



THEME 2 : DIAGNOSTIC ET OPTIMISATION DES SYSTEMES D'ASSAINISSEMENT VIS-A-VIS DES POLLUANTS ET DES MICROPOLLUANTS

ACTION R2.2 : VALORISATION DE DONNEES DEBIT- QUALITE ISSUES DE L'AUTOSURVEILLANCE DES STATIONS D'EPURATION DES EAUX USEES

CONTEXTE

On dispose de données abondantes et très précises sur les débits et les concentrations et flux de nombreux polluants (en particulier de micropolluants) observés à l'exutoire de quelques bassins versants urbains expérimentaux gérés par des équipes de recherche (Soyer et al., 2019). Celles-ci les analysent essentiellement pour évaluer, voire prévoir, l'impact des événements pluvieux sur les réseaux pluviaux ou unitaires. D'autres thématiques sont un peu moins étudiées, telles que les conditions de fonctionnement de temps sec, et plus généralement celui des systèmes de collecte des eaux usées en mode séparatif.

Quoiqu'il en soit, on connaît mal la représentativité de ces sites expérimentaux vis à vis de la diversité des agglomérations urbaines.

Par ailleurs l'autosurveillance des stations d'épuration a été instituée par l'arrêté du 22 décembre 1994 relatif à la surveillance des ouvrages de collecte et de traitement des eaux usées, et confirmée par les arrêtés du 22 juin 2007, du 21 juillet 2015 et du 31 juillet 2020. Elle est opérationnelle depuis de nombreuses années et comporte des bilans 24 h en entrée et sortie de toutes les stations d'épuration (STEP), dont la périodicité varie en fonction de la taille des agglomérations et des paramètres analysés. Ces paramètres concernent essentiellement les polluants classiques (matières en suspension, matières organiques, polluants azotés, phosphore). Depuis le 1er janvier 2008 ces données sont centralisées dans les Agences de l'Eau grâce au système d'information SANDRE (Arrêté du 22 Juin 2007). Ces données peuvent être exploitées pour analyser en détail le fonctionnement d'un système d'assainissement. Il semble cependant qu'elles font rarement l'objet de synthèses à grande échelle, à l'exception notable du travail réalisé en 2010 pour le compte de l'ONEMA sur la base de 10 000 bilans entrée-sorties de STEP réalisés entre 1999 et 2009 sur 3 000 stations de moins de 2 000 e.h. réparties sur le territoire français [MERCOIRET, 2010].

Dans le cadre du programme OPUR5, il a été proposé d'étudier comment ces données pouvaient être valorisées pour obtenir une vue plus générale du fonctionnement des différents types réseaux de collecte et de station de traitement dans différents contextes météorologiques et socio-économiques

OBJECTIFS

- Définir une méthodologie d'analyse et de présentation des résultats
- Obtenir des valeurs de références en temps sec et en temps de pluie de concentration, de débit et de flux polluant en entrée et sortie de STEU, ainsi que de rendements
- Quantifier les gammes de variation des paramètres précédents sur chaque station et sur l'ensemble des stations ou groupes de stations de caractéristiques comparables

- Caractériser les temps de pluie, et préciser leur impact sur les effluents collectés et l'efficacité de la dépollution
- Analyser l'influence du type de collecte sur la sensibilité à la pluie, et plus généralement rechercher des facteurs explicatifs aux différences entre site

METHODE

Un échantillon constitué des stations d'épuration de capacité supérieures à 100 000 équivalents habitants du bassin Seine Normandie a été sélectionné à titre d'exemple, et les données ont été extraites sur une période de 5 ans (1994 -1998). Après avoir vérifié la cohérence des données contenues dans la base et éliminé les données suspectes, on a dans un premier temps cherché à définir des indicateurs de fonctionnement des systèmes d'assainissement , et des descripteurs de la pluviométrie pertinents pour caractériser l'impact des événements pluvieux sur ces indicateurs. L'analyse du fonctionnement de chaque système ou de groupes de systèmes s'est appuyée sur des statistiques descriptives et des corrélations simples, en attachant une importance particulière à la synthèse des résultats sous forme graphique ou tabulaire.

Quelques analyses multivariées ont également été menées à bien sur les flux collectés, pour comparer les différents sites. Elles restent à développer pour les performances de la dépollution

RÉSULTATS

Indicateur de pluie

Toute la gamme des pluies a été étudiée, et l'indicateur mettant le mieux en évidence des différences entre journées de temps sec et journées pluvieuses (les données SANDRE sont archivées au pas de temps journalier) s'est avéré être le cumul sur 2 jours, à savoir la journée à caractériser et la veille.

Flux et concentrations acheminés jusqu'en entrée de station

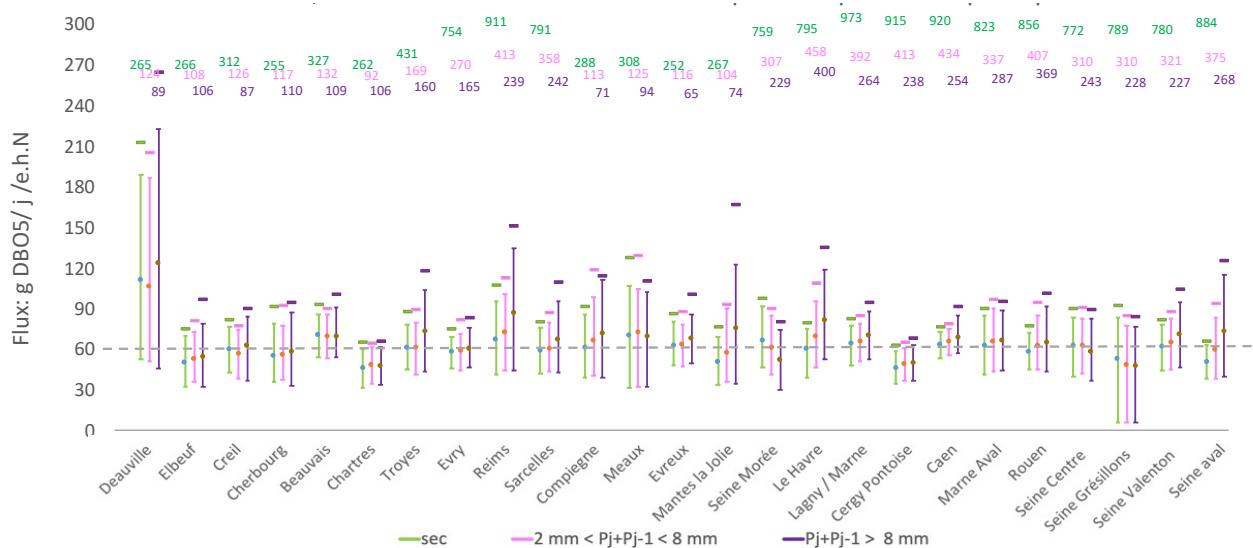


Figure 1 Flux journaliers de DBO5 acheminés vers les stations rapportés au nombre d'équivalents collectés (stimés à partir du flux moyen d'azote en temps sec)

Pour les volumes, les valeurs observées en temps sec sont supérieures, voire très supérieures à la référence de 150L/j/e.h. pour tous les sites. On peut y voir l'influence généralisée des eaux parasites d'infiltration. Cette hypothèse pourra être confirmée sur certains sites par une analyse saisonnière des débits de temps sec qui fait partie des suites de cette étude.

Pour la plupart des paramètres de pollution les valeurs de référence de flux de temps sec sont vérifiées en moyenne sur l'ensemble des sites. On constate surtout des disparités parfois importantes entre les sites. Ces valeurs de référence étant des flux spécifiques, rapportées à l'équivalent-habitant, elles dépendent de la définition de ce dernier. Ici a été estimé à partir du flux d'azote NTK collectée ne temps sec, et d'une valeur conventionnelle de 15 g/j/e.h.

Si les valeurs de référence des flux médians de temps sec ne sont pas remises en cause, on dispose désormais d'informations sur leurs fluctuations pour un site donné. Ces fluctuations peuvent être importantes, en particulier pour les MES, la DCO et la DBO5, et atteignent 30 à 35% de la médiane.

Cette variabilité n'a pas pu être expliquée par des évolutions interannuelles, des fluctuations saisonnières ou par l'impact des week-end, jours fériés et vacances : on observe quaiement la m^{ême} variabilité à l'intérieur de chacune de ces catégories.

L'effet de la pluie devient notable à partir de la valeur arbitraire de 8 mm (Pj+Pj-1>8 mm). Il est beaucoup plus marqué sur les volumes (même écrêtés par les déversoirs amont) que sur les flux, si bien que l'on observe une baisse sensible et systématique des concentrations moyennes journalières. Les flux ont néanmoins tendance à augmenter en temps de pluie, surtout les flux de MES.

A l'inverse les flux d'ammonium restent assez stables, voire diminuent en temps de pluie. Ce comportement pourrait être utilisé en diagnostic pour évaluer les volumes déversés en amont, mais cette méthode reste à valider.

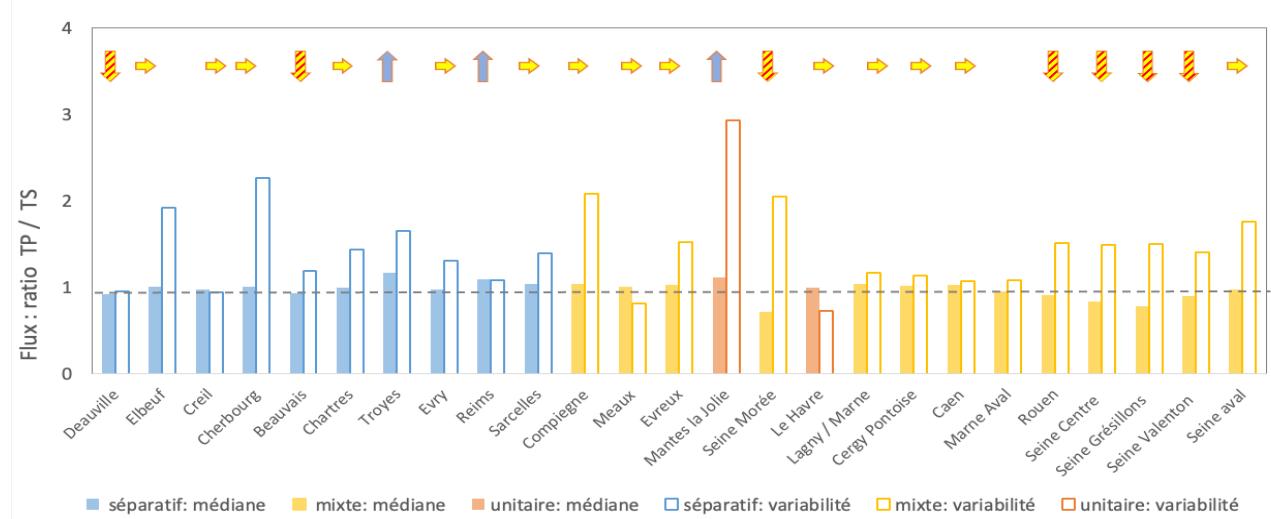


Figure 2 Flux journaliers d'ammonium acheminés vers les stations rapport des médianes et dispersions (intercentile 80) pour les pluies significatives (> 8mm/2j) aux médianes et dispersions de temps sec

Les critères d'identification des réseaux séparatifs mixtes ou unitaires pourront être précisés à l'avenir. Il n'en demeure pas moins qu'à une exception près, aucun des réseaux étudiés n'est insensible aux apports pluviaux en termes de flux ou de concentrations, et que les réseaux réputés séparatifs ne se distinguent globalement guère des réseaux mixtes ou unitaires : on suspecte même sur certains d'entre eux des déversements amont. Néanmoins l'analyse multivariée (composantes principales + classification hiérarchique) a permis de différencier les sites selon leur sensibilité à la pluie, surtout sur des critères de concentration, eux-mêmes corrélés avec le débit, et on observe une certaine tendance des réseaux séparatifs à présenter une moins grande sensibilité.

On note par ailleurs une augmentation de la variabilité des flux journaliers en temps de pluie par rapport au temps sec, sans pour autant assister à une explosion de cette variabilité.

Les analyses de corrélations et en composantes principales ont montré des corrélations assez faibles en temps sec entre les différents flux et entre les différentes concentrations. Elles sont même inexistantes pour celles qui impliquent les volumes journaliers : c'est la variabilité des concentrations qui prime. En revanche on observe des corrélations assez élevées en temps de pluie, aussi bien entre les flux qu'entre les concentrations, alors même que flux et concentrations sont en

général décorrélés entre eux. Cela signifierait que l'impact de la pluie surpasse les variations observées en temps sec.

Dépollution

L'analyse des rendements épuratoires et de la concentration des rejets des STEU confirme les bonnes performances générales de ces équipements, qui pour la plupart sont largement conformes aux prescriptions au moins 95% du temps pour les MES, la DCO et la DBO. En revanche les moyennes annuelles des rendements en azote et phosphore restent en deçà des prescriptions du l'arrêté du 21 juillet 2015 pour certaines stations. Mais ces prescriptions sont utilisées uniquement comme référence pour situer les indicateurs statistiques utilisés dans cette étude, qui ne correspondent pas strictement à la définition de la conformité réglementaire.

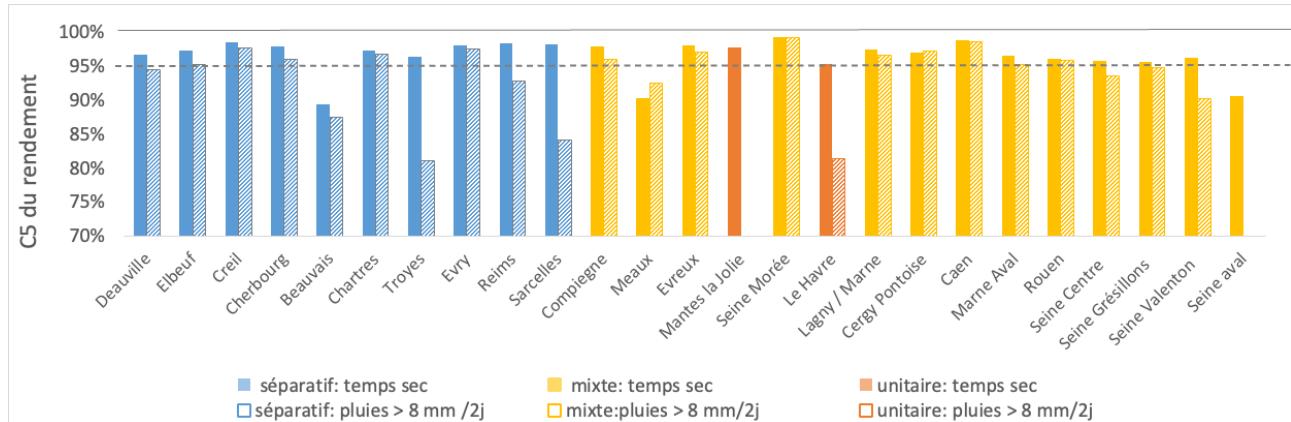


Figure 3 valeurs inhabituelles (5ème centile) des rendements en temps sec et temps de pluie pour la DBO5

Ces bons résultats intègrent des variations de rendement en apparence relativement faibles, en temps sec mais surtout en temps de pluie. Ces variations sont néanmoins susceptibles de se répercuter de manière sensible sur les concentrations et surtout sur les flux rejetés, compte tenu de l'augmentation des débits traités en temps de pluie. Elles n'ont pas pu être expliquées par les variations des caractéristiques des effluents traités.

Des surverses en tête sont enregistrées pour 15 stations, sur 25 et elles peuvent être observées sur tous les types de réseaux, et parfois même en temps sec. Elles peuvent être fréquentes mais restent très limitées en termes de volume ou de flux déversés. Elles sont néanmoins susceptibles d'avoir un impact non négligeable sur le rendement global STEU+déversoir de tête.

On dispose d'une caractérisation directe des flux de sorties et des concentrations et, en médianes, en dispersion et en valeurs inhabituelles, en temp sec et en temps de pluie. Celle-ci serait difficile à établir à partir des flux d'entrée et des rendements. Elle montre que les flux médians rejetés par les STEU augmentent assez sensiblement en temps de pluie, alors même que les flux traités et les concentrations en sortie varient assez peu, sans doute du fait des variations de rendement mais surtout de débit traité. Elle montre aussi une grande variabilité des flux et concentrations rejetés en temps sec et en temps de pluie, reflet de celle des flux traités et des rendements.

La nature du système de collecte joue finalement assez peu sur les performances de la dépollution. A l'inverse le taux de charge semble un facteur explicatif pertinent pour les différences de rendement, de flux et de concentrations rejetées observées entre les différentes stations. On constate en particulier une nette différence d'efficacité de la dénitrification au bénéfice des stations les moins chargées. Mais ce constat doit être confronté aux objectifs retenus pour la conception des différentes stations, ce qui nécessiterait l'accès à des informations extérieures à la base de données.

Au-delà de ces tendances générales, il apparaît surtout de très grandes disparités entre les sites et de grandes fluctuations au sein d'un même site. Pour expliquer ces disparités et ces fluctuations, une analyse site par site serait donc nécessaire, mais la base de données ne contient pas de description

détaillée des réseaux de collecte et une étude spécifique de chaque site sort du cadre de ce projet. On voit néanmoins que l'analyse des données d'autosurveillance pourrait constituer un préalable intéressant, permettant d'identifier des questions auxquelles devra répondre l'étude diagnostic d'un système donné. De plus les campagnes de mesure mises en œuvre dans le cadre de ce diagnostic devront être adaptés à la variabilité des flux de temps sec (et de temps de pluie).

CONCLUSION PERSPECTIVES

Au-delà des tendances générales, il apparaît surtout de très grandes disparités entre les sites et de grandes fluctuations au sein d'un même site. Pour expliquer ces disparités et ces fluctuations, une analyse site par site serait donc nécessaire, mais la base de données ne contient pas de description détaillée des réseaux de collecte et une étude spécifique de chaque site sort du cadre de ce projet. On voit néanmoins que l'analyse des données d'autosurveillance pourrait constituer un préalable intéressant, permettant d'identifier des questions auxquelles devra répondre l'étude diagnostic d'un système donné. De plus les campagnes de mesure mises en œuvre dans le cadre de ce diagnostic devront être adaptés à la variabilité des flux de temps sec (et de temps de pluie).

La méthodologie utilisée peut être appliquée à des systèmes de plus petite taille (on dispose de données en nombre suffisant à partir de 30 000, voire 10 000 e.h.) et aux territoires d'autres Agences de l'Eau. L'analyse multivariée des rendements épuratoires reste cependant à développer.

VALORISATION

Un article en 2 parties soumis à TSM :

VALORISATION DE DONNEES DEBIT- QUALITE ISSUES DE L'AUTOSURVEILLANCE DES STATIONS D'EPURATION DES EAUX USEES

PARTIE I : CARACTERISTIQUES DES EFFLUENTS COLLECTES EN TEMPS SEC ET EN TEMPS DE PLUIE

PARTIE II : PERFORMANCES DE LA DEPOLLUTION ET CARACTERISTIQUES DES EFFLUENTS REJETES PAR LES STATIONS
D'EPURATION EN TEMPS SEC ET EN TEMPS DE PLUIE

CONTACTS

Ghassan Chebbo (Leesu) : Ghassan.chebbo@enpc.fr

Claude Joannis (CJConseil): Ccjconseil@orange.fr