



HAL
open science

Estimer les flux polluants rejetés par un déversoir à partir des flux polluants mesurés en entrée de station d'épuration

Jean-Luc Bertrand-Krajewski

► **To cite this version:**

Jean-Luc Bertrand-Krajewski. Estimer les flux polluants rejetés par un déversoir à partir des flux polluants mesurés en entrée de station d'épuration. Fonctionnement des systèmes d'assainissement : l'arrêté du 21 juillet 2015, esprit et pratiques, ASTEE-SHF, Feb 2019, Colombes, France. hal-02010390

HAL Id: hal-02010390

<https://hal.science/hal-02010390>

Submitted on 7 Feb 2019

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

ESTIMER LES FLUX POLLUANTS REJETES PAR UN DEVERSOIR A PARTIR DES FLUX POLLUANTS MESURES EN ENTREE DE STATION D'EPURATION

J.-L. BERTRAND-KRAJEWSKI¹

MOTS-CLES

Autosurveillance, métrologie, charge polluante, concentration, déversoir d'orage, réglementation.

CONTEXTE

Le commentaire technique de l'arrêté du 21 juillet 2015 indique que, "pour des raisons de coûts et du fait du caractère aléatoire des mesures en réseau par temps de pluie, la charge polluante déversée au milieu récepteur peut être estimée à partir de la concentration des eaux usées brutes mesurée en entrée de station [...] ». L'exemple présenté dans cet article montre une absence de corrélation entre les deux types d'information.

INTRODUCTION

L'article 17-II de l'arrêté du 21 juillet 2015 stipule que "les déversoirs d'orage situés à l'aval d'un tronçon destiné à collecter une charge brute de pollution organique (CBPO) par temps sec supérieure ou égale à 600 kg/j de DBO₅, lorsqu'ils déversent plus de dix jours par an en moyenne quinquennale, font l'objet d'une surveillance permettant de mesurer et d'enregistrer en continu les débits et d'estimer la charge polluante (DBO₅, DCO, MES, NTK, P_{tot}) rejetée par ces déversoirs. Sous réserve que le maître d'ouvrage démontre leur représentativité et leur fiabilité, ces données peuvent être issues d'une modélisation du système d'assainissement."

La Fiche 4 "Autosurveillance du système de collecte" de la Partie 2 du Commentaire technique de l'arrêté du 21 juillet 2015 indique en page 16 : "Pour des raisons de coûts et du fait du caractère aléatoire des mesures en réseau par temps de pluie, la charge polluante déversée au milieu récepteur peut être estimée à partir de la concentration des eaux usées brutes mesurée en entrée de station ou à partir de campagnes de mesures spécifiques pluie-pollution. Par exemple, en l'absence de bilan d'autosurveillance réglementaire le jour du déversement, la moyenne hebdomadaire, mensuelle ou, annuelle hors temps sec, des concentrations en entrée de station « A3 » pour l'année d'exploitation (ou la précédente, si besoin) pourra être utilisée. La mise en place d'équipements permettant une mesure des concentrations des eaux usées déversées est laissée à l'appréciation du service de police de l'eau et du maître d'ouvrage. La méthode retenue est précisée dans le manuel d'autosurveillance."

Au vu des connaissances disponibles, la méthode par mesurages directs au niveau ou au voisinage des déversoirs d'orage devrait être préférée. La méthode utilisant les concentrations en entrée de station de traitement des eaux usées (STEU), argumentée par des difficultés pratiques, techniques ou financières à effectuer des campagnes de mesure ou des mesurages en continu au niveau des déversoirs d'orage, est proposée sans justification, ni sans estimation des écarts possibles entre concentrations mesurées au déversoir et concentrations mesurées en aval à la station.

La méthode peut être satisfaisante pour le dernier déversoir situé juste à l'amont de la station (point A2). Mais est-elle pertinente pour des déversoirs plus amont (points A1) ? Les valeurs et la variabilité des concentrations en entrée de station sont-elles similaires à celles observées pour les DO situés en amont ?

Pour proposer des éléments de réponse à partir d'un cas concret, nous avons donc comparé :

- d'une part, les concentrations en MES et DCO déterminées à partir de la turbidité mesurée au pas de temps de 2 minutes pendant 30 déversements enregistrés en 2004 au déversoir du boulevard Valvert à Ecully, Lyon Métropole, situé à l'aval d'un bassin versant unitaire résidentiel de 245 ha.

¹ Université de Lyon, INSA Lyon, DEEP (EA 7429)

- d'autre part, les concentrations moyennes journalières en MES et DCO mesurées en 2004 dans le cadre de l'autosurveillance réglementaire de la STEU de Pierre-Bénite, Lyon Métropole, 950000 EH, qui reçoit les eaux usées de 33 communes dont Ecully.

Les deux points sont séparés d'une distance à vol d'oiseau de 9.5 km et la longueur du réseau d'assainissement d'Ecully à Pierre-Bénite est de 15 km.

MATERIEL ET METHODES

Déversoir d'orage d'Ecully

Les données d'Ecully ont été acquises dans le cadre de l'OTHU (Observatoire de Terrain en Hydrologie Urbaine – www.othu.org). Un turbidimètre Endress-Hauser CUS 1 a été utilisé pour mesurer la turbidité au pas de temps de 2 minutes dans un canal de mesure en dérivation alimenté en continu par une pompe péristaltique relevant les eaux usées du collecteur situé immédiatement en amont du déversoir d'orage avec un débit de 1 L/s et une vitesse d'écoulement dans la conduite de prélèvement voisine de 1 m/s. Le turbidimètre a été étalonné au préalable avec des solutions étalons primaires AMCO-Clear certifiées NIST de 0, 100, 300, 500 et 1000 NTU. Des échantillons instantanés de 1 L ont été collectés au cours de différents événements pluvieux. La turbidité de chaque échantillon a été mesurée 50 fois dans des conditions de répétabilité. Chaque échantillon a ensuite fait l'objet de mesurages en triplicatas des concentrations en MES et DCO. Des relations de corrélation ont été établies selon la méthode présentée par Bertrand-Krajewski (2004) pour estimer les concentrations en MES et DCO à partir de la turbidité, en tenant compte des incertitudes de l'ensemble des grandeurs. Les protocoles, méthodes et résultats détaillés sont fournis dans Bertrand-Krajewski *et al.* (2007). La relation turbidité-MES établie avec 37 échantillons de temps de pluie est illustrée Figure 1. Nous ne disposons pas de données en continu équivalentes pour les autres polluants réglementaires de l'arrêté de 2015 (DBO₅, NTK, P_{tot}) : en effet, en 2004, les MES et la DCO étaient les deux seuls paramètres réglementaires à suivre sur les DO de CBPO > 600 kg DBO₅/j (arrêté du 22 décembre 1994, annexe II).

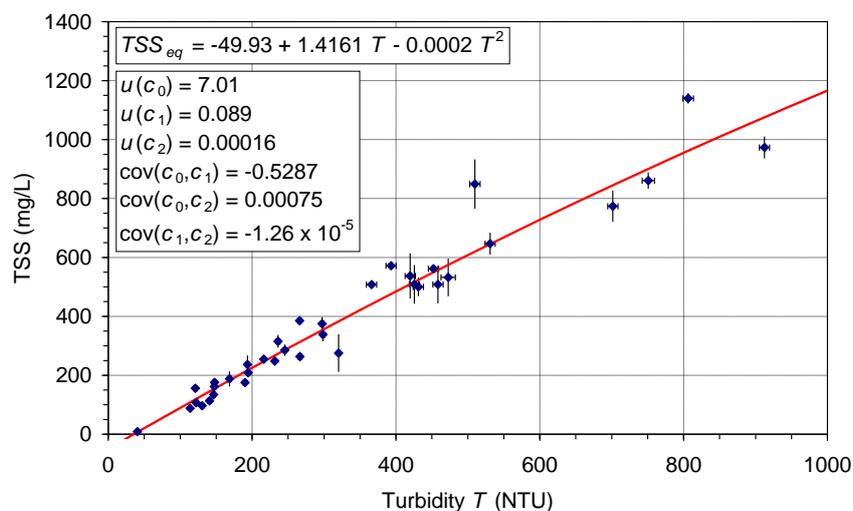


Figure 1 : Relation turbidité-MES, DO Valvert, Ecully (source : Bertrand-Krajewski *et al.*, 2007).

D'autre part, les débits déversés ont été mesurés, également au pas de temps de 2 minutes, dans la conduite de déversement en associant capteurs de hauteur d'eau et de vitesse d'écoulement. En 2004, 71 événements pluvieux et 39 déversements ont été observés sur le site du DO d'Ecully. Selon les événements pluvieux (durée et hyétogramme), il peut y avoir aucun, un ou plusieurs déversements successifs. Il peut y avoir également plusieurs événements pluvieux successifs indépendants (s'ils sont séparés d'au moins 2 heures de temps sec) au cours d'une même journée. Seuls 30 déversements successifs ou indépendants ont été mesurés sans lacunes ni défaillances techniques. Les masses de MES et DCO déversées sont illustrées Figure 2.

Les concentrations et masse de MES et DCO varient dans des proportions très importantes d'un déversement à l'autre, comme l'indiquent les écarts types et les coefficients de variation.

La masse déversée cumulée de MES pour les 30 déversements est estimée à 2154 ± 48 kg avec un niveau de couverture de 95 %, soit ± 2.2 %. Et la masse déversée cumulée de DCO est estimée à 3048 ± 74 kg avec un niveau de couverture de 95 %, soit ± 2.4 %. Les incertitudes ont été calculées sans tenir compte de l'autocorrélation au

sein des séries chronologiques. Si on prend en compte cette autocorrélation, les incertitudes sont approximativement multipliées par deux dans cet exemple.

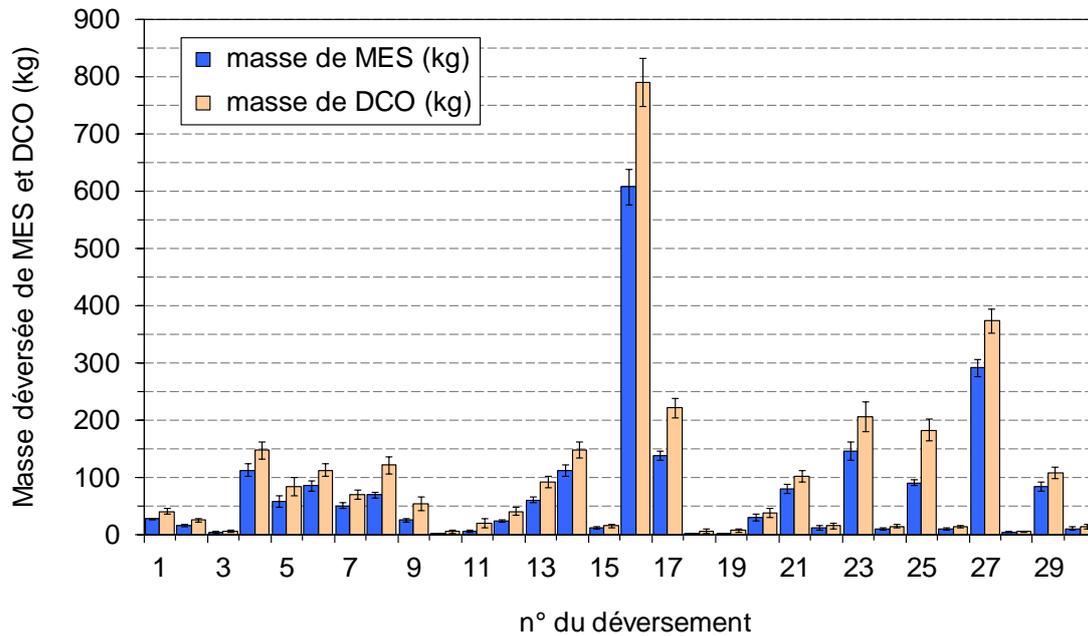


Figure 2 : Masses déversées de MES et DCO par les 30 déversements mesurés en 2004 au DO d'Ecully (source : Bertrand-Krajewski *et al.*, 2007).

Station de traitement des eaux usées de Pierre-Bénite

Les données d'autosurveillance journalières de la station de traitement des eaux usées de Pierre-Bénite ont été fournies par la Direction de l'Eau de Lyon Métropole pour l'année 2004. Les concentrations en MES et DCO sont mesurées selon les méthodes normalisées en vigueur sur des échantillons moyens 24 h, conformément au manuel d'autosurveillance de la station. Les 366 concentrations moyennes journalières en MES (2004 est une année bissextile) sont illustrées Figure 3.

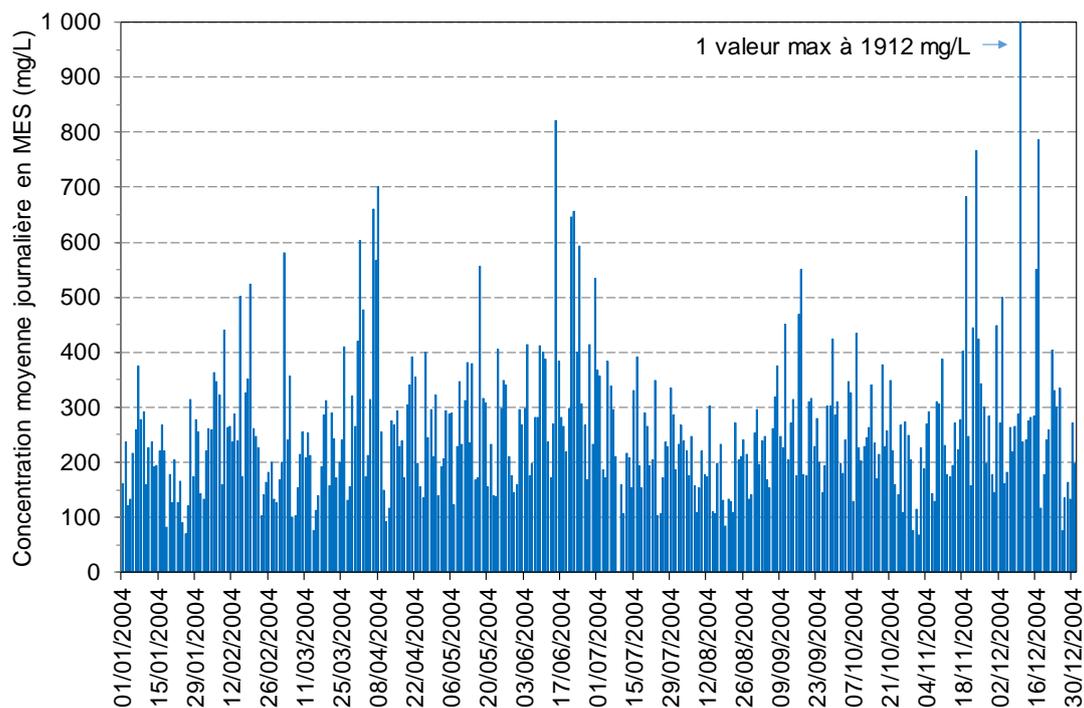


Figure 3 : Concentrations moyennes journalières en MES à l'entrée de la STEU de Pierre-Bénite, année 2004 complète.

Les concentrations en MES et DCO à l'entrée de la station de Pierre-Bénite sont fortement corrélées : $r = 0.89$. Malgré une valeur extrême observée le 10/12/2004 pour les MES (1912 mg/L) et la DCO (3620 mg/L), les écarts types sont faibles et les coefficients de variation des concentrations moyennes journalières sont largement inférieurs à ceux observés pour le DO d'Ecully : la dispersion des valeurs des 366 concentrations moyennes journalières à l'entrée de Pierre-Bénite est nettement plus réduite que celle des valeurs des 30 déversements mesurés sur le DO d'Ecully. Cette moindre variabilité s'explique par deux facteurs principaux : i) il s'agit de concentrations moyennes journalières qui par définition lissent fortement les variations qui existent aux échelles de temps inférieures (pas horaire, de la minute, etc.) auxquelles se produisent la plupart des déversements, et ii) le bassin versant à l'amont de Pierre-Bénite est très grand (27759 ha), le linéaire de réseau est très long (1073 km) et cela a pour effet de lisser les variations de concentrations temporelles et spatiales présentes au sein des sous-bassins versants amont.

Dans la suite des calculs, seules sont sélectionnées les concentrations moyennes journalières en MES et DCO à la station de Pierre-Bénite dont les dates correspondent à celles des déversements au DO d'Ecully.

COMPARAISON DES CONCENTRATIONS ET FLUX POLLUANTS

Les concentrations en MES et DCO sont globalement moins variables à la STEU de Pierre-Bénite que celles mesurées au DO d'Ecully. Les coefficients de variation CV sont en effet nettement inférieurs : 0.33 au lieu de 0.97 pour les MES, et 0.47 au lieu de 0.96 pour la DCO. La variabilité des concentrations mesurées à l'entrée de la station de Pierre-Bénite est donc très différente de celle observée au DO d'Ecully.

Les concentrations moyennes journalières en MES et en DCO mesurées à la station de Pierre-Bénite aux dates correspondant à celles des déversements mesurés au DO d'Ecully sont très différentes des concentrations moyennes mesurées pendant les déversements (l'exemple des MES est illustré Figure 4).

Les coefficients de corrélation r entre les concentrations à Pierre-Bénite et celles au DO d'Ecully sont de -0.04 pour les MES et 0.22 pour la DCO. En conclusion, il n'y a pas de corrélation significative entre d'une part les 30 concentrations moyennes journalières mesurées à Pierre-Bénite aux dates correspondant à celles des déversements mesurés au DO d'Ecully et d'autre part les 30 concentrations moyennes des déversements mesurés au DO d'Ecully.

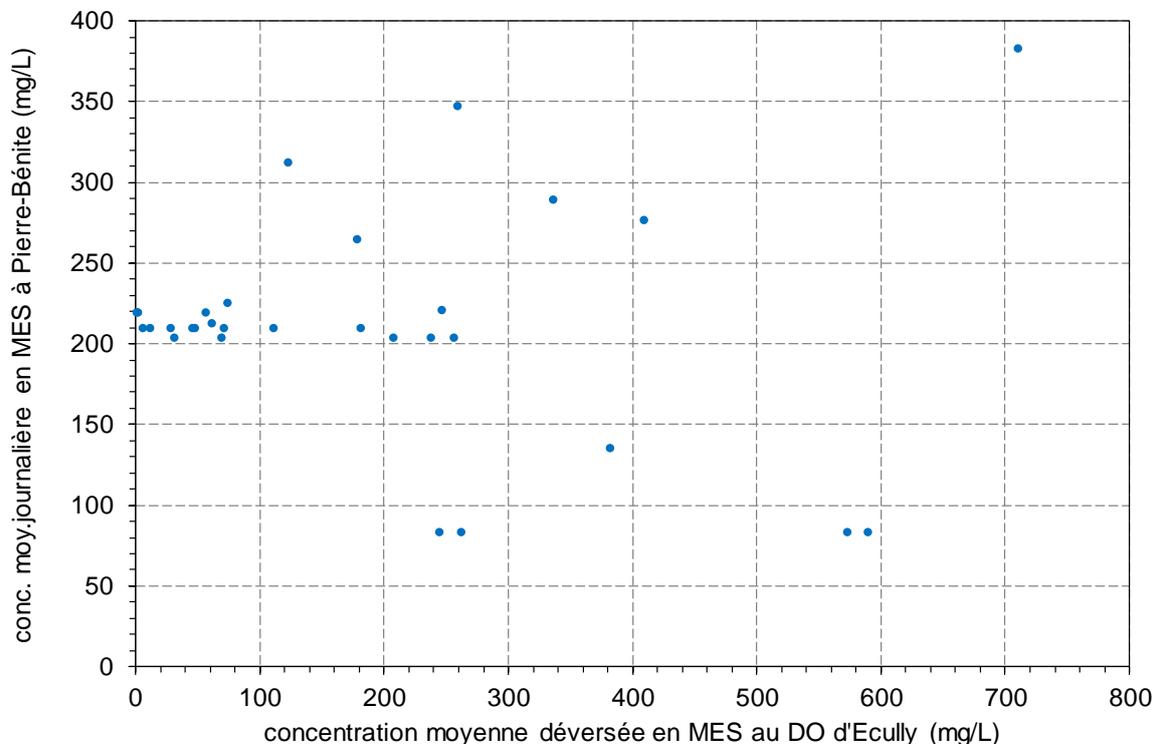


Figure 4 : Concentrations moyennes journalières en MES à la STEU de Pierre-Bénite et concentrations moyennes déversées en MES mesurées au DO d'Ecully, 30 déversements, année 2004.

Il en résulte des estimations fortement erronées des masses déversées cumulées :

- pour les MES, 3799 kg estimés au lieu de 2154 kg mesurés, soit un écart de +76 %.
- pour la DCO, 4665 kg estimés au lieu de 3048 kg mesurés, soit un écart de +53 %.

Ces écarts sont largement supérieurs aux incertitudes de mesure des masses cumulées mesurées au DO d'Ecully.

CONCLUSIONS

Il n'y a pas de corrélation entre les concentrations moyennes journalières en MES et DCO mesurées pour l'autosurveillance à l'entrée de la STEU de Pierre-Bénite et les concentrations moyennes en MES et DCO des déversements mesurés au DO d'Ecully. Par conséquent, estimer les concentrations et flux déversés au DO d'Ecully en utilisant les concentrations mesurées à la STEU de Pierre-Bénite n'est pas satisfaisant et conduit à des résultats très éloignés des valeurs réelles.

Estimer les concentrations et flux polluants déversés aux déversoirs d'orage amont (points de type A1) à partir des concentrations moyennes journalières (et *a fortiori* hebdomadaires, mensuelles ou annuelles) mesurées à la station de traitement des eaux usées en aval (point de type A3) ne devrait pas être une méthode recommandée sans qu'elle soit justifiée au cas par cas, car elle est susceptible de fournir des estimations pouvant être très largement erronées.

Elle ne devrait être appliquée que si des données suffisantes sont fournies par l'exploitant ou le maître d'ouvrage, permettant de justifier, cas par cas, de la pertinence d'une telle estimation en montrant, sur une période assez longue et pour un nombre suffisant d'événements pluvieux diversifiés (a minima une dizaine d'événements, une vingtaine serait souhaitable), qu'une corrélation significative existe localement.

Il est préférable, afin d'estimer les flux polluants rejetés par un déversoir d'orage, de procéder à des mesurages des concentrations soit au droit des déversoirs lorsque c'est possible, soit dans la conduite de temps sec amont ou aval au voisinage du déversoir d'orage. Ces mesurages peuvent être réalisés soit au moyen de capteurs fonctionnant en continu, soit au moyen de prélèvements et d'analyses en laboratoire, soit par une combinaison de ces deux possibilités. L'utilisation de corrélations entre turbidité d'une part et concentrations en MES et DCO n'est qu'une possibilité de mesurage parmi d'autres, présentée ici uniquement à titre illustratif.

REMERCIEMENTS

A Arnaud Denis (Direction de l'Eau de Lyon Métropole) pour la mise à disposition des données d'autosurveillance de la STEU de Pierre-Bénite. A Arnaud Denis, Laetitia Bacot (GRAIE) et Lionel Méradou (Agence de l'Eau Rhône-Méditerranée-Corse) pour leurs relectures, commentaires et suggestions.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Bertrand-Krajewski J.-L. (2004). *TSS concentration in sewers estimated from turbidity measurements by means of linear regression accounting for uncertainties in both variables*. *Wat. Sci. Tech.*, 50(11), 81-88.

Bertrand-Krajewski J.-L., Barraud S., Lipeme Kouyi G., Torres A., Lepot M. (2007). *Event and annual TSS and COD loads in combined sewer overflows estimated by continuous in situ turbidity measurements*. *Proceedings of the 11th International Conference on Diffuse Pollution, Belo Horizonte, Brazil, 26-31 August 2007*, 8 p.