LE CONTROLE DE LA POLLUTION URBAINE D'ORIGINE PLUVIALE : LE PROGRAMME DE RECHERCHE DANS LA GESTION DE LA POLLUTION URBAINE AU ROYAUME UNI

P.B. RUMSEY, I.T. CLIFFORDE, R.W. CRABTREE
Water Research Center, Swindon, United Kingdom

RESUME

Cet exposé examine les objectifs, la philosophie et les cibles du programme de recherche dans la Gestion de la Pollution Urbaine (G.P.U.), qui est le plus gros effort fait par l'industrie de l'eau du Royaume Uni pour développer des méthodologies efficaces pour le contrôle de la pollution des cours d'eau due aux rejets intermittents, tels que ceux provenant des déversoirs d'orage des réseaux unitaires. On y présente un cadre détaillé à l'intérieur duquel l'ensemble des outils de modélisation développés au cours du programme de G.P.U. peuvent être appliqués pour se pencher sur les questions environnementales pertinentes, d'une manière qui est à la fois financièrement viable pour les services publics et acceptable par les organismes de contrôle.

1. INTRODUCTION

La genèse du programme remonte aux années 1970, quand on a constaté une tendance de plus en plus marquée des grands réseaux d'égouts à s'effondrer structurellement, mettant en évidence l'état de vieillissement des ouvrages souterrains. Les travaux de recherche effectués ont rapidement révélé que le problème était considérable, mais contrôlable si des méthodologies de contrôle efficaces [1] pouvaient être développées. Dès le départ, il a été reconnu que pour trouver des solutions rentables, il fallait envisager le problème à l'échelle de tout le bassin (urbain) et de traiter, en même temps, tous les volets de la performance du réseau.

Par ailleurs, il fallait se pencher, tout particulièrement, sur des portions du réseau, sélectionnées et d'importance stratégique, pour permettre à des mesures préventives d'être prises, afin d'utiliser au mieux des ressources limitées.

Le premier grand produit issu de cette recherche [2] a été le Sewerage Rehabilitation Manual (S.R.M.). Ce document présentait les messages clés exposés plus haut, appuyés par l'emploi de modèles de simulation hydraulique nouvellement développés et de nouvelles techniques de rénovation des égouts, pour traiter le problème des insuffisances au niveau de la capacité (débordement) et de la condition structurelle observées dans plusieurs réseaux d'assainissement. Cette approche a été communément acceptée dans toute l'industrie au Royaume Uni et constitue la base du programme de Schéma Directeur d'assainissement [3], [4], qui est en cours à l'heure actuelle.

Dans sa forme initiale, le S.R.M. n'apportait que peu de contributions sur le plan des méthodologies de contrôle objectif de la pollution résultant de rejets par les réseaux d'assainissement. C'est pour combler cette lacune, dans la technologie, que le programme de G.P.U. a été mis sur pied. L'objectif

principal de ce programme est d'élaborer et promulguer une méthodologie objective permettant de gérer, d'une manière qui soit à la fois environnementalement acceptable et économiquement viable, la collecte, le traitement et l'évacuation des eaux usées par temps de pluie.

En traitant ce problème, de nombreux efforts sont allés dans le sens d'une gestion efficace des rejets provenant des déversoirs d'orage de réseaux unitaires. L'importance de rejeter les eaux de surface séparément et le besoin de gérer les rejets des stations d'épuration, lors d'épisodes pluvieux (forts débits), ont aussi été reconnus et traités dans ce programme.

Quand le programme de G.P.U. a démarré, l'industrie de l'eau — en Angleterre et au Pays de Galles — était structurée en Regional Water Authorities (R.W.A.), découpées pour couvrir un bassin fluvial, chacune d'elle responsable de tous les aspects du cycle de l'eau, recouvrant à la fois les fonctions d'exploitation et de contrôle. Le financement était contrôlé par le Gouvernement central. Ainsi, la motivation, mais aussi les conditions demandant des solutions rentables [5] pour les problèmes, étaient particulièrement prononcées. Par conséquent, durant cette période, on s'est tourné vers le concept du contrôle de la pollution urbaine qui fixe des Objectifs et des Normes de Qualité Environnementales (O.Q.E. et N.Q.E.) pour les milieux récepteurs et propose des programmes d'ingénierie sur mesure permettant de répondre aux conditions spécifiques prédominantes, concept qui reste, à ce jour, la pierre angulaire de ce programme.

Au moment de la privatisation, on a introduit le concept d'Objectifs Statutaires pour la Qualité de l'Eau (O.S.Q.E.) et la mission de les faire respecter était confiée à l'organisme de contrôle nouvellement créé, la National Rivers Authority (N.R.A.). Ceci a, tout au long, été la raison d'être du programme, renforcé par la grande expansion des programmes d'investissement entrepris par les Compagnies des Eaux privées et par les exigences de la législation sur l'environnement, qui se caractérise par un nombre toujours croissant de textes.

2. LES PRODUITS

2.1. LES NORMES DE QUALITE ENVIRONNEMENTALE ET LES AUTORISATIONS RELATIVES AUX REJETS INTERMITTENTS

Le contrôle des rejets intermittents est un élément important pour parvenir à faire respecter les O.S.Q.E. La recherche scientifique fondamentale, visant à développer une bonne compréhension des rapports intensité/durée/fréquence associés à la santé écologique pour les plus importants facteurs sanitaires déterminants, est signalée dans des ouvrages publiés [6], [7]. Ces connaissances servent, maintenant, à développer une politique d'autorisation pour les déversoirs d'orage des réseaux unitaires. Un cadre de méthodologies de planification et des critères environnementaux sont en cours d'élaboration, auxquels les travaux proposés devront se conformer et qui, par ailleurs, serviront pour faire l'audit des conceptions proposées. Les autorisations seront alors fixées sous forme de substituts simplement contrôlés pour s'assurer que la conception fonctionne de la façon prévue. La politique, qui émerge, a été fortement influencée, si ce n'est positivement façonnée, par la recherche entreprise dans le programme de G.P.U., et est un bon exemple de la façon dont la recherche peut directement contribuer à l'élaboration d'une politique.

Des projets de critères de qualité de l'eau, par temps de pluie, ont été proposés pour l'oxygène dissous et l'ammoniaque non-ionisée, tenant compte de l'importance (concentration), la durée et la fréquence (période de récurrence) des épisodes de pollution épisodique, tels que les débordements des déversoirs d'orage des réseaux unitaires [6], [7]. Alors que les critères

actuels ont été établis pour des épisodes dont la fréquence peut, au maximum, être annuelle comme indiqué dans la table 1, on prévoit, qu'à l'avenir, ils seront étendus pour couvrir des fréquences plus extrêmes.

Les valeurs, présentées dans la table 1, font actuellement l'objet de discussions dans l'industrie de l'eau, et pourraient être revues avant la finalisation des critères. Pour l'application des valeurs, on devra tenir compte d'autres facteurs spécifiques au lieu en question, comme la température, le pH et les niveaux d'autres polluants.

Table 1 : Critères de la qualité de l'eau proposés pour la protection de la vie aquatique contre la pollution intermittente.

(a) Oxygène dissous : critères proposés pour des expositions durant 1 heure et 24 heures [6]

Fréquence	Durée d'exposition	
	1 heure	24 heures
Exposition continue	9	9
1 mois	3,5	5
3 mois	3	4,5
1 an	2,5	4
Minimum permis	2,0	2,0
Concentrations en oxygène dissous (en mg/l)		

(b) Ammoniaque : critères proposés pour une exposition durant 1 heure et 24 heures [7]

Fréquence	Durée d'exposition	
	1 heure	24 heures
Exposition continue	0,021	0,021
1 mois	0,225	0,100
3 mois	0,300	0,125
1 an	0,350	0,150
Minimum permis	0,450	0,450
Concentrations en ammoniaque non-ionisée (exprimées en mg de NH ₃ -N/l)		

3. DEVELOPPEMENT DES MODELES DE SIMULATION

Le besoin de concevoir et de prouver la viabilité de projets permettant de se conformer à des normes environnementales spécifiques et détaillées exige d'avoir la possibilité de considérer rapidement, et à un coût abordable, un grand nombre de scénarios. La manière la plus efficace d'y parvenir est de se servir de modèles de simulation mathématique. Pour l'exploitant, l'idéal serait d'avoir à sa disposition une gamme compréhensive d'outils de simulation, pour s'assurer que la forme et la sophistication de l'investigation peuvent être assorties à l'importance, au coût et à l'impact du projet à l'étude. Ceci suppose une corrélation positive entre la sophistication (c'est-à-dire le coût) d'une investigation et la fiabilité qui peut être accordée aux conclusions.

Plusieurs outils appropriés étaient déjà communément utilisés quand le programme a démarré. Toutefois, il y avait aussi quelques insuffisances notables dans les produits disponibles, ce qui limitait la mise en œuvre efficace d'une politique de ce genre. Quand des lacunes étaient identifiées, des mesures étaient prises pour développer des outils permettant de répondre aux besoins. Les développements les plus significatifs, réalisés sous l'égide du programme de G.P.U., et les questions relatives à leur adoption par l'industrie sont abordés dans les paragraphes suivants.

3.1. MODELE DE SIMULATION DE LA QUALITE DE L'EAU

L'emploi de modèles de simulation hydraulique vérifiés est, depuis quelques années, communément accepté dans tout le Royaume Uni. Les technologies associées, portant sur la collecte des données relatives aux débits et au bassin, sont aussi bien en place. On se tourne, maintenant, vers la collecte et la modélisation des données sur la qualité, sous la contrainte de pressions environnementales de plus en plus grandes.

De simples techniques permettant d'estimer les teneurs en polluants majeurs, pour chaque épisode [2], [10], sont disponibles depuis un certain temps. Pour des programmes faisant intervenir des investissements majeurs en capitaux, le besoin de pouvoir simuler les résultats détaillés des « pollutographes » du système a été démontré, à cause de la courte durée (par rapport au débordement), en fonction de laquelle le respect des objectifs peut être jugé, mais aussi le besoin d'optimiser la conception de facilités de stockage dans le réseau même. MOSQUITO [8] commercialisé par H. R. Wallingford est le modèle développé pour répondre à ce besoin. Ce modèle s'est avéré capable de produire des résultats précis et fiables, pour un large éventail de circonstances, résultats [15] à utiliser pour faciliter la prise de décision.

Pourtant l'expérience a démontré que la collecte des données pour ce modèle et autres modèles détaillés de la qualité de l'eau est assez onéreuse, impliquant donc que l'application de ce genre de modèle sera obligatoirement restreinte aux investigations majeures.

3.2. MODELE DYNAMIQUE DE LA STATION D'EPURATION

La tendance va de plus en plus dans le sens de l'introduction de réservoirs de stockage dans les réseaux d'assainissement, prolongeant considérablement les périodes de débits de pointe dans la station d'épuration, tendance qui aussi met l'accent sur la nécessité d'optimiser la performance du réseau tout entier durant les épisodes pluvieux, et qui impose le besoin d'avoir des modèles dynamiques de la station d'épuration. Un modèle simple STOAT [10] a été développé pour répondre à ce besoin. Le modèle existe sous forme de prototype entièrement testé, mais il lui manque le package de convivialité qui lui permettrait d'être plus largement utilisé et commercialisé. Ce modèle a été développé pour être entièrement compatible avec les autres modèles de qualité détaillés pour la G.P.U., et il peut être utilisé conjointement avec ces derniers pour traiter les problèmes à l'échelle du bassin, ou seul, pour planifier les projets de réaménagement des stations d'épuration.

3.3. MODELES DE L'IMPACT DANS LES RIVIERES

Il existe plusieurs modèles destinés à examiner l'impact momentané, sur les cours d'eau, des épisodes de pollution de courte durée. Des techniques simples d'évaluation de l'impact ont été développées [10], dans le cadre du programme de G.P.U. Dans le cas où une investigation détaillée s'impose, certains besoins spécialisés ont été identifiés, par exemple, être capable de transférer de façon transparente les données des modèles simulant les apports au système fluvial, de modéliser les sédiments/polluants d'une manière en rapport avec les caractéristiques des matériaux provenant des eaux usées, et de résumer les résultats sous un format aisément associable aux normes environnementales.

MIKE11 a été sélectionné comme étant le modèle le plus apte à répondre à ces besoins. MIKE11 a depuis fait l'objet de plusieurs développements [11], réalisés par l'Institut Hydraulique Danois. Ainsi, un outil entièrement compatible avec les autres modèles G.P.U. [12] est maintenant à la disposition de tous les usagers.

3.4. SAISIE DES PRECIPITATIONS

Le concept d'épisodes pluvieux de fréquence annuelle moyenne, pour analyser la performance du réseau d'égouts par temps de pluie [13], a été développé très tôt dans le programme de G.P.U. et est largement utilisé par l'industrie. Des travaux de recherche ultérieurs ont démontré le besoin d'avoir des données historiques étalées sur des périodes plus longues, et une méthodologie permettant de faire la synthèse de données détaillées (horaires) pluriannuelles a été développée [14]. Le W.R.C. s'occupe actuellement de la présentation du générateur stochastique de précipitations [14], sous la forme de logiciel commercial qui sera à la disposition de tous les usagers en 1993.

4. DEVELOPPEMENT D'UNE APPROCHE POUR LES APPLICATIONS DE LA G.P.U.

Le programme de G.P.U. a entraîné des progrès considérables dans le développement, les moyens de tester et la mise à la disposition des usagers des technologies de contrôle pour les rejets d'eaux usées urbaines. L'accent se déplace maintenant vers les moyens au travers desquels les produits du programme de recherche pourront être utilisés de façon routinière par l'industrie. Ce volet est traité par l'élaboration d'une ligne de conduite par la NRA qui s'appuie sur, et encourage, l'emploi de cette technologie par toutes les parties concernées. Deux problèmes clés ont été identifiés. La complexité de l'investigation doit être pondérée par rapport, à la fois, à l'impact environnemental en puissance du rejet, et à l'importance et au coût du projet d'investissement qui va en résulter. Face à la grande variété de techniques de modélisation disponibles, les exploitants ont besoin d'être guidés sur le choix à faire en fonction de circonstances données.

On doit aussi leur offrir une formation sur la manière d'utiliser chaque modèle, afin de démontrer efficacement le respect des normes environnementales. Dans bien des cas, ceci demandera de porter des jugements, entre ce qui est techniquement désirable et ce qui peut être réalisé dans la pratique, en raison des contraintes au niveau des ressources. Normalement, il faut simplifier considérablement, soit les modèles de simulation (calés en fonction des modèles très détaillés), soit les saisies des précipitations, en se basant sur des échantillons.

5. SOLUTIONS D'INGENIERIE

Dans le programme de G.P.U., on n'a pas négligé le fait qu'on doit être en mesure de concevoir, dans le domaine de l'ingénierie, des ouvrages performants permettant d'atteindre les niveaux de performance désirés. Notamment, on a reconnu que la pollution « esthétique », c'est-à-dire l'aspect visuel, résultant des rejets d'eaux résiduaires est un problème important, et l'un de ceux qui ne se prêtent pas à l'approche de la modélisation qui a été adoptée. Un projet est actuellement en cours, visant à examiner les connaissances acquises à l'échelle mondiale, et à proposer une voie pour aller de l'avant dans le sens d'un cadre objectif de normes et de méthodologies de contrôle complémentaires.

Toute la question des solides bruts dans les eaux usées, notamment associés aux eaux résiduaires par temps de pluie, est un domaine où l'ignorance est considérable, due, en grande partie, à la difficulté inhérente présentée par la collecte de données utiles. Donc, dans le cadre du programme de G.P.U., des travaux ont été mis sur pied afin de développer des instruments mieux appropriés pour la collecte des données sur le terrain, permettant de caractériser la performance des structures existantes, mais aussi de développer de nouvelles formes de structures pour les déversoirs et les facilités de stockage qui soient plus performantes.

6. CONCLUSIONS

Une vaste expérience dans les aspects pratiques du recueil des données, de la réalisation des modèles et de leur application a été acquise grâce à des applications faites dans cinq études pilotes dans le cadre d'un projet dont la coordination a été assurée par le W.R.C. [15]. Un autre projet utilise ces données et modèles, pour affiner les méthodologies d'application globales et examiner la sensibilité des résultats obtenus par rapport aux différentes techniques de modélisation [16], suppositions et simplifications. Ces connaissances seront utilisées pour formuler des lignes directrices générales à l'intention des exploitants ; elles seront présentées dans un guide de l'utilisateur (qui s'intitulera le *U.P.M. Manual* [2] et qui ressemblera au *Sewerage Rehabilitation Manual* très utilisé et qui fait autorité. Sa parution est prévue en 1994, et il sera en quelque sorte le point culminant du programme de G.P.U.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] NATIONAL WATER COUNCIL/DEPARTMENT OF THE ENVIRONMENT — Sewers and water mains : a national assessment. STC, n° 4, 1977.
- [2] WATER RESEARCH CENTRE — Sewerage rehabilitation manual. Second edition, W.R.C., 1986.
- [3] FIDDES D. UK — Urban stormwater control — Institutional issues in urban stormwater quality enhancement : source control, retrofitting and combined sewer technology. Engineering Foundation, Davos, 1989, pp. 36.
- [4] OFFICE OF WATER SERVICES — Capital investment and financial performance of the water companies in England and Wales, 1991/1992. OFWAT, 1992.
- [5] TYSON J.M. — Institutional issues in urban pollution management in England and Wales. Engineering Foundation Conference « Effects of Urban Runoff on Receiving Systems », Crested Butte, Colorado, U.S.A., 1991.
- [6] MILNE I., SEAGER J. — Proposed water quality criteria for the protection of aquatic life from intermittent pollution : dissolved oxygen. W.R.C. Medmenham, report n° PRS.2498-M, 1990.
- [7] MILNE I., SEAGER J. — Proposed water quality criteria for the protection of aquatic life from intermittent pollution : ammonia. W.R.C. Medmenham, report n° NR.2682, 1991.
- [8] HYDRAULIC RESEARCH, WALLINGFORD — MOSQUITO user manual. H.R., Wallingford, 1991.
- [9] STIMSON K. — Dynamic sewage treatment works modelling. W.R.C., report n° UM.1287, 1992.
- [10] CRABTREE R.W., CROCKETT C.P., TOFT A. — Interim river water quality planning procedures for controlling intermittent pollution from storm sewage overflows. W.R.C., report n° ER.317E, 1988.
- [11] DANISH HYDRAULIC INSTITUTE — MIKE11 user guide. D.H.I., 1990.
- [12] BECKER M., HUTCHINGS C.J. — Testing of MIKE11 software. Foundation for Water Research, report n° FR.0242, 1992.
- [13] HENDERSON R.J. — Rainfall time series for sewer system modelling. W.R.C., report n° ER.195E, 1986.
- [14] COWPERTWAIT P.S.P., METCALFE A.V., O'CONNELL P.E., MAWDSLEY J.A., THRELFALL J.L. — Stochastic generation of rainfall time series. Foundation for Water Research, report n° FR.0217, 1991.
- [15] CRABTREE R.W., HUTCHINGS C.J., WILKINSON B. — Urban pollution management : application experience to date. Wallingford Procedure User Group, Spring Meeting, 1992.
- [16] CRABTREE R.W., DEMPSEY P. — U.P.M. Application methodology : interim report. Foundation for Water Research, report n° FR.0299, 1992.

NOTA : ce papier est publié avec la permission du Directeur du W.R.C. Les points de vue qui y sont présentés sont ceux des auteurs et pas nécessairement ceux du W.R.C.