

Estimer les flux de macro-déchets dans la Seine : un véritable casse-tête ?

Estimating macro waste fluxes in the Seine River: A real Headache?

Tramoy R.¹, Gaspéri J.¹, Colasse L.², Fisson C.³, Bacq N.³, Sananes S.⁴, Rocher V.⁵, Rognard F.⁶, Viault B.⁷ and Tassin B.¹

¹LEESU (UMR MA 102, Université Paris-Est, AgroParisTech), Université Paris-Est Créteil, 61 avenue du Général de Gaulle, 94010 Créteil Cedex, France.

²Association SOS Mal de Seine, <http://maldeseine.free.fr/>

³GIP Seine-Aval, Pôle Régional des Savoirs ; 115 Bd de l'Europe, 76100 Rouen.

⁴Ministère de la Transition Ecologique et Solidaire, Tour Séquoia, La Défense, 92400 Courbevoie.

⁵Syndicat Interdépartemental pour l'Assainissement de l'Agglomération Parisienne (SIAAP), Direction du Développement et de la Prospective, 82 Avenue Kléber, 92700 Colombes, France.

⁶Cerema Eau, Mer et Fleuves, Technopôle Brest Iroise, 155 rue Pierre Bouguer, 29280 Plouzané.

⁷Département de la Seine-Maritime, Direction de l'environnement, Quai Jean Moulin, 76100 Rouen.

RÉSUMÉ

Entre 4 et 12 millions de tonnes de plastiques sont rejetées dans les océans chaque année, dont 80 % proviendraient des continents avec les fleuves comme voie de transfert. Ces estimations globales souffrent de grandes incertitudes en raison de difficultés méthodologiques pour quantifier les flux de macro-déchets du continent vers les océans, tandis que les études à l'échelle des bassins sont rares. L'objectif de cette étude est de développer une méthodologie pour estimer les flux de macro-déchets (en particulier les macro-plastiques) transitant dans l'estuaire de la Seine. Des approches classiques de statistiques et de terrain seront développées telles que des dispositifs de piégeage ou l'exploitation de données de collectes d'associations. Cependant, l'estimation de flux à partir de ces données pose question dans la mesure où ces actions captent une partie du flux global sans pour autant apporter des éléments sur la part du flux global réellement capté. Des extrapolations grossières voire simplistes doivent donc être établies engendrant de larges incertitudes, aggravées par les effets de marées qui remobilisent les déchets vers l'amont. Dans ce contexte, une nouvelle méthodologie a été développée et doit être testée. Elle s'appuie sur une approche probabiliste combinant le traçage de déchets flottants et les données de collectes le long des berges.

ABSTRACT

Between 4 and 12 Million metric tons of plastic enter the ocean each year, probably 80% coming from continents, especially through river transport. Those global estimations are associated with great uncertainties due to methodological difficulties to accurately quantify flows of macro waste from continent into oceans. In addition, only few studies at the basin scale exist. The aim of this study is to develop a methodology to quantify flows of macro waste (macro plastic in particular) transiting through the estuary of the Seine River. Statistical and field methods will be investigated such as floating debris-traps or the use of secondary data from association collecting waste. However, estimating the global flow entering oceans on the basis of the captured flows is unreliable as the captured share remains largely unknown. Thus, rough extrapolations must be done leading to great uncertainties even greater in estuaries where tidal currents push back macro waste to the upstream zone. In this context, a new methodology has been developed and must be tested. It focuses on a probabilistic approach combining the tracking of floating debris and data from waste collection along the riverbanks.

MOTS CLES

Bassin, Estuaire, Flux, Macro-plastiques, Seine

1 INTRODUCTION

Entre 4 et 12 millions de tonnes de plastiques sont rejetées chaque année dans les océans, dont 80 % proviendraient des continents avec les fleuves comme agent de transfert (Jambeck et al., 2015). Dans le cadre de la mise en œuvre de la Directive Cadre de Surveillance du Milieu Marin (DCSMM), déterminer les sources et estimer les flux de ces macro-déchets, notamment plastiques, est primordial pour mettre en œuvre des politiques publiques de lutte contre cette pollution. Le Ministère de la Transition Ecologique et Solidaire a sollicité le Laboratoire Eau Environnement et Systèmes Urbains (LEESU) pour évaluer les flux de macro-déchets déversés en mer à l'échelle du bassin de la Seine. Ces travaux sont menés en collaboration avec le Cerema Eau, Mer et Fleuves, le Département de la Seine-Maritime, une entreprise d'insertion (Naturaulin) et les associations citoyennes. C'est l'occasion de mettre en relation les différents acteurs de la gestion du fleuve !

A ce jour, le manque d'études sur le continent à l'échelle des bassins hydrographiques et l'hétérogénéité des méthodes utilisées — liée à des difficultés méthodologiques importantes — engendrent de grandes incertitudes sur les estimations de flux. Le but de cette étude est donc de fournir des estimations de flux de macro-déchets (en particulier des macro-plastiques) transitant dans l'estuaire de la Seine selon plusieurs approches et d'analyser leur convergence ou divergence selon leur précision et robustesse.

Dans l'estuaire de la Seine, les vents, les courants, les marées qui remobilisent les déchets vers l'amont et le trafic fluvial rendent la tâche complexe. A cela s'ajoute des difficultés liées à l'utilisation des données à disposition (hétérogènes), à la représentativité de ces dernières et à leur extrapolation.

Pour évaluer les flux, les approches envisagées sont (i) l'exploitation des statistiques des opérations de nettoyage des berges (SOS Mal de Seine, Naturaulin) et des dégrilleurs de barrages (Poses), (ii) la mise en place de dispositifs de piégeage, (iii) la vidéo surveillance des flux de surface et (iv) le traçage GPS de déchets flottants. Cependant, les dispositifs de piégeage ou les collectes lors de nettoyages de berges captent une partie du flux, mais ne renseignent pas la part réellement captée du flux global. Par opposition, le flux se jetant dans les océans constitue donc un flux non observé qui va alimenter les océans. Nous proposons donc de développer une approche probabiliste combinant données de collectes et de traçage afin de déterminer les proportions relatives des flux captés et non captés.

2 APPROCHES METHODOLOGIQUES CLASSIQUES

L'estimation des flux de déchets peut être abordée de différentes manières avec des degrés différents de statistiques et de terrain, en fonction des coûts et des « efforts » à fournir. L'approche statistique consiste, par exemple, à estimer un taux de perte de déchets mal gérés par habitant dans un bassin versant en considérant qu'une partie de ces déchets se jettera dans les océans. Elle a l'avantage d'être globale et intègre toutes les tailles de déchets, mais souffre de fortes approximations parfois difficiles à justifier et reste déconnectée du terrain. Par exemple, à combien de grammes de déchets plastiques par habitant peut-on aujourd'hui estimer les fuites vers la Seine ?

De manière plus spécifique, les recueils de données issus des refus de dégrillage des stations d'épuration, des barrages ou des écluses peuvent être exploités pour estimer des flux de déchets et constituent de réelles informations de terrain. En complément, des dispositifs de piégeage (cf. photo ci-contre) sont parfois mis en place pour capter une partie du flux de déchets dans différents compartiments du fleuve (surface, colonne d'eau, fond de rivière). Le flux capté est extrapolé en fonction du volume d'eau ou de section en eau. Ici, on considère que le flux de déchets est homogène dans l'espace et dans le temps, si le dispositif n'est que ponctuel. Or, ces approximations sont discutables et l'efficacité des pièges dépendante du débit des conditions hydrologiques.



J. Gaspéri. Barrage flottant SIAAP

Enfin, il est possible d'estimer le flux non observé (i.e. non capté) grâce à l'observation directe des objets flottants sur une section de rivière soit par un observateur soit par imagerie (caméras). Mais de bonnes observations sont dépendantes de l'observateur, de la turbidité de l'eau ou bien de la météo et ne nous renseignent pas sur les déchets transportés dans la colonne d'eau ou sur le fond.

L'ensemble de ces méthodes partiellement appliquées dans la Seine au niveau de l'agglomération parisienne ont conduit à des estimations de flux compris entre 1 000 et 10 000 tonnes de déchets plastiques par an. Il convient maintenant de réaliser ce travail en zone aval, au plus près de l'exutoire, les grands fleuves méandriques constituant d'importantes zones d'accumulation. La difficulté principale concerne les effets de la marée qui remontent jusqu'au barrage de Poses avec des eaux souvent chargées de déchets. C'est pourquoi une nouvelle approche est proposée, couplant données de collectes et de traçage.

3 L'APPROCHE PROBABILISTE : VERS LE FLUX NON OBSERVÉ ?

Des données statistiques issues des opérations de nettoyage des berges par l'entreprise d'insertion Naturaulin pour le compte des Départements de la Seine-Maritime et de l'Eure avec l'AESN, l'Europe et le GPMR, ont pu être exploitées. Elles renseignent des volumes de déchets captés annuellement en fonction du type de macro-déchets, correspondant à une partie du flux global qui transite vers la Manche. Un historique jusqu'à 2008 a même été établi. Son action dans l'estuaire s'étend sur ~ 200 kms de berges, dont ~ 20 kms de linéaire régulièrement nettoyés. Il s'agit de sites d'accumulation privilégiés sélectionnés sur la base d'études de diagnostic (Lerond, 1997 ; SAFEGE, 2012).

L'approche probabiliste consiste à déterminer, grâce à des déchets marqués, la probabilité de ramassage des déchets, ainsi que leur probabilité d'échouage, grâce à des déchets tracés par GPS (Figure 1). Les récentes innovations technologiques dans ce domaine permettent en effet d'équiper des déchets flottants et de les tracer quasiment en temps réel sur plusieurs semaines voire des mois. Ainsi, connaître la proportion de déchets collectée par Naturaulin déterminera la part non collectée (= flux non observé). Les effets de la marée sont pris en compte car ils sont susceptibles d'augmenter les probabilités d'échouage et donc de collecte.

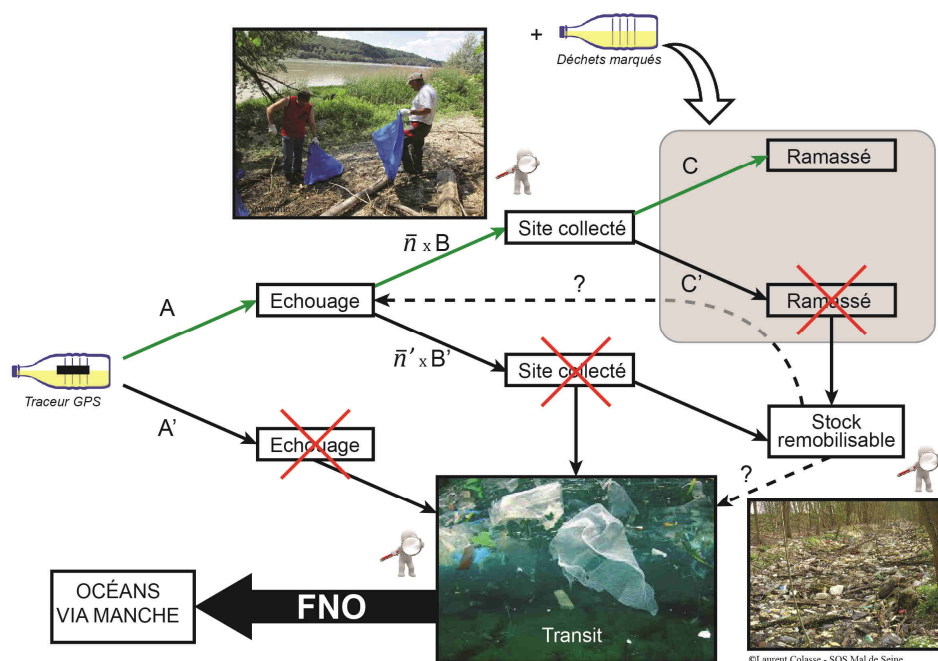


Figure 1. Arbre des probabilités d'échouage et de collecte des déchets. Ce sont des probabilités conditionnelles que surviennent les événements A, B et C ou leurs contraires A', B' et C'. Les déchets marqués vont alimenter les probabilités de (non) ramassage. En vert, le « chemin » à suivre pour remonter à la part du flux global collecté par Naturaulin. Avec \bar{n} le nombre moyen de fois où un traceur GPS s'échoue sur un site susceptible d'être collecté et \bar{n}' pour les sites non collectés. FNO, Flux Non Observé.

BIBLIOGRAPHIE

- Jambeck, J.R., Geyer, R., Wilcox, C., Siegler, T.R., Perryman, M., Andrady, A., Narayan, R., Law, K.L., 2015. Plastic waste inputs from land into the ocean. *Science* 347, 768–771.
- Lerond, M., 1999. Définition des conditions de mise en œuvre du nettoyage de la Seine. Vol 1. Archives du conseil départemental de la Seine-Maritime.
- SAFEGE, 2012. Etude prospective relative au nettoyage des macro-déchets des berges de la Seine-Eval (phase 1 : Etat des lieux). Archives du conseil départemental de la Seine-Maritime.