juin 1999.

**SOMMAIRES DES DOCUMENTS ACCOMPAGNANT LA NOTE DE SYNTHÈSE :****Document 1 : Mise en place d'une chaîne de traitement des images du radar météorologique local**

1. Présentation de l'état des connaissances en hydrologie radar en fonction des besoins des collectivités et des exploitants de réseaux d'assainissement. Dominique FAURE, 1996
2. Présentation des possibilités d'exploitation des images radar pour l'hydrologie à partir des logiciels développés à NANCY. Dominique FAURE, 1998
3. La méthode de contrôle de la mesure de pluie par radar à l'aide des mesures pluviométriques du réseau de la Communauté Urbaine du Grand Nancy. Dominique FAURE, Pierre AUCHET, 1996
4. Le système de traitement en temps réel de l'information radar développé à Nancy pour les besoins d'hydrologie Urbaine. Dominique FAURE, Pierre AUCHET, 1997
5. Les limites de la prévision radar en fonction du type de pluie, de la taille des bassins versants urbains de Nancy, et des différentes variables intéressantes pour la gestion d'un réseau d'assainissement. Dominique FAURE, Jean Pierre SCHMITT, Pierre AUCHET, 1999
6. Présentation d'un extrait des fiches décrivant chaque événement pluvieux stocké dans la banque de données radar constituée à la Communauté Urbaine du Grand Nancy (600 événements de 1995 à 1999). Dominique FAURE, 1999
7. Contrôle de la mesure de pluie d'un radar météorologique - Détection et correction d'un biais significatif par rapport aux mesures au sol, rapport de stage de fin d'étude d'ingénieur, Ecole Supérieure des Sciences et Technologies de l'Ingénieur de Nancy (ESSTIN). Thierry BERGE, 1995
8. 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). Vincent TSCHÉILLER, 1996
9. Corrélations spatio-temporelles entre mesure radar et pluviométrie sur l'agglomération Nancéienne, rapport de stage de fin d'étude d'ingénieur, Ecole Nationale Supérieure de Géologie (ENSG). Frédéric LAPUYADE, 1997.

**Document 2 : Définition d'un système de validation en temps réel des mesures de pluie et de débit**

1. Détection et localisation de défaillances de capteurs dans un réseau de mesure pluviométrique. Cas de l'agglomération nancéienne. Thèse de doctorat de l'Institut National Polytechnique de Lorraine. Stéphane GIULIANI, 1998
2. Identification des systèmes dynamiques non linéaires par une approche multi-modèle. Application à la modélisation de la relation pluie-débit pour le diagnostic de fonctionnement de capteurs. Thèse de doctorat de l'Institut National Polytechnique de Lorraine, spécialité Automatique et Traitement Numérique du Signal. Anass BOUKHRIS, 1998

**Document 3 : Réalisation d'une maquette et modélisation physique du bassin de rétention Gentilly**

1. Etude et réalisation d'un modèle réduit du bassin de Gentilly : rapport de synthèse. Pierre Jean DESSEZ, 1997
2. Etude sur modèle réduit pour optimiser un bassin de rétention d'eau en décanteur. Rapport de stage 3<sup>ème</sup> année Ecole Nationale Supérieure des Arts et Industries de Strasbourg (ENSAIS). François VALHORGUE, 1997

3. Etude de l'efficacité de la dépollution sur la maquette de Gentilly : rapport de synthèse. Pierre Jean DESSEZ, 1997.
4. Présentation des modélisations physiques réalisées à l'aide de la maquette du bassin de rétention Gentilly dans l'objectif d'améliorer la décantation. Pierre Jean DESSEZ, 1998

**Document 4 : Essais de décantation en conditions réelles dans le bassin de rétention Gentilly**

1. Présentation de l'utilisation du bassin de rétention de Gentilly en bassin de dépollution des eaux de temps pluie. Jean Claude PILLOY, Pierre AUCHET, Ali HAMMOUDA, 1998
2. Etude expérimentale de dépollution des eaux pluviales. Bassin de rétention de Gentilly. Rapport de stage Florent Poteau, 1996
3. Poursuite de l'étude expérimentale de dépollution des eaux pluviales. Bassin de rétention de Gentilly. Rapport de stage Nadège Stouvenin, 1997
4. Synthèse de l'étude expérimentale de dépollution des eaux pluviales. Bassin de rétention de Gentilly. Rapport de stage DIT Sciences et Techniques de l'Eau, IUT Nancy. Sylvain HENRY, 1998

**Document 5 : Estimation des flux déversés pour différents types de pluies pour la définition d'une nouvelle stratégie de gestion du réseau d'assainissement**

1. Classification des pluies et analyse du comportement du bassin de Gentilly et des déversoirs d'orages (débit, pollution) pour la définition d'une nouvelle stratégie de gestion du réseau d'assainissement. Ali HAMMOUDA, 1999
2. Etude du coefficient de ruissellement sur deux bassins versants de l'agglomération nancéienne. Rapport de stage 3<sup>ème</sup> année Ecole Nationale Supérieure de Géologie (ENSG). Rémy BENARD, 1997
3. Premiers résultats de mesures sur les déversoirs d'orage de la Communauté Urbaine du Grand Nancy. Pierre AUCHET, 1995
4. Proposition d'une approche globale pour la détermination de l'eau pluviale déversée dans le milieu naturel à Nancy. Pierre AUCHET, 1998
5. Modélisation du bassin versant de Boudonville à l'aide d'un modèle Hydraulique+pollution. Gilles MAGNE, Ali HAMMOUDA, Bruno DE BELLY, 1998
6. Utilisation de la modélisation pour étudier l'impact de la gestion du bassin de rétention Gentilly sur le système d'assainissement. Mathieu ZUG, Gilles MAGNE, Ali HAMMOUDA, Bruno DE BELLY, 1999
7. Présentation de la nouvelle stratégie de gestion du réseau d'assainissement appliquée sur le bassin de Gentilly. Dominique FAURE, Jean Pierre SCHMITT, René BADOT, 1998
8. Présentation du projet Life'96 pour démontrer, sur le cas du bassin de Gentilly la validité et la possibilité d'application de la nouvelle stratégie de gestion du réseau d'assainissement définie dans le cadre du programme Gestion Automatisée. Jean Pierre SCHMITT, Dominique FAURE, René BADOT, Laurent PHAN, 1999