

## **Les rejets de temps de pluie par les surverses de postes de relèvement en réseau séparatif d'eaux usées et leurs relations avec les différents types d'eaux claires parasites**

Separate sanitary sewer overflows from pumping stations and their relationships with infiltration and inflow

O. Raynaud\*, C. Joannis \*, L. Lebouc\*, F. Billard\*\*

\* Laboratoire Central des Ponts et Chaussées  
Route de Bouaye, B.P 4129, 44 341 Bouguenais Cedex  
E-mail: [olivier.raynaud@lcpc.fr](mailto:olivier.raynaud@lcpc.fr), [claud.joannis@lcpc.fr](mailto:claud.joannis@lcpc.fr),  
[laurent.lebouc@lcpc.fr](mailto:laurent.lebouc@lcpc.fr)

\*\* Nantes Métropole, Direction de l'assainissement  
2 rue Alfred Rebelliau, 4923 Nantes Cedex 9  
E-mail : [florence.billard@nantesmetropole.fr](mailto:florence.billard@nantesmetropole.fr)

### **RESUME**

Cette communication porte sur les rejets de réseaux séparatifs d'eaux usées par les trop-pleins des postes de refoulement. Elle se base sur des données acquises sur 33 postes de refoulement de l'agglomération nantaise pendant 4 ans. L'analyse de ces données permet de distinguer les surverses d'origine électromécanique (pannes) des surverses d'origine hydraulique, dues aux eaux claires parasites, et de caractériser les différences de comportement des différents postes en fonction des années hydrologiques. Les eaux parasites d'infiltration semblent jouer un rôle important, au moins comme facteur aggravant de l'effet des eaux parasites de captage en période hivernale.

### **ABSTRACT**

This communication is dealing with separate sanitary sewer overflows from pumping stations. It relies on the processing of data recorded during 4 years on 33 pumping stations in the urban community of Nantes (France). These data enable to make the difference between overflows caused by infiltration/inflow, and overflows caused by pump failures, as well as pointing out differences in the behaviour of different pumping stations in different hydrological years. Infiltration seems to have an effect on overflows, at least as an increasing factor during winter period.

### **MOTS CLES**

Réseau séparatif d'eaux usées, poste de refoulement, surverses, eaux parasites, infiltration, panne.

## 1 CONTEXTE

La conception des réseaux séparatifs adopte un principe de collecte sélective. Les débits très variables provoqués par le ruissellement sur les surfaces imperméables par temps de pluie transitent par le réseau d'eaux pluviales (EP), tandis que les eaux usées (EU) circulent dans un réseau spécifique, ce qui facilite leur acheminement et leur traitement en station d'épuration du fait de leurs débits réguliers et de leur charge importante en pollution organique.

Lors d'événements pluvieux, une partie des eaux pluviales est cependant collectée dans les réseaux séparatifs d'eaux usées, du fait d'erreurs de raccordement (mauvais branchements). Ces apports sont habituellement qualifiés d'*eaux parasites de captage* (EPC). Par ailleurs, ces réseaux collectent par des défauts d'étanchéité des *eaux parasites d'infiltration* (EPI), qui présentent des variations importantes de débit lors des épisodes pluvieux hivernaux. Ces deux apports excédentaires se cumulent pour constituer les *eaux claires parasites* (ECP). Les ECP peuvent entraîner un dépassement de la capacité du réseau EU et provoquer des surverses (d'origine hydraulique) d'effluents bruts dans le milieu naturel.

Les réseaux séparatifs d'eaux usées ne font en général pas l'objet d'aménagements spécifiques pour évacuer les débits excédentaires. Mais ils sont souvent équipés de nombreux postes de refoulement (PR) disposant d'un trop-plein, et nombre de surverses ont lieu au niveau de ces installations. Les surverses peuvent également avoir une autre cause, qui justifie d'ailleurs la mise en place de trop-pleins : ceux-ci sont prévus à l'origine pour faire face à des dysfonctionnements d'origine électromécanique entraînant l'arrêt ou l'inefficacité des pompes.

Ce type de rejets est pris en compte depuis une dizaine d'années par l'Agence de Protection de l'Environnement des Etats Unis sous le terme « sanitary sewer overflows » (SSO) (R. Field et T. P. O'Connor 2002, EPA 1996, EPA 2004), ou surverses de réseaux d'eaux usées (SREU).

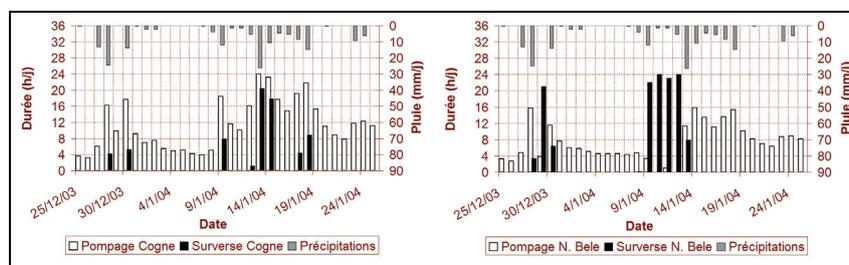


Fig. 1 : Surverses d'origine hydraulique et électromécanique

La figure 1 présente les mesures au pas de temps journalier des précipitations et des durées de pompage et de surverse de deux postes de refoulement. Pour le poste Nouveau Bêle (à droite), les surverses sont d'origine électromécanique: elles sont consignées dans le journal de l'exploitant, et on observe que leur durée est supérieure à la durée de pompage, qui certains jours est nulle: elles ne peuvent pas provenir de la saturation de la capacité des pompes. En revanche pour le poste de Cogne (à gauche), les surverses sont d'origine hydraulique: elles sont corrélées avec des événements pluvieux, et correspondent à des durées de pompage élevées, parfois même égales à 24 h/ jour.

Ces enregistrements au pas de temps journalier ne permettent pas d'observer clairement la dynamique des pointes de débits provoquant les surverses, ni d'identifier la contribution respective des apports d'eaux de ruissellement et de drainage, mais l'analyse des données disponibles au pas de temps journalier sur de nombreux postes fournit déjà des informations intéressantes.

## 2 MATERIELS ET METHODES

Les données analysées dans cette communication sont collectées systématiquement par les exploitants du réseau de la communauté urbaine de Nantes Métropole, et portent sur les durées de pompage et de surverse des postes de refoulement au pas de temps journalier. Elles sont complétées par les valeurs de pluviométries journalières relevées à la station météorologiques de Nantes Atlantique. Toutes ces mesures sont facilement accessibles, nombreuses et riches en information, mais elles nécessitent quelques précautions d'utilisation. Pour cela, nous avons développé un outil qui a un double rôle : valider les mesures en rejetant celles qui sont aberrantes ou non-validables (par manque d'informations nécessaires à la validation), et séparer les surverses d'origine hydraulique des surverses d'origine électromécanique. Cet outil est basé sur l'application d'une douzaine de règles simples, permettant de vérifier la vraisemblance intrinsèque des valeurs enregistrées (par exemple une durée de surverse journalière ne peut pas être supérieure à 24 heures) et la cohérence de trois types d'informations: durée de surverse, durée de pompage, et précipitations (par exemple la durée de surverse ne devrait pas excéder la durée de pompage, sauf en cas d'arrêt de pompage).

Sur plus de 280 PR présents sur le réseau séparatif, 120 sont équipés d'une surverse avec un rejet potentiel en milieu naturel sensible, et font l'objet d'un enregistrement des paramètres de fonctionnement. En 2001 par exemple, Nantes Métropole a identifié 52 des postes de refoulement présentant plus de 15 heures de surverses d'origine hydraulique avec rejet dans un milieu récepteur sensible. Nous présentons ici une analyse des surverses sur une sélection de 33 postes pour lesquels on dispose de données sur quatre années (2001-2004). Deux indicateurs sont utilisés, l'un est la durée cumulée de surverses sur une période donnée, l'autre est le nombre de jours où une surverse a été observée, et représente la fréquence des surverses.

## 3 RESULTATS

### 3.1 Causes des surverses

Sur les quatre années de mesures, les trente trois postes de refoulement analysés ont totalisé plus de 7000 heures de surverses réparties sur près de 1000 jours. Les pertes de données (cf. fig. 2) empêchent de valider 16% des heures de surverses enregistrées (12% des jours), et 6% des durées de surverses semblent aberrantes (26% des jours). Cependant près de 5500 heures de surverses sur 600 jours de surverses ont été identifiées comme ayant une origine hydraulique ou électromécanique. En moyenne cela représente 40 heures de surverse par poste et par année.

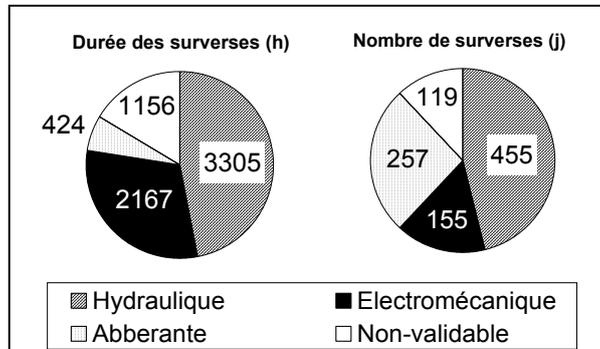


Fig. 2 : Total des durées et nombres de jours de surverses (33 PR, 2001-2004)

Globalement, les surverses d'origine électromécanique ont une durée totale d'un tiers inférieure aux surverses d'origine hydraulique (cf. fig. 2), pour un nombre de jours trois fois inférieur. Elles constituent une cause importante de rejets, moins fréquentes mais plus longues que les surverses d'origine hydraulique : leur durée moyenne est de 14 heures, contre 7 heures pour les surverses d'origine hydraulique. Korving et al. (2005) ont fait des observations analogues aux Pays-Bas, et proposent une méthode d'analyse des défaillances de pompes pour optimiser la maintenance des postes de refoulement.

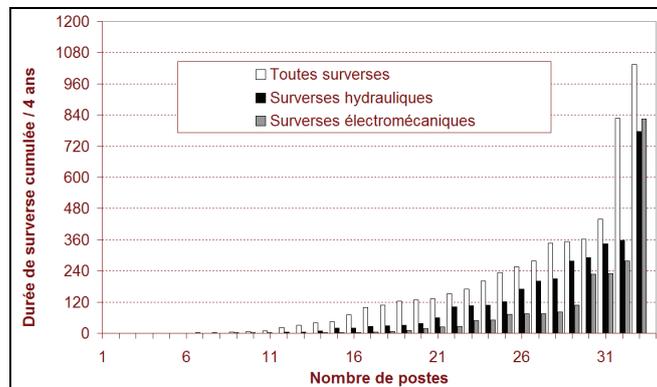


Fig. 3 : Répartition des durées de surverses en fonction du nombre cumulé de postes

La figure 3 montre la diversité des comportements des différents postes. Près de la moitié des postes ont des surverses d'une durée cumulée inférieure à 60 heures / 4 ans, mais deux dépassent les 500 heures. Les surverses d'origine électromécanique sont un peu plus concentrées : 9 postes dépassent les 60 heures de cumul sur 4 ans pour cette cause, alors que 13 dépassent le même seuil pour des causes hydrauliques. Le graphique ne fait pas apparaître que 4 postes dépassent les 60 heures pour chacune des deux causes, et qu'aucun ne dépasse 60 heures sans que l'une des deux causes suffise. Le bilan s'établit donc de la manière suivante (tab. 1).

Nombre de postes avec durée de surverse > 60 h /4 ans			18
Nombre de postes avec durée de surverse d'origine hydraulique > 60 h /4 ans			13
Nombre de postes avec durée de surverse d'origine électromécanique > 60 h /4 ans			9
Nombre de postes avec durée de chaque type de surverse > 60 h /4 ans			4

Tab. 1 : Répartition des causes de surverses de 33 postes de relèvement (2001-2004)

### 3.2 Surverses d'origine hydraulique – Tendances générales

La figure 4a présente les résultats du cumul des surverses des 33 PR sur 4 ans, triés par périodes de deux mois. On observe plus de surverses l'hiver en durée totale (mais aussi en nombre, non représenté). Cela semble naturel et confirme le rôle des eaux parasites (EPC et EPI) dans les surverses des postes de refoulement des réseaux séparatifs.

Mais la corrélation avec la pluie est très lâche. Par exemple on observe plus de surverses en janvier/février qu'en septembre/octobre, et on observe 10 fois plus d'heures de surverses en janvier/février qu'en juillet/août alors que les cumuls des apports pluvieux sont équivalents. Cela peut être dû aux échelles de temps adoptées pour les cumuls, qui ne permettent pas de percevoir l'effet des événements pluvieux individuels. Cela peut également être lié à une contribution importante des EPI. Celles-ci ont des débits très réduits en été et en début d'automne, et ne se manifestent qu'en hiver, lorsque les nappes sont hautes et sols saturés, provoquant des infiltrations importantes même avec des précipitations modestes.

Le rôle potentiel des EPI est confirmé par le fait que les surverses de longue durée ne sont observées qu'en hiver (cf. fig. 4.b). Ces résultats accréditent donc l'hypothèse d'une contribution des EPI aux surverses, au moins en tant que facteur aggravant le rôle des EPC. En été, les EPI sont absentes, et les surverses d'origine hydraulique ne peuvent être causées que par les EPC et sont souvent plus courtes (<5h, cf. fig. 4.b).

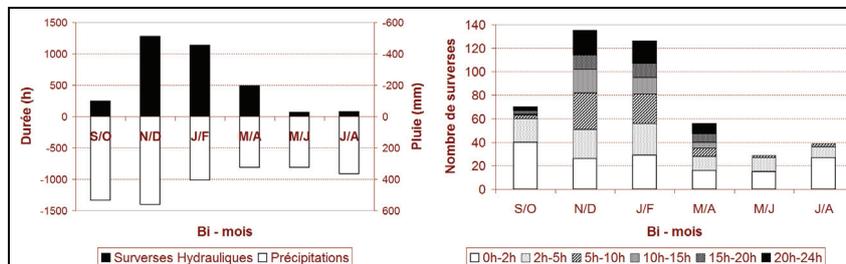


Fig. 4.a : Cumul des surverses et des précipitations (33 PR, 2001-2004)

Fig. 4.b : Classes des durées de surverses (33 PR, 2001-2004)

### 3.3 Surverses d'origine hydraulique – Analyse par poste

La figure 5, où figurent les 13 postes les plus affectés par les surverses d'origine hydraulique, montre que chaque poste présente une variabilité interannuelle des durées et du nombre de surverses. Cette variabilité est normale du fait de la variabilité des conditions météorologiques. Ainsi l'année 2001-2002 plutôt sèche a donné lieu à moins de surverses que 2002-2003 sur la plupart des postes. Mais cette variabilité se traduit différemment d'un poste à l'autre: une hiérarchisation des postes basée les surverses observées en 2002-2003 est complètement bouleversée en

2003-2004, présentant pourtant une pluviométrie comparable. Cela peut être dû à des différences de comportement à l'échelle des événements pluvieux (par exemple liés aux contributions respectives des EPI et des EPC, ou à des différences de réserve de capacité), ou à des modifications portant sur l'équipement du poste (changement de pompes) voire sur le bassin versant (réhabilitation).

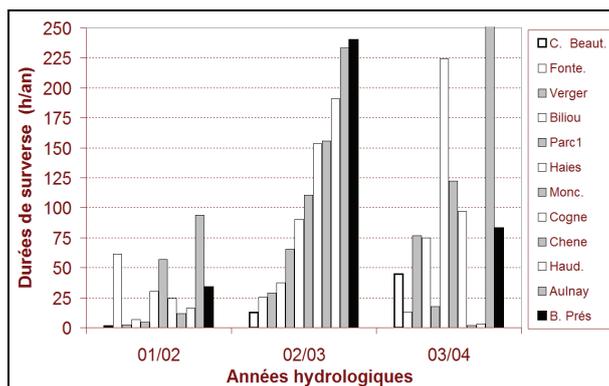


Fig. 5 : Durée cumulée des surverses d'origine hydraulique sur les 13 PR les plus affectés

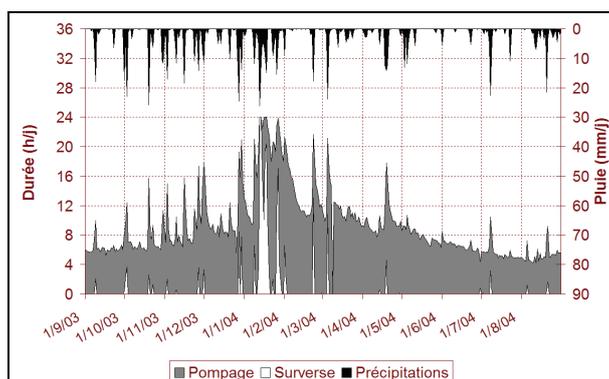


Fig. 6 : Durée de surverse et de pompage, PR Aulnay

La figure 6 présente sur un exemple la dynamique des débits, représentés par les durées de pompage. Les pointes de débits observées lors d'événements pluvieux représentent les apports d'EPC. Ces événements peuvent avoir lieu toute l'année, et suffisent ici à provoquer des surverses, même en été (par exemple en juillet-août 2004). L'augmentation du débit, par un facteur atteignant 2 voire 4, observée durant l'hiver provient des apports d'EPI. Ces apports sont confirmés par l'allure des courbes de décrue, s'étalant sur plusieurs jours, voire plusieurs semaines après les épisodes pluvieux les plus importants. Ces apports contribuent significativement aux pics de débit et aux surverses importantes observées lors des séquences pluvieuses hivernales.

#### 4 PERSPECTIVES

Dans le cadre du contrat d'agglomération Neptune III, un des objectifs de Nantes Métropole est de supprimer les surverses des réseaux séparatifs d'eaux usées vers les milieux récepteurs sensibles au niveau des postes de refoulement, notamment par la réduction des eaux parasites (Joannis & al, 2006).

Pour diminuer les apports d'eaux parasites de captage, il est nécessaire de localiser les mauvais branchements par contrôle systématique, puis de les faire remettre en conformité par les propriétaires. Ces opérations sont très efficaces et, en pratique, relativement rapides à mettre en œuvre sur un secteur d'étendue limitée : des résultats probants à l'échelle du bassin peuvent être obtenus en un à deux ans. Pour réduire l'apport d'eaux d'infiltration il faut procéder à une étanchéification des collecteurs par des techniques de réhabilitation adaptées. Ces travaux de rénovation sont à la charge du maître d'ouvrage du réseau, et leur efficacité peut être très variable.

La question clé est donc de savoir si une suppression des mauvais branchements est à elle seule susceptible de supprimer les surverses d'origine hydraulique. Dans le cas contraire, il faut évaluer la capacité des techniques usuelles de réhabilitation à réduire les EPI dans une proportion suffisante pour atteindre cet objectif.

Pour répondre à ces questions, on se propose de réaliser un suivi au pas de temps horaire sur plusieurs années de bassins versant pilotes, pour :

- 1) évaluer la contribution respective des EPI et des EPC aux pointes de débit provoquant les surverses
- 2) évaluer la réduction des débits de pointe d'EPI obtenue par des opérations de réhabilitation.

Ces deux points seront abordés en deux phases successives selon la même méthode. Celle-ci comporte la mise en œuvre d'une action systématique visant à réduire ou à supprimer une composante des eaux claires parasites à l'échelle du bassin versant, et la comparaison des apports d'eaux claires avant et après cette action. Pour le point 1) on supprimera les EPC, ce qui permettra d'avoir une identification et une quantification a posteriori des EPC, et par déduction des EPI, seules présentes à l'issue de cette première phase. La deuxième phase correspondra à la réduction des EPI et permettra d'aborder le point 2). Autrement dit, on suppose un rendement de 100% sur la suppression des EPC pour évaluer les EPC, et observer directement EPI, puis on évalue le rendement de réduction obtenu sur ces dernières.

Bien entendu les observations réalisées aux différentes étapes reflèteront non seulement l'état du réseau mais aussi les conditions météorologiques présentes au cours de ces étapes. Pour comparer les résultats avant et après réhabilitation et les traduire en termes de surverses, il faudra extrapoler les observations à d'autres contextes météorologiques, à l'aide de modèles. Pour les EPC, on pense que des modèles classiques de ruissellement sur les surfaces perméables et de transfert dans le réseau devraient convenir. Pour les EPI, des modèles spécifiques décrivant les variations saisonnières de leur débit moyen et de leur réponse aux événements pluvieux ont déjà été testés avec succès (Breil & al. 1993, Belhadj & al. 1995, Dupasquier & al. 1998).

## 5 CONCLUSION

La problématique des déversements de temps de pluie n'est pas réservée aux réseaux unitaires ou pluviaux. Dans les réseaux séparatifs d'eaux usées, les apports d'eaux claires parasites sont suffisants pour saturer la capacité des postes de relèvement et provoquer des rejets aux milieux récepteurs. Sur certains postes, d'autres rejets peuvent être provoqués par des problèmes électromécaniques, et avoir lieu en temps sec comme en temps de pluie.

L'analyse des surverses nécessite des informations complémentaires, faciles à acquérir, telles que la pluie et les durées de pompage. Des données archivées au pas de temps journalier, telles que celles qui sont disponibles à Nantes-Métropole, permettent de distinguer les surverses d'origine hydraulique et électromécanique, et de réaliser une première approche du rôle des eaux parasites d'infiltration dans la génération des surverses. Il apparaît qu'elles ont au minimum un rôle aggravant vis-à-vis des apports directs d'eaux pluviales, mais il n'est pas exclu qu'elles puissent à elles seules provoquer des surverses.

Pour le déterminer, un suivi au pas de temps horaire de quelques bassins versants pilotes permettra de mesurer l'effet d'interventions systématiques (déconnexions des mauvais branchements, réhabilitation du réseau), moyennant la mise en œuvre de modèles adaptés.

## BIBLIOGRAPHIE

- BELHADJ N., JOANNIS C., RAIMBAULT G. (1995). Modélisation des apports par infiltration dans un réseau d'assainissement en période pluvieuse. NOVATECH'95, Lyon. pp.277-284.
- BREIL P., JOANNIS C., RAIMBAULT G., BRISSAUD F., DESBORDES M. (1993) Drainage des eaux claires parasites par les réseaux souterrains : de l'observation à l'élaboration d'un modèle prototype. La Houille Blanche, 1, pp. 45-57.
- DUPASQUIER B., JOANNIS C., RAIMBAULT G., ZIMMER D. (1998). Modélisation hydrologique et hydraulique des infiltrations dans les réseaux séparatifs urbains. NOVATECH 1998, Lyon, 4-6/5/1998, pp.139-146.
- Environmental Protection Agency (2004). Impacts and Control of CSOs and SSOs - Report to Congress. [http://cfpub.epa.gov/npdes/cso/cpolicy\\_report2004.cfm](http://cfpub.epa.gov/npdes/cso/cpolicy_report2004.cfm).
- EPA, 1996, National Conference on Sanitary Sewer Overflows - Seminar Publication.
- FIELD R., O'CONNOR T. P. (2002). Control strategy for storm-generated sanitary-sewer overflows, proc. 9th ICUD, CD-ROM, Portland, Oregon, USA, 8-13 sep.
- JOANNIS C., BILLARD F., ESTEVES J. (2006). Modéliser les débits dans les réseaux d'eaux usées. Problématique et perspectives sur la communauté urbaine de Nantes. *Techniques Sciences Méthodes*, vol. 6, pp 49-57.
- KORVING H., GEISE M., CLEMENS F. (2005). Failure of sewage pumps: statistical modelling and impact assessment. 10th International conference on urban drainage, Copenhagen (Denemark), 21-26 august.