Outre les deux paramètres considérés ici (Ce et H), d'autres facteurs, en particulier géométriques, peuvent influencer le devenir des particules. L'emploi d'un tel système de mesure est alors prometteur. Son utilisation pour des modèles réduits de divers types de bassins permettrait alors de connaître empiriquement la relation, propre à chaque ouvrage, liant la sédimentation à ces différents facteurs. Le concepteur aurait alors à sa disposition un certain nombre d'indications, grâce à cette « fonction sédimentation », permettant de le guider vers un choix final de type d'ouvrage.

La mesure des concentrations au niveau du déversoir de trop plein du bassin est, également, un point essentiel qu'il convient d'étudier. De plus, le contrôle en temps réel des orifices d'évacuation du bassin [SAUL et al., 1992], en fonction notamment de la hauteur d'eau, est une chose importante. En effet, ceci peut permettre d'optimiser d'une part, bien sûr, le comportement hydraulique du bassin, et d'autre part, la sédimentation.

BIBLIOGRAPHIE

CRABTREE R.W. — A classification of combined sewer sediment types and characteristics. Water Research Center, report n° ER324E, WRC, Swindon, 1988.

ELLIS R.D. — The design of storm drainage storage tanks for self-cleansing operation. Thesis submitted to the University of Manchester for the degree of Doctor of Philosophy in the Faculty of Science, Department of Engineering, Manchester, 1991, 413 pages.

F.N.D.A.E. — Les bassins d'orage sur les réseaux d'assainissement : expériences acquises à partir des réalisations actuelles. Documentation technique n° 6, 1988, 62 pages.

LAFOND J.M. — Etude expérimentale et modélisation de la sédimentation et des concentrations de polluants en modèle physique de bassin d'orage. Mémoire de 3ème année de D.E.A., ENITRTS — Strasbourg, Université de Sheffield, 1992, 160 pages.

SAUL A.J., BROWNBILL V.R., SKIPWORTH P., ROULSTON M. et LAFOND J.M. — Laboratory investigations of shaft-tank efficiency. Conférence internationale sur : « Les nouvelles technologies en assainissement pluvial », Novatech 92, 1991, pp. 434-446.

SAUL A.J. et ELLIS D.R. — Storage tank design in sewerage systems. 5th International conference on Urban Storm Drainage Proceedings, Osaka, 1990, pp. 713-718.

LE TRAITEMENT DES SURVERSES DE RESEAUX UNITAIRES PAR TEMPS DE PLUIE

R. NICOL *, C. DELPORTE **

* DEGREMONT — Département Recherche et Développement, Chef du Service Traitement biologique

** DEGREMONT — Département Recherche et Développement, Ingénieur au Service Traitement biologique

RESUME

Les essais ont été effectués sur deux types de réseaux, un réseau long et un réseau court. Les résultats obtenus sont voisins.

Après un conditionnement binaire, le Densadeg peut, à des vitesses > à 50 m/h, éliminer plus de 80 % des MES, 70 % de la DCO, 65 % de la DBO5 et plus de 80 % des métaux lourds.

Les eaux issues du Densadeg peuvent être admises sur un Biofor sans altérer les performances de celui-ci tant en pollution carbonée qu'azotée.

Les filières classiques de traitement des boues moyennant quelques adaptations peuvent être utilisées.

1. INTRODUCTION

On regroupe sous le terme « rejet urbain par temps de pluie », toutes les eaux qui rejoignent, lors d'épisodes pluvieux, le milieu récepteur sans transiter par une station d'épuration ; c'est-à-dire en système séparatif, les eaux de ruissellement évacuées par le réseau d'eaux pluviales et, en système unitaire, le mélange des eaux de ruissellement et d'eaux usées rejetées vers le milieu récepteur par les déversoirs d'orages implantés en divers points du réseau et/ou en tête des stations d'épuration.

La prise de conscience des problèmes engendrés par ces déversements dans le milieu naturel, et plus particulièrement ceux des surverses de réseaux unitaires, ont conduit à entreprendre des essais en vue de leur traitement.

Les essais ont été effectués successivement sur :

- un réseau long,
- et un réseau court.

Ces essais ont porté :

- sur les possibilités d'élimination de la pollution particulaire et colloïdale, par décantation accélérée avec apport de réactifs ;
- sur les conditions d'un démarrage rapide de la décantation ;
- sur la capacité de cultures fixées à éliminer la pollution carbonée, voire azotée, apportée par les eaux pluviales décan-tées et à retrouver leurs performances initiales lorsque les conditions d'alimentation en temps sec sont rétablies ;
- sur les différentes filières de traitement des boues produites.

2. MATERIEL ET METHODES

S'agissant d'étudier le traitement des eaux déversées en milieu naturel par temps de pluie, il aurait été opportun d'installer les pilotes sur un déversement et d'attendre les épisodes pluvieux pour entreprendre les essais.

Pour des raisons pratiques, ces essais ont été effectués sur deux sites :

- le site du CRITER à Colombes (alimenté en eau brute provenant d'un des émissaires parisiens les moins chargés), c'est-à-dire sur un réseau long ;
- le site de la station d'épuration de Neauphle-le-Château, c'est-à-dire sur un réseau court.

Pour réaliser ces essais, nous avons utilisé un décanteur lamellaire à recirculation de boues, le Densadeg, et une culture fixée aérobie, le Biofor.

3. CARACTERISTIQUES DES EAUX

3.1. SITE DE COLOMBES

- MES = 224 mg/l en moyenne et extrêmes de 60 et 441 mg/l,
- DCO = 288 mg/l en moyenne et extrêmes de 107 et 879 mg/l,
- DBO5 = 114 mg/l en moyenne et extrêmes de 57 et 221 mg/l,
- NTK = 33 mg/l en moyenne et extrêmes de 18 et 55 mg/l,
- P/P04 = 3,3 mg/l en moyenne et extrêmes de 1,3 et 5,9 mg/l.

3.2. SITE DE NEAUPHLE-LE-CHATEAU

Chiffres moyens :

- MES = 536 mg/l,
- DCO = 757 mg/l,
- DBO5 = 390 mg/l,
- NTK = 58 mg/l,
- P = 7,5 mg/l.

4. OPTIMISATION DU CONDITIONNEMENT

Afin d'établir le meilleur couple coagulant-floculant, des essais jar-tests ont été effectués sur l'effluent brut. Les meilleurs résultats ont été obtenus avec le chlorure ferrique à 80 mg/l et un polymère anionique à raison de 1 mg/l.

Le conditionnement à ces doses présente un coût relativement modeste de l'ordre de 15 centimes/m³.

5. RESULTATS OBTENUS SUR LE DENSADeg

Les vitesses appliquées sur le Densadeg ont varié entre 15 et 50 m/h.

Dans cette gamme de vitesse, les résultats sont indépendants de la vitesse appliquée (cf. tableaux ci-après).

5.5.1. COLOMBES

(V = 50 m/h)

	Turbidité (NTU)	MES (mg/l)	DCO (mg/l)	DBO5 (mg/l)	NTK (mg/l)	P (mg/l)
Eau brute	50	127	229	96	32	5,9
Eau traitée	15	22	102	39	28	2,6
Rendement (%)		83	56	59	12	56

Les boues sont extraites à des concentrations de 40 à 50 g/l.

5.5.2. NEAUPHLE-LE-CHATEAU

(V = 52 m/h)

	MES (mg/l)	DCO (mg/l)	P (mg/l)
Eau brute	1 050	1 071	14,6
Eau traitée	44	354	1,9
Rendement (%)	96	67	86,9

5.5.3. METAUX LOURDS

Eau brute	Eau traitée	Rendement	
Zinc (mg/l)	0,32	0,03	91
Cuivre (mg/l)	0,18	0,02	89
Nickel (mg/l)	< 0,02	< 0,02	
Chrome (mg/l)	< 0,02	< 0,02	
Plomb (mg/l)	< 0,2	< 0,04	> 80

N.B. : ces résultats recoupent ceux d'autres auteurs, qui ont souligné qu'en épisodes pluvieux, l'essentiel des métaux étaient sous forme insoluble.

Après conditionnement au FeCl₃ et polymère organique, le Densadeg pour une vitesse appliquée de 50 m/h permet une élimination de :

- 80 à 90 % en MES,
- 60 à 75 % en DCO,
- 60 à 70 % en DBO5,
- 60 à 80 % en P ;

ainsi qu'une très bonne élimination des métaux lourds.

6. SIMULATION D'EPISODES PLUVIEUX

Pour simuler les épisodes pluvieux, plusieurs tests ont été effectués :

- démarrage appareil vide avec et sans lit de boue ;
- augmentation progressive du débit ;
- et augmentation brusque du débit (avec ou sans surdosage de réactifs).

Deux solutions sont possibles lors d'un épisode pluvieux (démarrage sans boues) :

- soit, on peut être prévenu environ 1 heure à l'avance (radio, mesure sur le réseau). Dans ce cas, il sera possible de surdoser les réactifs d'un facteur 3 environ, pendant une heure (formation du lit de boue). Les résultats seront toujours bons : 90 % d'élimination des matières en suspension cinq minutes après le déversement ;

- soit, on ne peut être prévenu et dans ce cas on impose une montée linéaire du débit et on stocke le surplus.

L'augmentation du débit sera effectuée sur trente minutes et les résultats obtenus pendant l'augmentation du débit seront proches de ceux en fonctionnement stabilisé.

7. RESULTATS OBTENUS SUR LE BIOFOR

7.1. CAS DE COLOMBES

Le Biofor, étant alimenté avec une eau secondaire et donc assurant une bonne nitrification, a été soumis à des augmentations brusques de débit (facteur 3) et ceci, en remplaçant l'eau secondaire par la surverse du Densadeg.

Après 24 h de fonctionnement dans ces conditions, nous sommes revenus aux conditions initiales. Les résultats obtenus sont rassemblés sur les figures 1 et 2.

Le Biofor alimenté par un effluent secondaire et assurant une bonne nitrification supporte, sans problème, les à-coups de charge liés à une augmentation de débit et à un changement d'effluent et ceci, sans que sa capacité nitrifiante ne soit altérée.

Pendant la pointe, les eaux traitées subissent un abattement satisfaisant de la DCO, voire de l'azote.

Après la pointe et un lavage, le Biofor délivre des eaux d'une qualité comparable à celle qui existait avant la pointe.

7.2. CAS DE NEAUPHLE-LE-CHATEAU

Le Biofor, dans ce cas, était alimenté avec une eau ayant subi une décantation primaire et exploité afin d'assurer une bonne élimination de la pollution carbonée, mais sans nitrification.

Figure 1 : « Biofor » DCO.

Figure 2 : « Biofor » N-NH₄.

Pour des vitesses de 2 à 3 m/h, soit des charges en DBO₅ de 3 à 5 kg/m³/j, la DBO₅ et les MES de l'eau traitée sont inférieures à 30 mg/l.

Lors de l'épisode pluvieux, nous avons alimenté le Biofor avec la surverse du Densadeg (le débit étant multiplié par 2 à 3).

Sur l'ensemble des essais, nous constatons que les variations de débits entraînent une baisse des rendements de 10 à 20 % sur la DCO, 15 à 25 % sur la DBO₅ et de 5 à 10 % sur les MES.

Malgré les fortes charges appliquées de 5 à 8 kg DBO₅/m³/j, les rendements du Biofor restent tout à fait satisfaisants.

Il est possible, lors d'épisodes pluvieux, d'appliquer des vitesses élevées sur le Biofor tout en conservant ses performances, tant au niveau d'élimination de la pollution carbonée qu'azotée.

De plus, après la pointe, le Biofor délivre une eau de qualité comparable à celle qui existait avant l'épisode pluvieux.

8. TRAITEMENT DES BOUES

Une attention particulière a été apportée au traitement des boues.

Celles-ci sont produites en quantité importantes et sur de courtes périodes, ce qui proscriit l'utilisation d'une filière biologique de stabilisation (sauf pour les grandes stations d'épuration), du fait du volume trop élevé à mettre en œuvre. Un traitement de boues fraîches sera donc nécessaire, soit direc-

tement (conditionnement thermique), soit après un conditionnement chimique avec une pré — et/ou une post — stabilisation chimique.

8.1. CARACTERISTIQUES DES BOUES EXTRAITES DU PILOTE

- Concentration = 35 à 50 g/l,
- perte au feu (105-550 °C) = 50 à 60 % sur MES
(ceci comprend les matières organiques et l'eau d'hydratation des hydroxydes),
- taux d'hydroxydes de fer = 15 à 30 % sur MES.

8.2. POST-STOCKAGE DES BOUES

L'intérêt d'un épaississement aval ne se justifie pas beaucoup, sauf peut-être en cas de conditionnement thermique.

Un épaississement complémentaire peut être obtenu dans le stockeur. Des concentrations de 45 à 60 g/l peuvent être obtenues en 24 h.

8.3. DESHYDRATATION SUR FILTRE PRESSE APRES CONDITIONNEMENT CHIMIQUE

Selon le taux d'hydroxydes, un conditionnement à la chaux seule ou un conditionnement binaire sera réalisé.

Avec un chaulage de 20 à 30 % sur MES et de 3 à 4 % de FeCl_3 , les filtrabilités obtenues permettent un passage sans problème sur filtre presse.

Les cycles de filtration seront de 2 h 30 à 3 h.

Les siccités atteintes seront supérieures à 30 %.

8.4. DESHYDRATATION SUR FILTRE PRESSE APRES CONDITIONNEMENT THERMIQUE

Malgré le taux élevé d'hydroxydes, le conditionnement thermique reste tout à fait efficace avec la technologie habituelle.

Nos essais pilotes ont donné :

- paramètres de cuisson :
 - temps de montée en température = 45 min,
 - temps de maintien en température = 40 min,
 - température = 185 °C ;
- post-épaississement après cuisson :
 - charge = 1.000-1.300 kg MES/m²/j,
 - concentration = 120-150 g/l,
 - perte = 105-550 °C > 40 % ;
- filtre-presse : cycle de 2 à 3 h ;
- siccité : > 40 %

8.5. FILTRE A BANDE PRESSEUSE

Selon le taux d'hydroxydes, des siccités de 23 à 26 % peuvent être obtenues avec des charges massiques de 250 à 350 kg/m/h.

8.6. CENTRIFUGATION

Les centrifugeuses classiques donneront également 23 à 26 % de siccité, avec un débit massique de l'ordre de 550 à 750 kg MS/h pour une décanseuse de diamètre de bol de l'ordre de 400 mm.

BIBLIOGRAPHIE

GOUSAILLES, NICOL R. — Eaux pluviales : essais effectués sur le site de la station expérimentale de Colombes. Rapport S.I.A.A.P./CRITER/DEGREMONT.

DELPORTE C. — Traitement des surverses de réseaux unitaires : Neauphle-le-Château. Rapport DEGREMONT.

DEPOLLUTION DES EAUX PLUVIALES : UTILISATION DE LA DECANTATION LAMELLAIRE

S. DASTUGUE *, Monique VIGNOLES **, L. HERREMANS ***, P. VIDOU ****, C BERNARD *****

* Compagnie Générale des Eaux — 78, chemin des Sept Deniers — 31200 Toulouse

** I.N.P.T. — Place des Hauts Murats — 31000 Toulouse

*** Anjou-Recherche — 24 rue Saarinen — SILIC 248 — 94568 Rungis Cedex

**** Agence de l'Eau Adour-Garonne — 90, rue Férétra — 31400 Toulouse

***** SOGEA — 280, avenue Napoléon Bonaparte — BP. 320 — 92506 Rueil-Malmaison Cedex

RESUME

Le programme de recherche, lancé à partir de novembre 1987 par la ville de Toulouse en collaboration avec la Compagnie Générale des Eaux, a permis, dans un premier temps, de définir les caractéristiques physicochimiques et hydrodynamiques des eaux de ruissellement sur la ville. Au vu de ces résultats, une expérimentation utilisant la décantation lamellaire a permis de montrer la validité de ce système de dépollution des eaux et d'envisager le passage à une expérimentation d'échelle industrielle.

En novembre 1987, un programme de recherche sur la réinjection en nappe phréatique des eaux de ruissellement était officiellement lancé par la Ville de Toulouse avec la collaboration de partenaires scientifiques, publics et privés, dans le cadre du service de l'assainissement. La Compagnie Générale des Eaux, Centre Régional du Sud-Ouest qui gère actuellement ce service a poursuivi les activités de recherche qui s'y étaient développées avec la participation de l'Institut National Polytechnique de Toulouse, Anjou-Recherche et SOGEA.

La caractérisation physico-chimique des eaux de ruissellement (plus de trois cents échantillons analysés) [1], [2], [3] a montré que la pollution qu'elles transportent n'est plus négligeable, et l'objectif de réinjection en nappe a été abandonné du fait des risques de contamination qu'il implique. Le traitement de ces eaux est, par contre, devenu à l'ordre du jour. Les principaux facteurs polluants sont en fait contenus dans les matières en suspension (tableau 1). Un traitement de ces eaux implique donc leur élimination.

Deux solutions se présentaient :

- la filtration, abandonnée du fait du colmatage quasi-immédiat des divers milieux filtrants utilisés ;
- la décantation : ce procédé a été retenu à la suite d'une étude des caractéristiques physiques des MES.

Masse volumique = 3,1 g/cm³

Granulométrie ($\phi < 40 \mu\text{m}$) = 67 %

Vitesse de chute ($\phi < 53 \mu\text{m}$) = 76 % > 1 m/h