MILNE I., SEAGER J., MALLET M. and SIMMS I. — The impact of combined sewer overflow discharges on river quality. Progress report on the pendle water field study, n° 2251-M, Water Research Center, 1989.

MOUCHEL J.-M. — Impact des rejets de temps de pluie de l'agglomération parisienne sur la qualité des eaux de la Seine : oxygène, ammonium et phosphates. Rapport PIREN-Seine, réf. IV/91/03, 1991.

TABUCHI J.P. — Les impacts des rejets urbains de temps de pluie. Journée d'information « Pluvial urbain », Agence de l'Eau Seine-Normandie, 27 juin 1991, 13 pages.

TRABUC — Pollution apportée par les rejets urbains de temps

de pluie. Résumé présenté en Commission de programme de l'Agence Financière de Bassin Seine-Normandie, 22 mars 1989.

VALIRON F. et TABUCHI J.P. — Connaissance de la pollution apportée par les rejets urbains de temps de pluie (version provisoire). Document Agence de l'Eau Seine-Normandie, 1992, 43 pages.

WOLFF Elodie — Etude de l'impact des déversements d'eaux usées et d'eaux pluviales sur le milieu récepteur : analyse du phénomène et modélisation (2ème rapport d'avancement). Laboratoire Méthodes — INSA de Lyon, 1991, 47 pages.

COMMUNICATIONS

ASSAINISSEMENT DES AGGLOMERATIONS : OBJECTIFS DE PROTECTION DES MILIEUX PAR TEMPS DE PLUIE — ELEMENTS METHODOLOGIQUES

PASTANT D., *Ingénieur à la Division Collectivités Territoriales*

SALLERON J.L., *Ingénieur à la Division Milieu Naturel*

Agence de l'Eau Rhin-Meuse — 57161 Moulins-lès-Metz

RESUME

Il est proposé de déterminer, à partir des objectifs de qualité du milieu naturel définis par la circulaire interministérielle du 17 mars 1978, des objectifs de qualité par temps de pluie suivant une démarche progressive, allant du temps sec à la prise en compte des événements paroxysmiques.

PRESENTATION

Les réseaux d'assainissement unitaires acheminent eaux usées et eaux pluviales vers les stations d'épuration. Lorsque, du fait des pluies, les volumes d'eau à évacuer dépassent leurs capacités hydrauliques, les réseaux rejettent une part plus ou moins importante de la pollution transportée directement dans le milieu naturel, par les déversoirs d'orage en particulier. L'impact de ces pollutions intermittentes a longtemps été négligé, priorité étant donnée dans la conception de la réalisation des réseaux à la fonction d'évacuation de l'eau vers l'aval, pour limiter les risques d'inondations, tout en évitant de surcharger les stations d'épuration situées en bout de réseau.

Les techniques de conception ont récemment évolué vers la prise en compte de l'impact des pollutions déversées du fait des pluies. La démarche classiquement suivie vise à évaluer les moyens nécessaires pour limiter les apports brutaux de courte durée. Partant d'épisodes orageux statistiquement peu fréquents, on ne se préoccupe que des manifestations les plus extrêmes du problème car aussi les plus spectaculaires en termes d'effets dans le milieu, symbolisées par les mortalités massives de poissons déjà constatées çà et là (comme dans la

Seine à Paris en juin 1990). Limitée d'emblée à ce seul objectif, la démarche peut déboucher sur un résultat techniquement et/ou économiquement non réalisable, surtout s'il s'avère nécessaire de concevoir des bassins de pollution de très grande capacité pour se protéger de tels événements. Par ailleurs, l'insuffisance de données de mesures et de connaissance des phénomènes en jeu peut faire craindre un investissement en partie inutile car découlant d'une « sur-protection ». La tentation de vouloir se replier sur un programme de moyens plus adapté aux disponibilités financières, mais dont on n'évalue plus l'amélioration apportée sur le milieu naturel, peut alors devenir forte... L'attrait des investisseurs pour ces opérations devient alors très mince... La définition de niveaux intermédiaires de protection est nécessaire pour éviter cette impasse.

La méthode proposée repose sur une prise en compte graduée des atteintes au milieu naturel : du temps sec aux événements pluvieux les plus violents en passant par les déversements répétitifs et fréquents dus aux petites pluies.

Pour cela, il est proposé de s'appuyer sur les objectifs de qualité qui ont été fixés dans le cadre des dispositions prévues par la circulaire interministérielle du 17 mars 1978. Les cartes départementales d'objectifs de qualité synthétisent la volonté politique de voir la qualité de l'eau satisfaire les exigences minimales attendues par l'ensemble des acteurs. Les critères de la grille d'appréciation de la qualité générale de l'eau définissent les différents niveaux d'objectifs de qualité, mais ne tiennent pas explicitement compte des pollutions intermittentes. Il est toutefois prévu une tolérance de dépassement des seuils de pollution admissible à condition qu'il soit limité dans le temps (10 % du temps au plus pour la majorité des paramètres) et qu'il ne remette pas en cause l'usage ou la vocation à préserver.

Si toutes les dispositions sont prises pour pallier les déficiences du dispositif d'assainissement par temps sec, il est alors possible de fixer des objectifs temps de pluie compatibles avec la marge de tolérance de dépassement des seuils évoquée ci-dessus. Ceci constitue le point de départ de la méthode proposée. Ainsi, en se plaçant à la période de plus grande vulnérabilité de la rivière (étiage) et en décrivant de façon synthétique les types de pluies susceptibles de provoquer des déversements, l'objectif temps de pluie peut être traduit concrètement de façon suivante :

— les déversements sont acceptables s'ils permettent de maintenir un niveau de qualité conforme à l'objectif de qualité fixé pour le milieu récepteur pendant au moins 90 % du temps au cours de la période considérée ;

— pendant les 10 % du temps restant, il ne doit pas y avoir remise en cause, du fait des déversements, de l'usage ou de la vocation à préserver.

En l'absence d'usage ou de vocation spécifique plus contraignants dans la zone concernée, cette obligation revient à éviter des mortalités piscicoles répétées. En première approche, on considérera cette condition satisfaite si, en moyenne, la dégradation provoquée n'excède pas un rang de déclassement par rapport à l'objectif.

L'utilisation de ces règles conduit à un dimensionnement des ouvrages assurant un niveau de protection conforme à un objectif intermédiaire qui minimise les effets les plus dommageables. La fréquence d'apparition de ces derniers peut ainsi être estimée, s'agissant des événements les plus rares ne respectant pas la deuxième condition ci-dessus. Une validation du principe retenu peut être réalisée en examinant l'indice de protection ainsi obtenu en regard d'autres risques identifiables. Pour estimer si ce risque est acceptable en l'état ou mérite des moyens de protection supplémentaires, on pourra utilement le comparer à d'autres risques de défaillance :

- risques de dysfonctionnements de l'ensemble du dispositif d'assainissement (réseaux et station) ;
- autres causes éventuelles de limitation de l'usage le plus contraignant du milieu en cas d'usage spécifique (baignades, alimentation en eau potabilisable, etc.).

L'étude précise des événements de ce type nécessitera de recourir aux méthodes classiques évoquées plus haut. Les éléments méthodologiques proposés ont fait l'objet de premières applications lors de l'étude de schémas de réhabilitation de réseaux de grandes et moyennes agglomérations du bassin Rhin-Meuse. Bien que partielles, ces premières expériences se sont avérées être une approche réaliste des phénomènes. Les éléments méthodologiques devront être vérifiés et adaptés au fur et à mesure du développement des connaissances.

1. ELEMENTS METHODOLOGIQUES SUR LA NOTION D'IMPACT

1.1. UNE IMPASSE A EVITER

L'approche usuelle des phénomènes d'impact conduit à s'intéresser à l'apport de pollution maximum et à juger ses répercussions sur le milieu naturel en terme d'effets de « choc ». Les limites acceptables à respecter sont estimées à partir de la durée d'exposition et la concentration des polluants dans le milieu au regard des critères de léthalité des espèces biologiques qui y vivent.

L'application sans nuance d'une telle méthode peut aboutir à une impasse technologique et économique lorsque les volumes d'ouvrage à mettre en place deviennent énormes. Les décideurs se limitent alors à l'adoption d'un programme de moyens plus conformes à leurs disponibilités financières mais dont on n'évalue plus l'amélioration apportée. Ceci réduit d'autant l'attrait des investisseurs pour ces opérations... et les finances qu'ils sont prêts à y consacrer. A l'extrême, cette absence d'optimisation peut conduire à un investissement inutile.

1.2. POUR UNE NOUVELLE APPROCHE

La méthode proposée repose sur une prise en compte graduée des atteintes au milieu naturel : du temps sec aux événements pluvieux paroxysmiques en passant par les déversements répétés et fréquents dus aux petites pluies. La base en est donc l'objectif de qualité de la rivière. Suivant la définition du groupe C.E.E. « Environnement » : « L'objectif de qualité d'un milieu désigne l'ensemble des exigences auxquelles doit satisfaire à un moment donné, actuel ou futur, un milieu déterminé. » La circulaire interministérielle du 17 mars 1978 règle les modalités administratives de la procédure de mise en œuvre et la grille générale d'appréciation de la qualité des cours d'eau précise les paramètres physico-chimiques de cette classification.

Par temps sec, l'objectif de qualité permet de déterminer très directement le flux admissible à la rivière, ce qui fournit le dimensionnement de la station d'épuration. En effet, la station

doit être *a priori* le seul ouvrage déversant par temps sec — ce qui suppose qu'un premier effort soit fait pour éliminer les déversements intempestifs (déversoirs d'orage mal conçus, par exemple).

En temps de pluie, la prise en compte de l'objectif de qualité peut se faire sur la base des propositions suivantes :

- on tolère, du fait des pluies, un déclassement de la qualité du cours d'eau par rapport à son objectif pendant 10 % du temps. Cette tolérance est celle admise par la grille d'appréciation de la qualité pour tous les paramètres, sauf la teneur en O₂ ;
- on exige que pendant le déclassement toléré ne soit pas remis en cause la vocation ou l'usage du cours d'eau (dans le cas général, en l'absence d'usage spécifique, il s'agit d'éviter les mortalités piscicoles).

Ce dernier point est à traiter de la façon suivante :

- pendant les 10 % du temps, la dégradation moyenne constatée ne doit pas excéder un rang de qualité par rapport à l'objectif fixé. Ce qui revient, par approximation, à respecter un rang de déclassement pendant 95 % du temps ;
- on détermine un indice d'impact qui est alors la fréquence pour laquelle la qualité 3 est dépassée.

La fréquence de mortalité piscicole n'apparaît plus comme une valeur fixée *a priori* mais comme un indice de protection que l'on peut juger par les critères suivants :

- cette fréquence doit être au minimum inférieure à la fréquence de défaillance du réseau d'assainissement (habituellement décennale) ;
- on peut rechercher à partir de cette fréquence-seuil à optimiser économiquement un choix d'ouvrage en établissant la courbe coûts supplémentaires / diminution de la fréquence.

2. BASE DE CALCULS POUR LES EPISODES PLUVIEUX ET LE MILIEU NATUREL

2.1. LE MILIEU NATUREL : NOTION D'ETAT DE REFERENCE

L'examen des effets auxquels le milieu est soumis conduit à isoler deux grandes catégories de dégradations :

- les effets de choc,
- les effets chroniques résultant d'une augmentation de substances polluantes dans le milieu entraînant un appauvrissement des conditions de vie.

Si la lutte contre les effets chroniques passe par une réduction du flux annuel de pollution, la résorption des effets de choc doit être acquise pour les circonstances les plus défavorables pour le milieu. Il est par conséquent tout-à-fait valable :

- de raisonner en période de grande vulnérabilité des cours d'eau pour les impacts dus au choc polluant ;
- mais aussi d'évaluer les moyens nécessaires pour se protéger des effets chroniques sur cette même période, sachant qu'ils seront satisfaisants aussi aux autres époques de l'année. La période sensible correspond pour le bassin Rhin-Meuse aux mois allant de mai à septembre inclus. Un débit caractéristique du cours d'eau pour cette période doit être choisi : on retiendra par exemple le mode pour la période considérée (en pratique, ce débit est proche du débit mensuel d'étiage de fréquence de retour 1 année sur 2).

2.2. LA CONNAISSANCE DES PLUIES

Cette connaissance apparaît primordiale puisque les situations pluvieuses constituent tout à la fois l'origine et l'un des

paramètres-clés de description des phénomènes de transfert des éléments polluants (arrachage au sol, érosion / transport des dépôts en réseau). L'idéal serait bien évidemment de connaître à l'échelle du bassin versant urbain les situations pluvieuses à la fois en terme de répartition spatiale et de probabilité.

L'absence d'étude fiable et généralisable dans ce domaine conduit donc pour la plupart des cas à admettre que les épisodes pluvieux à l'échelle du bassin urbain sont égaux à ceux connus à l'échelle du ou des pluviographes en terme de hauteur/durée et fréquence. Il est nécessaire de disposer d'un historique de mesures suffisamment long (par exemple 30 ans).

En toute rigueur, ces situations pluvieuses ont également une répercussion, via le bassin d'alimentation du cours d'eau considéré, sur les caractéristiques hydrodynamiques de la rivière au droit du site urbain. On pourra en tenir compte à partir des volumes déversés et du débit caractéristique choisi.

3. ELEMENTS DE CALCUL DES EPISODES PLUVIEUX ET DES POLLUTOGRAMMES

3.1. L'ANALYSE DES PLUIES

Le premier élément statistique à recueillir est le nombre moyen d'épisodes pluvieux (NP) de la période sensible ayant engendré un ruissellement (*a priori* > 2 mm/24 h). La deuxième analyse consiste à effectuer une statistique des pluies, pendant la période critique, par exemple sur un graphique durée/hauteur.

L'examen de ce graphique doit permettre d'isoler des amas de points qu'on isolera comme autant de classes de pluies.

On définit :

fréquence (fi) classe i = nombre d'événements de la classe/nombre total d'événements.

Cette fréquence diffère de l'usuelle fréquence de retour utilisée en hydrologie qui est :

fréquence de retour de la classe i sur la période T = $fi \cdot NP/T$.

On affecte à chaque classe i les caractéristiques de son centroïde. Il devient alors possible d'examiner pour chaque classe ainsi isolée et sous la réserve que ces classes permettent une description exhaustive de la série des pluies, les volumes (vi) et les durées de déversements (di) qu'elles engendrent. Sur la période sensible de durée (T), on obtient alors :

— la durée probable de déversement :

$$D = \sum (di \cdot fi \cdot NP) \quad (1)$$

— le volume probable déversé :

$$V = \sum (vi \cdot fi \cdot NP)$$

NB :

1) L'intérêt de la modélisation est à ce stade évidente, puisqu'elle peut permettre :

— la prise en compte de la variabilité d'une même pluie sur l'ensemble du bassin versant concerné ;

— la prise en compte des courbes temps/hauteur précipitée instantanée pour des pluies réelles ou synthétiques (encore faut-il pouvoir caler le modèle...).

2) Les groupes-types de pluie peuvent aussi être déterminés par les méthodes de classification automatique et/ou d'analyses de données.

3.2. PLUIES ET POLLUTOGRAMMES

L'obtention de pollutogrammes à partir de cette analyse des pluies peut se faire de plusieurs façons :

— si des données statistiques existent, on peut compléter ou modifier les classes de pluies déterminées pour leur associer des pollutogrammes moyens ;

— on peut avoir recours à la modélisation de la pollution en injectant les pluies-types isolées, en calant et contrôlant le calage obtenu par des jeux de mesures.

4. APPROCHE DE L'IMPACT

Rappel de la démarche proposée. L'idée fondamentale est la suivante :

— les apports polluants en temps de pluie ne doivent pas remettre en cause le respect de l'objectif de qualité du cours d'eau. La traduction concrète de cette affirmation est la suivante (cf. paragraphe 1.1.) :

• l'objectif de qualité doit être respecté pendant 90 % de la période critique ;

• pendant les 10 % de dépassement de la qualité objectif, la remise en cause de la vie piscicole doit être évitée et le déclassement « moyen » ne doit pas déclasser le cours d'eau récepteur de plus d'un rang de qualité, par rapport à l'objectif fixé.

4.1. RESPECT DES 90 % DE LA PERIODE CRITIQUE

Il donne lieu à une vérification suivant l'analyse des pluies développées ci-dessus. L'estimation de la durée du déclassement nécessite d'évaluer la durée totale d'impact des déversements dans le milieu récepteur, au cours de la période sensible. Il faut donc être capable d'associer à chaque classe de pluie analysée une durée d'impact dans le milieu. Une analyse fine est possible, mais en ayant recours à des outils et des données élaborées rarement disponibles.

Une hypothèse simplificatrice consiste à affecter à chaque classe de pluie, et donc de déversement, une durée minimale d'effet. Cette durée minimale peut être définie comme suit :

— en-deçà de cette durée les organismes peuvent tolérer des concentrations d'autant plus défavorables que l'exposition est courte ;

— au-delà les seuils de tolérance en terme de concentrations sont ceux de la grille de qualité. Pour l'oxygène dissous, la durée considérée oscille entre 100 et 500 minutes. Pour l'azote et l'ammonium non-ionisé toxique, elle est comprise entre 100 et 1.000 minutes. On peut donc retenir comme ordre de grandeur la demi-journée (soient 12 h).

Pour les classes de pluies entraînant un déclassement, la durée totale d'effet (DEF) déterminée selon (1) et (2) est alors (exprimée en heures) :

$$DEF = \sum ((di + 12) \cdot fi \cdot NP)$$

La condition à respecter est que (DEF) soit inférieur à 10 % de la durée de la période sensible considérée (pour Rhin-Meuse : de mai à septembre inclus). Si cette condition n'est pas respectée, elle donne lieu à un premier dimensionnement d'ouvrage de dépollution destiné à son respect.

4.2. ETUDE DE LA PERIODE DE DECLASSEMENT DE 10 %

Le calcul est mené suivant le schéma décrit au paragraphe précédent :

— la qualité à respecter pour le cours d'eau est son objectif fixé minoré d'un rang ;

— le temps pendant lequel ce nouveau niveau est à respecter est de 95 % de la période critique.

On dimensionne les ouvrages concernés pour atteindre ces nouvelles exigences et l'on examine alors les déversements conduisant à dépasser la qualité 3 : leur fréquence est alors l'indice d'impact.

NB : La modélisation s'avère ici aussi intéressante et sous les mêmes réserves que précédemment. On peut, dans ces conditions, remplacer la comparaison à la qualité 3 par l'emploi de courbes de type concentrations/effets/durées établies pour des espèces intéressantes et des polluants déterminés.

4.3. CONSIDERATIONS ANNEXES

4.3.1. Dans le cas où l'on a recours à des bassins de pollution, un pré-dimensionnement peut être pratique et basé par exemple sur la méthode FNDAE n° 6 : « Les bassins d'orage sur les réseaux d'assainissement » :

- ceci permet de disposer d'une implantation et d'une vision globale des ouvrages ;
- il permet de mener l'ensemble du calcul en vérifications successives.

4.3.2. La protection des aquifères nécessite une approche complémentaire. Un critère pourrait être de s'assurer que les quantités de polluant infiltré rapportées au volume d'eau apporté à la nappe restent en-deçà des normes d'usages.

Par exemple : on peut se baser sur un flux d'apport en azote (traduit en nitrates) rapporté au volume infiltré sur l'impluvium urbain sur une année et comparé aux normes AEP (25 mg/l de NO₃ à proximité d'un captage, 50 mg NO₃/l dans le cas général).

CONCLUSION

Etat d'application de la méthode exposée. Outre le perfectionnement intrinsèque à rechercher sur la notion d'impact, la méthode exposée a été appliquée de manière plus ou moins imparfaite jusque-là. Plusieurs causes expliquent cet état de fait :

— cette réflexion trouve son origine dans le cheminement intellectuel qui s'est fait à l'occasion de l'examen des différents cas de Collectivités qu'il a fallu traiter ;

— les données disponibles pour développer cette démarche sont souvent incomplètes. Il s'agit notamment :

- * des données pluviométriques pour lesquelles on a eu recours à une simplification en ne considérant qu'une année particulière (proche par ces valeurs moyennes des moyennes de plus longue durée),

- * des caractéristiques des pollutions déversées où l'on a retenu des valeurs de la littérature ou des valeurs mesurées. Ici aussi, peu de données cohérentes sont disponibles et il y aurait tout intérêt à éclaircir le débat.

Un axe de réflexion intéressant serait celui permettant d'établir en regard d'une typologie de réseaux et de bassins versants une typologie des pollutions transportées. Sur le plan strictement scientifique, les approximations faites constituent autant d'anomalies. C'est sur ces aspects que devra porter l'effort de recherche de ces prochaines années.

Ajoutons encore que la méthode proposée ne résout pas la problématique du couple station d'épuration/ouvrages sur réseaux, ni en terme d'optimum de l'investissement, ni en terme de règles de gestion.

La résolution de l'ensemble des points obscurs ne sera pas

immédiate. Pourtant l'action de programmation de cette dépollution est impérative. C'est la raison d'être de cette proposition méthodologique.

LES REJETS URBAINS PAR TEMPS DE PLUIE. EFFET CHRONIQUE, EFFET DE CHOC : PEUT-ON COMBATTRE L'UN, SANS SUBIR L'AUTRE ?

P. GIERSCH

Direction Départementale de l'Agriculture du Bas-Rhin — Bureau d'Etudes

Les réseaux unitaires alsaciens améliorés et fondés sur une combinaison d'ouvrages déversant à partir d'un débit induit par une pluie d'intensité supérieure à 15 l/s/ha en moyenne, de bassins de stockage dont les volumes sont de l'ordre de 20-30 m³/ha réd (il s'agit de surface réduite ou hectare actif) et d'une station d'épuration correctement dimensionnée quant au débit pluvial admis permettent sans doute de combattre de façon relativement efficace les effets de déversements chroniques. La simple observation de cours d'eau à faible débit protégés par de tels dispositifs le montre amplement.

Comment est amorti par ces systèmes l'effet de choc ? Quelle est l'évolution souhaitable des concepts pour amortir mieux et l'effet chronique et l'effet de choc ?

1. LES TYPES DE DEVERSEMENTS EN RESEAU UNITAIRE

- Déversements directs à partir de déversoirs d'orage,
- déversements directs à partir de déversoirs situés en amont de bassins de rétention de la pollution,
- déversements directs à partir du déversoir de traitement de bassins de rétention de la pollution,
- déversements indirects provenant du fonctionnement à pleine charge de la station d'épuration (temps de vidange des bassins de 10-24 heures par événement pluvial).

2. LES DEUX GRANDES CATEGORIES DE DEGRADATIONS

On distingue deux grandes catégories de dégradations :

- les effets de choc,
- et les effets chroniques,

basées sur des vitesses et des charges mobilisées différenciées.

Ces effets correspondent bien à une classification des dépôts mobilisés réalisée par le Water Research Center anglais :

- « des dépôts d'éléments fins et mobiles avec des boues largement organiques » sont rincés par les pluies courantes et produisent l'effet chronique ;

- les pluies d'orage rincent, en plus des éléments ci-dessus, « des dépôts d'éléments grossiers sur radier agglomérés par des ciments minéraux, des graisses, des bitumes » et produisent l'effet de choc.