

## Résumé français

Les plastiques font désormais partie intégrante de la vie humaine moderne. Avec une forte densité de population, les zones urbaines sont des points centraux de consommation puis d'élimination des plastiques. L'abondance des microplastiques (MP) dans les eaux usées traduit le problème de la pollution plastique dans ces zones. L'exposition des êtres humains et des écosystèmes aux MP étant très préoccupante, il est essentiel de comprendre les apports de MP dans l'environnement pour permettre le déploiement de mesures d'atténuation. Dans ce contexte, ce projet de doctorat s'est concentré sur l'étude de l'occurrence et du devenir des MP dans le système de gestion des eaux usées de la région parisienne, dans le but d'étudier et d'évaluer les différentes voies par lesquelles les MP des zones urbaines sont susceptibles de contaminer l'environnement.

Au cours de la dernière décennie, la recherche sur la contamination plastique s'est principalement concentrée sur le rôle des stations d'épuration (STEP) dans le traitement des eaux usées. Les technologies existantes de traitement des eaux dans ces installations ont démontré une grande efficacité dans l'abattement des MP mais les effluents restent un apport important de MP dans l'environnement. La littérature a mis en évidence le transfert de MP dans les boues d'épuration. Ce sous-produit du traitement de l'eau constitue une source potentielle de MP pour l'environnement, une partie des boues étant épandue sur des sols agricoles. En examinant les MP dans les boues à différentes étapes du traitement, cette étude a révélé que les technologies actuelles de traitement des boues ne permettaient pas de les éliminer complètement. Aucune réduction significative de l'abondance des MP n'a été observée après toutes les étapes du traitement. Les niveaux de contamination restant dans les boues traitées finales étaient compris entre  $8,6 \times 10^4$  et  $4,5 \times 10^5$  particules/kg de poids sec de MP  $>25 \mu\text{m}$ , analysés par  $\mu\text{-FTIR}$ . Environ 7 % des MP des boues ont été renvoyés dans la file de traitement des eaux usées via les eaux de rejet provenant des processus de déshydratation. En outre, le traitement thermique à haute température a induit la fragmentation des particules de plastique, entraînant une réduction de leur taille. Les résultats de cette étude soulignent le potentiel d'incorporation et d'accumulation des MP dans les sols agricoles par l'épandage de boues, ce qui entraîne une contamination du sol.

Bien que les MP dans les stations d'épuration aient fait l'objet d'études approfondies au cours de la dernière décennie, peu d'attention a été accordée à leur devenir et à leur présence pendant leur transport des eaux usées dans le réseau d'égouts avant qu'elles n'atteignent les stations d'épuration. Pour combler cette lacune, cette étude a examiné l'accumulation potentielle de MP dans les dépôts en réseau d'assainissement, qui constituent des stocks de polluants à l'intérieur du réseau. Des concentrations élevées de MP, allant de  $5 \times 10^3$  à  $178 \times 10^3$  particules/kg de poids sec, ont été trouvées dans ces dépôts. Cette constatation met en évidence l'importance du stock de particules dans le réseau d'assainissement et le risque associé de transfert vers l'aval lors d'événements pluvieux en raison de la remise en suspension des dépôts.

Les débordements des réseaux unitaires via les déversoirs d'orage (DO), l'un des principaux rejets non traités du réseau, transfèrent un grand nombre de MP dans les eaux réceptrices. Toutefois, les recherches pour estimer ce flux sont encore limitées. C'est pourquoi une étude a été réalisée pour évaluer la contamination des eaux des réseaux unitaires par les MP et le rôle des DO dans leur transfert dans le milieu récepteur. Des niveaux élevés de MP ont été détectés dans les déversement au cours de différents épisodes de temps de pluie, allant de  $6,7 \times 10^4$  à  $3,9 \times 10^5$  particules/m<sup>3</sup>. À l'échelle annuelle, le nombre de particules rejetées par les déversoirs d'orage serait équivalent à la charge massive des eaux usées traitées, malgré des volumes de rejet beaucoup plus faibles. Ces résultats ont donc confirmé le rôle important des déversoirs d'orage en tant que source terrestre de particules dans le milieu environnant lors d'événements pluvieux intenses.

En conclusion, ce travail de thèse a fourni des données sur les niveaux de contamination par les MP dans divers compartiments du système de gestion des eaux usées, y compris le réseau d'assainissement et le traitement des boues dans les stations d'épuration. Il a également permis de préciser la contribution des différentes voies de rejet des MP des zones urbaines dans l'environnement, soulignant ainsi l'inadaptation des systèmes de gestion des eaux usées existants dans la lutte contre la pollution plastique.