

LA MESURE EN CONTINU DE LA POLLUTION DES EAUX DE RUISSELLEMENT EN SYSTEME UNITAIRE : UN OUTIL POUR LE CHOIX D'UNE STRATEGIE DE LUTTE

*Dominique GRANGE
Chef de la Section Chimie — Pollution — Epuration.
Laboratoire Régional de l'Ouest-Parisien —
78190 Trappes*

RESUME

Un dispositif de mesure en continu de la pollution faisant appel à la spectrophotométrie d'absorption dans l'ultra-violet et le visible a été mis en œuvre à l'exutoire d'un bassin versant d'environ 1000 ha assaini pour l'essentiel en unitaire. A l'issue de 4 mois de mesure ayant permis de caractériser la totalité des déversements, il est apparu que les pollutogrammes en DCO et MES pouvaient être déterminés par cette méthode « indirecte » avec une bonne précision. A partir des données exhaustives ainsi obtenues, il a été possible d'évaluer les performances relatives de différents aménagements envisageables pour réduire les flux déversés au milieu naturel par temps de pluie.

1. PREAMBULE

De manière générale, les mesures de caractérisation des rejets urbains par temps de pluie peuvent répondre à différents objectifs :

- objectif « recherche » : amélioration des connaissances générales du phénomène, évaluation de performances de nouveaux dispositifs de traitement ;
- objectif « projet » : définition pour un site donné des ouvrages nécessaires à la maîtrise de ce type de pollution (déversoirs d'orage mobile, bassin de stockage, ouvrages de décantation en ligne,...) ;
- objectif « gestion » : calage de modèles mathématiques, calage de déversoirs, régulation de bassins d'orage,...

Quel que soit l'objectif visé, le dispositif de mesure requiert classiquement :

- une mesure en continu de la pluie et des débits ;
- un système de prélèvement automatique se mettant en route au début de la crue avec échantillonnage fractionné (établissement de pollutogrammes) ou échantillonnage moyen proportionnellement aux volumes écoulés ;
- des analyses différées en laboratoire.

Les méthodologies mises au point, il y a une vingtaine d'années, ont finalement peu évolué sur le fond. Certes l'apparition des centrales d'acquisition numériques et le développement de la micro-informatique ont permis de faciliter le traitement d'une masse importante de données (pluie — débit) et la synchronisation parfaite entre les diverses opérations de mesure (pluie — débit — prélèvement) indispensable pour ce type d'intervention.

Cependant, certaines difficultés subsistent. Elles sont liées au caractère aléatoire des phénomènes à mesurer, à sa durée, à sa fréquence et sont relatives uniquement à l'aspect « prélèvements et analyses ».

Parmi les problèmes rencontrés, citons :

— caractéristiques de la crue. Le réglage du préleveur se fait classiquement sur une base de temps de l'ordre du quart d'heure par flacon pour une description suffisamment fine du pollutogramme d'où une autonomie ne dépassant guère les six à sept heures. Certes d'autres compromis durée — fréquence peuvent être retenus (notamment sur réseaux très longs), mais c'est toujours au détriment de la précision. Le même type d'inconvénients se rencontre également :

- en cas de crues successives rapprochées où l'équipe de maintenance n'a pu intervenir à temps pour « relancer » le préleveur,
- les week-ends et jours fériés.

On voit que finalement les cas où il y a perte d'informations, ou obtention d'information de moindre qualité sont fort nombreux à moins, bien sûr, de mobiliser en astreinte permanente une équipe d'intervention mais alors les coûts d'études, déjà élevés, peuvent devenir prohibitifs ;

— aspect laboratoire. Cet aspect est souvent passé sous silence, mais les responsables de laboratoire savent ce que représentent les arrivages impromptus d'échantillons en très grand nombre lors de périodes pluvieuses où se succèdent les ruissellements. Dans ce cas, les délais analytiques s'allongent, ce qui implique la conservation d'échantillons sur des durées plus ou moins longues, opération qui trouve rapidement ses limites.

Ces raisons d'ordre technique et financier nous ont poussé à développer une méthodologie mettant en œuvre la caractérisation en continu de la pollution par spectrophotométrie d'absorption dans l'ultra-violet et le visible permettant l'évaluation « indirecte » de la DCO et des MES.

Dans cette communication seront présentés les résultats obtenus à l'exutoire d'un grand bassin versant de l'agglomération Orléanaise assaini pour l'essentiel en unitaire [1].

2. LE SITE

Actuellement, les eaux usées de l'agglomération orléanaise sont traitées dans une station d'épuration en rive gauche de Loire. Au vu d'études antérieures, il est apparu que :

- les ouvrages étaient insuffisants pour permettre un niveau de traitement élevé (notamment pour l'azote) ;
- pour respecter l'objectif de qualité de la Loire, il était nécessaire de récupérer en partie des flots d'orage et donc d'effectuer des aménagements particuliers sur les réseaux.

Diverses solutions ont été étudiées et il a été décidé de réaliser une nouvelle station en rive droite nécessitant la construction d'une nouvelle canalisation de transport de quelques kilomètres.

Cet ouvrage recevra dans un premier temps une partie des effluents rive droite en provenance notamment d'un bassin versant assaini pour l'essentiel en unitaire.

La surface de ce bassin de pente moyenne élevée, est de l'ordre de 1 065 ha et son coefficient d'imperméabilisation de 0,31.

Comme autres caractéristiques, on notera les points suivants :

- la régulation de débit est assurée par un déversoir d'orage situé en bord de Loire d'une capacité d'évacuation d'environ 25 m³/s. Ce déversoir est très sensible aux petites pluies (de l'ordre du mm) ;
- un bassin de retenue de 1.300 m³ est situé dans la partie amont ;
- les effluents de temps sec ont des caractéristiques très variables du fait d'industries agro-alimentaires (laiteries, conserveries) dont certaines à l'activité saisonnière très marquée.

3. METHODOLOGIE

3.1. OBJECTIFS GENERAUX

A partir des résultats de mesures s'étalant sur quatre mois (de février à juin 1992) il était demandé d'évaluer les performances relatives de dépollution des eaux de ruissellement pour diverses hypothèses de travaux d'aménagement (bassin de stockage et interception par le nouveau collecteur).

3.2. LES MESURES

Le schéma (figure 1) présente l'ensemble des matériels installés sur le déversoir d'orage. Il se compose des éléments suivants :

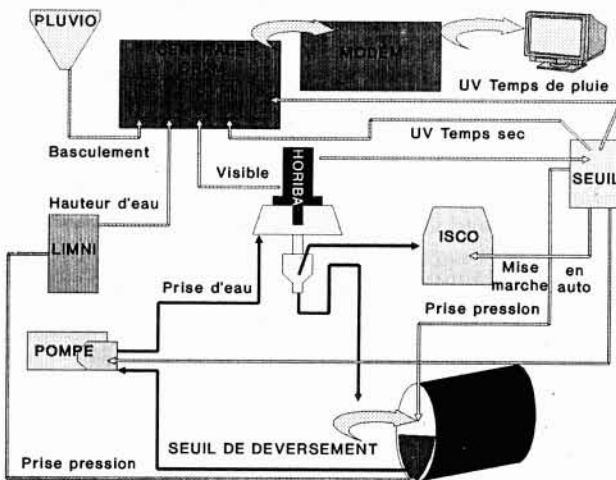


Figure 1 : Station automatique de mesure — Schéma de principe.

— un limnigraphe : il permet l'enregistrement en continu des hauteurs d'eau. Les volumes déversés en Loire sont obtenus ultérieurement par application des lois classiques des déversoirs rectangulaires ;

— un seuil : il est constitué par une deuxième prise de pression positionnée légèrement au-dessous du niveau du seuil de déversement de façon à bien prendre en compte la qualité des premiers effluents déversés. Il commande la mise en route automatique de l'ensemble du dispositif de mesure en continu de la pollution. Dès que ce seuil est atteint :

- la pompe, de type péristaltique, alimente la cuve du pollutomètre HORIBA (qui est sous tension en permanence),
- le préleveur ISCO démarre son cycle,
- un dispositif est actionné permettant le calage de temps très précis (au niveau de la minute) sur la centrale d'acquisition ;

— un pollutomètre HORIBA : il effectue des mesures continues d'absorption dans l'ultra-violet (254 nm) et le visible (546 nm) pour corrélation ultérieure respectivement avec la DCO et les MES. Cet appareil a été longuement décrit par ailleurs [2], [3].

Rappelons simplement qu'il s'agit d'un système autonettoyant, à chemin optique variable permettant la correction des variations du signal liées à l'encrassement éventuel des cellules et aux pertes progressives d'énergie de la lampe (d'où une très remarquable stabilité du zéro et des réglages) ;

— un préleveur ISCO : le préleveur effectue des prélèvements à intervalles de temps réguliers (12 ou 20 mn). Les analyses pratiquées sur les échantillons unitaires prélevés serviront à l'étalonnage du pollutomètre et à la détermination de certains paramètres de pollution non-mesurables en continu (DBO₅, NTK et P) ;

— un pluviographe ;

— une centrale d'acquisition multivoies CR2M couplée à un modem. La télémesure, certes non-indispensable, constitue cependant une aide tout à fait déterminante dans la conduite de ce genre d'opérations : contrôle et préexploitation des informations, programmation des visites de maintenance à bon escient.

4. LES RESULTATS

4.1. ETALONNAGE DU POLLUTOMETRE

C'est évidemment une opération essentielle. Le principe consiste à couvrir de la manière la plus large possible l'ensemble de la gamme de concentration que l'on peut obtenir lors de ruissellements de caractéristiques variables. Ceci sous-entend :

- que le nombre de points d'étalonnage doit être élevé (une cinquantaine est un minimum) ;
- que la durée de cet étalonnage qui n'opère que pendant les mesures proprement dites peut être longue (attente des « bons » événements).

Les meilleures corrélations que nous avons trouvées entre absorbance et concentration sont linéaires et de la forme :

$$\text{DCO (mg/l)} = 1809 (\text{Abs. U.V.}) - 127$$

(73 valeurs, coefficient de corrélation $r = 0,94$)

$$\text{MES (mg/l)} = 3510 (\text{Abs. vis.}) - 3,2$$

(71 valeurs, avec $r = 0,82$)

A partir de ces équations les flux polluants ont été calculés sur une base de temps de trois minutes.

A noter que tous les déversements ont pu être caractérisés dans leur intégralité, ce qui n'aurait jamais pu être le cas avec les méthodologies traditionnelles.

Ceci montre la fiabilité du système sur ce site qui, il est vrai, présentait des caractéristiques très favorables (notamment au niveau du positionnement de la ligne de pompage qui ne s'est jamais colmatée).

4.2. PLUIE — DEBIT

La période a été marquée par une pluviométrie inférieure de moitié à la pluviométrie normale. Seulement 23 déversements ont été observés, la période de retour de l'événement le plus important se situe vers 20 jours environ. Il a généré un débit de pointe de 2,5 m³/s.

5. SIMULATIONS

A partir des fichiers débit-pollution établis au pas de temps de trois min, il a été facile à l'aide d'un logiciel standard de simuler événement par événement les impacts de tel ou tel aménagement envisageable.

Les trois hypothèses de base retenues sont les suivantes :

- hypothèse n° 1 : interception de 200 l/s pour envoi vers la future station (ce chiffre correspond à un coefficient de pointe de 2,57 ;

— hypothèse n° 2 : création d'un bassin de stockage de 5.000 m³ alimenté dès que le débit de déversement dépasse 200 l/s pour restitution différée par temps sec à la station ;

— hypothèse n° 3 : idem, mais bassin de 10.000 m³. D'autres simulations ont été effectuées en variante mettant en jeu d'autres taux d'interception (600, 1.000, 1.400 l/s) qui peuvent être intéressants à étudier, si l'on prend en considération le fonctionnement du réseau pendant la phase de montée en puissance de l'installation d'une part et l'utilité d'un éventuel traitement « en ligne » (décantation lamellaire) d'autre part.

Les résultats des diverses simulations sont visualisées figure 2. Comme autres commentaires, on notera que la première hypothèse de base aurait permis de supprimer totalement 2 des 23 déversements, la seconde 19 et la troisième 20. Pour ces hypothèses, on ne se protégerait totalement des déversements que pour des épisodes pluvieux de période de retour un peu inférieure à 20 jours. On note aussi que le taux d'interception « pollution » est inférieur au taux d'interception « débit ».

Hypothèses	% MEST capturées	% DCO capturées	% Volumes capturés
200 l/s	22	26	29
200 l/s + BASSIN 5000 M3	43	53	60
600 l/s	54	60	64
200 l/s + BASSIN 10 000 M3	65	71	73
1000 l/s	75	79	81
1400 l/s	91	92	91

Pourcentages de capture pour les différentes hypothèses

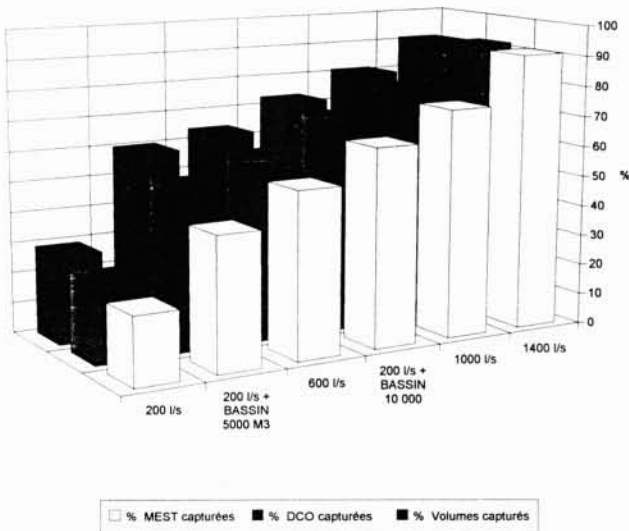


Figure 2 : Résultats des différentes simulations étudiées.

CONCLUSIONS

La méthodologie de mesure en continu de la pollution des surverses de déversoirs d'orage s'est avérée répondre parfaitement sur ce site aux questions posées et être très utile et très commode pour ce travail d'évaluation des performances de différents aménagements envisageables pour réduire les rejets au milieu naturel. Cette démarche, très pragmatique, peut être dans certains cas une alternative à la démarche « modélisation » (qui nécessite de toutes façons des mesures fines de calage), notamment lorsque :

- l'imperméabilisation et le type d'occupation du bassin sont relativement figés ;
- certaines données sont difficilement intégrables dans les

modèles, comme c'était le cas sur le site étudié (très forte variabilité du flot de temps sec, bassin de retenue sur le réseau,...).

Cependant, la transposition à d'autres sites peut se heurter à des difficultés insurmontables, notamment dans les cas suivants :

- collecteurs profonds,
- amenée d'énergie électrique impossible,
- effluent de temps sec charriant « torches » et filasses en quantité importante et configuration de réseau rendant difficile l'installation d'une ligne de pompage incolmatable.

Une étude préliminaire très soignée du site s'avère donc nécessaire.

BIBLIOGRAPHIE

[1] GRANGE D., MOULY E., ROLLIN C. — Caractérisation des déversements en Loire par temps de pluie. SIVOM de l'Agglomération Orléanaise, octobre 1992.

[2] GRANGE D., MARCHANDISE P., PAITRY A., RANDON G. — Mesure instantanée et continue de la qualité de l'eau. La Houille Blanche, 1987, n° 4-5, pp. 339-345.

[3] GRANGE D., LE GENDRE J.P., MARCHANDISE P. — Evaluation en continu de la pollution des eaux : utilisation de la spectrophotométrie d'absorption moléculaire. Bulletin de Liaison des Laboratoires des Ponts-et-Chaussées, n° 176, nov./déc. 1991, pp. 113-126.