



RÉSEAU
REGARD
Agir contre les déchets plastiques dans les réseaux urbains

Cedre

OiEau
Office International
de l'Eau

RÉPUBLIQUE
FRANÇAISE
Loire
Atlantique
Paysan

agence de l'eau
Loire-Bretagne
agence.eau-loire-bretagne.fr

ÉTAT DES CONNAISSANCES SUR LA POLLUTION PAR LES MACRODECHETS PLASTIQUES DANS LES RESEAUX D'EAUX URBAINS (EAUX PLUVIALES ET USÉES)

ÉTUDE REALISEE DANS LE CADRE DU LANCEMENT
DU RESEAU REGARD



Étude réalisée dans le cadre de
l'Appel à initiatives 2022
de l'Agence de l'Eau Loire Bretagne
Dossier 230390301 – Demande de
subvention 1039882 – N°RIC 48144

R.25.49.C/30523

Cedre (MP/AZD)

Septembre 2025

Cedre 715, rue Alain Colas, CS 41836 29218 BREST CEDEX 2 - FRANCE		Tél : 33 (0)2 98 33 10 10 Fax : 33 (0)2 98 44 91 38 Courriel : contact@cedre.fr Internet : www.cedre.fr
Références du contrat : Étude réalisée dans le cadre de l'Appel à initiatives 2022 de l'Agence de l'Eau Loire Bretagne Dossier 230390301 – Demande de subvention 1039882 – N°RIC 48144		
ETAT DES CONNAISSANCES SUR LA POLLUTION PAR LES MACRODECHETS PLASTIQUES DANS LES RESEAUX D'EAUX URBAINS (EAUX PLUVIALES ET USEES) <i>ETUDE REALISEE DANS LE CADRE DU LANCEMENT DU RESEAU REGARD</i>		
Rédigé par : Marine Paul, ingénieure du service Surveillance et études des déchets aquatiques (SEDA), Cedre Aurélié Zanon Delpy, ingénieure du service SEDA, Cedre <i>P.O.</i>	Relu par : Camille Lacroix, cheffe du service SEDA, Cedre Julie Reynaud, chargée de formations déchets économie circulaire (OIEau) <i>Julie</i>	Contrôlé par : Arnaud Guéna, adjoint au directeur, responsable de la production, Cedre <i>Arnaud</i>
Mots clefs : Macrodechets, plastiques, pollution, réseaux d'eau urbains, eaux pluviales, eaux usées, Réseau REGARD, collectivités, état des connaissances, Bassin Loire-Bretagne.		
Nombre de pages : 35 Hors page de garde / résumé / annexes Nombre de pages annexes : 0	Confidentiel : non Diffusion : Agence de l'Eau Loire Bretagne : 1 version électronique OIEau : 1 version électronique	
Classement / copies internes : Documentation Cedre, SEDA Références Cedre, date : R.25.49.C/30523 – septembre 2025, version 1.0.0 Langue(s) : Français		

RESUME

Le bassin Loire-Bretagne s'étend sur 155 000 km², soit 28 % du territoire français. Ce territoire, principalement agricole mais également marqué par la présence de grandes agglomérations situées à proximité des cours d'eau et du littoral, fait face à de nombreux enjeux pour maintenir et améliorer la qualité de ses eaux.

Dans le 11^e programme (2019-2024) de l'Agence de l'eau Loire-Bretagne, la qualité des eaux et la réduction des pollutions constituent une des priorités majeures. En 2022, l'agence a lancé un appel à initiatives pour lutter contre les émissions de macrodéchets plastiques issus des systèmes d'assainissement, l'Agence de l'Eau Loire-Bretagne a encouragé les collectivités et acteurs associés à faire émerger des démarches innovantes et fédératrices.

Dans le cadre de cet appel et pour soutenir ces initiatives, le Cedre et l'Office International de l'Eau (OiEau) ont été financés pour créer le réseau REGARD, destiné à accompagner scientifiquement et techniquement les collectivités du Bassin Loire-Bretagne. Ce réseau vise à promouvoir la mise en place d'actions, favoriser les retours d'expériences et diffuser les bonnes pratiques grâce à un appui indépendant et des ressources adaptées.

Le présent rapport, élaboré en 2024, à l'occasion du lancement du réseau REGARD, dresse un état des connaissances sur la pollution par les macrodéchets plastiques dans les réseaux d'eaux pluviales et d'eaux usées. Après une présentation des enjeux du bassin Loire-Bretagne et du contexte du projet, ce rapport décrit tout d'abord, le rôle des réseaux urbains dans la gestion de l'eau et définit les termes techniques d'intérêt. Il présente ensuite un état de la réglementation concernant le traitement des eaux et les rejets, ainsi que la gestion et la réduction des déchets. Pour finir, ce rapport synthétise les connaissances existantes sur la pollution par les macrodéchets dans les réseaux d'eau urbains ainsi que leurs sources.

Les réseaux urbains d'eaux pluviales et usées aussi appelés « réseaux d'eau urbains » dans le cadre de ce rapport, sont l'ensemble des infrastructures liées à la gestion des eaux pluviales (réseaux unitaires ou séparatifs), des systèmes de collecte et de traitement des eaux usées, ainsi que des cours d'eau. Ils englobent ainsi les réseaux d'eaux pluviales (en réseaux unitaires ou séparatifs), les systèmes de collecte d'eaux usées, les systèmes de traitement, mais aussi les cours d'eau ou rivières urbaines. Les réseaux d'eau urbains jouent un rôle essentiel dans la gestion de l'eau en milieu urbain. Ils assurent la collecte et l'évacuation des eaux usées, le drainage des eaux pluviales pour éviter l'accumulation d'eau en surface.

Concernant le cadre réglementaire, l'environnement étant un domaine de « compétence partagée » au sein de l'Union Européenne (UE), différentes directives européennes ont été identifiées en lien avec la thématique et qui contribuent à réduire la pollution par les macrodéchets aquatiques mais sans qu'elles mentionnent spécifiquement la présence des déchets dans les réseaux d'eau urbains. Au niveau national, il existe également des lois et réglementations qui encadrent la gestion des déchets ainsi que la qualité des eaux, mais la question particulière des macrodéchets plastiques transitant dans les réseaux d'eau urbains n'est pas explicitement abordée. Elle reste donc traitée de manière indirecte, à travers des dispositions plus générales sur la lutte contre les pollutions ou sur les obligations des collectivités en matière de gestion des eaux et des déchets.

Les études analysées mettent en évidence que les eaux pluviales et usées véhiculent une quantité significative de macrodéchets. À Brest (environ 140 993 habitants), il a été estimé que le flux de déchets transitant chaque année dans les réseaux d'eaux pluviales était de l'ordre de 16 g/hab/an. À Nantes (environ 325 070 habitants), le flux de déchets plastiques abandonnés en milieu urbain est estimé à 800 g/hab/an, dont 6 g/hab/an finissent dans les réseaux pluviaux. À Goussainville (environ 30 952 habitants), cette valeur est estimée entre 10 et 20 g/hab/an. Dans le sud de la France, une étude menée sur les refus de dégrilleurs d'une station de traitement des eaux usées (STEU) a évalué le flux annuel de macrodéchets entre 35 et 45 tonnes, soit 35 à 45 g/hab/an.

La nature des déchets varie selon le type de réseau. Les réseaux unitaires (eaux usées et pluviales) sont majoritairement composés de déchets sanitaires, comme les lingettes et les tampons. À Grenoble, une étude a montré que 80 % des déchets interceptés à l'exutoire d'un déversoir d'orage d'un réseau unitaire strict étaient des lingettes, auxquelles s'ajoutaient des serviettes hygiéniques et des emballages plastiques. À l'inverse, les réseaux pluviaux contiennent surtout des mégots, des emballages alimentaires et divers fragments plastiques. À Brest, il a été observé que 66 % des macrodéchets collectés dans les réseaux pluviaux étaient des mégots, des emballages de confiserie et des fragments plastiques.

L'occupation du sol influe également sur la quantité de déchets présents dans les réseaux. En Afrique du Sud, les flux de déchets varient fortement selon le type de zone : entre 9 et 20 kg/ha/an dans les secteurs industriels, entre 3 et 6 kg/ha/an dans les zones mixtes (commerciales et résidentielles), et entre 0,05 et 0,13 kg/ha/an dans les quartiers résidentiels. Ces tendances se retrouvent également à Nantes, où les densités de déchets atteignent 173 000 déchets/km² en zones commerciales et industrielles, contre 106 000 déchets/km² dans les zones résidentielles.

Les réseaux d'assainissement ont été identifiés comme étant des voies de transfert significatives des déchets vers l'environnement et les milieux aquatiques. Cet état des connaissances permet de poser les bases du réseau REGARD en identifiant les connaissances existantes afin de préparer au mieux l'accompagnement des collectivités. Cet état des lieux souligne la pertinence de la création du Réseau REGARD. Via ce réseau, les collectivités et acteurs du bassin Loire-Bretagne auront accès à des ressources d'intérêt disponibles sur une plateforme web dédiée, à des journées thématiques, à des échanges privilégiés avec des acteurs identifiés comme experts dans le cadre du Réseau REGARD (aussi appelés acteurs de référence) et pourront bénéficier d'un accompagnement adapté à leurs besoins.

LISTE DES ABREVIATIONS

ADEME : Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie

AGEC : Anti-Gaspillage pour une Économie Circulaire (loi AGECE)

BEE : Bon Etat Ecologique

Cedre : Centre de Documentation, de Recherche et d'Expérimentations sur les pollutions accidentelles des eaux

CEREMA : Centre d'Etudes et d'Expertises sur les Risques, l'Environnement, la Mobilité et l'Aménagement

DBO5 : Demande Biochimique en Oxygène mesurée à 5 jours

DCSMM : Directive-Cadre Stratégie pour le Milieu Marin

DCE : Directive-Cadre sur l'Eau

DCO : Demande Chimique en Oxygène

DERU : Directive sur les Eaux Résiduaires Urbaines

DEU : Direction Ecologie Urbaine

DO : déversoirs d'orage

EH : Équivalent Habitant

EPCI : Établissements Publics de Coopération Intercommunale

LEESU : Laboratoire Eau, Environnement et Systèmes Urbains

MES : Matières En Suspension

NTK : Azote Total Kjeldahl

OiEau : Office International de l'Eau

OSPAR : Convention OSLO-PARIS

PAMM : Plan d'Actions pour le Milieu Marin

PDM : Programme De Mesures

Ptot : Phosphore total

REP : Responsabilité Elargie du Producteur

SAGE : Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux

SDAGE : Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux

STEP : Station d'Épuration

STEU : Station de Traitement des Eaux Usées

UE : Union Européenne

GLOSSAIRE

Avaloir : Élément ponctuel d'un réseau d'assainissement permettant l'entrée des eaux de ruissellement dans le réseau. Ils peuvent être équipés ou non d'une grille et d'un puisard, selon le débit d'eau à collecter et la présence de déchets. Dans certains cas, des paniers sont installés sous les grilles pour retenir les déchets.

Dégrilleur : Dispositif composé d'une grille aux barreaux plus ou moins espacés, destiné à retenir les matières en fonction de leur taille (déchets et matières organiques) présentes dans les eaux usées. Ces déchets sont ensuite éliminés avec les ordures ménagères. Un dégrilleur peut également être installé dans un réseau d'eaux pluviales.

Déversoir d'orage : Ouvrage intégré à un réseau unitaire ou partiellement unitaire, permettant, en cas de fortes pluies, d'évacuer directement une partie des eaux usées vers le milieu récepteur. Un trop-plein de poste de pompage (station de relevage) situé en aval d'un secteur équipé d'un réseau unitaire est également considéré comme un déversoir d'orage.

Déversoir en tête de station : Ouvrage situé à l'entrée d'une station de traitement des eaux usées, permettant le déversement partiel ou total des eaux usées vers le milieu récepteur avant leur traitement.

Eaux pluviales : Eaux issues du ruissellement des précipitations atmosphériques.

Eaux résiduaires : Selon la Directive sur les eaux résiduaires urbaines, une eau résiduaire désigne une eau contenant des eaux usées domestiques. Cela peut correspondre soit à une eau exclusivement usée, soit à une eau issue d'un réseau unitaire, c'est-à-dire un mélange d'eaux usées et d'eaux pluviales.

Eaux usées urbaines : Eaux provenant des usages domestiques, généralement évacuées via le réseau d'assainissement (dans le cadre d'un assainissement collectif). Elles incluent :

- Les eaux grises : issues des cuisines, buanderies, lavabos et salles de bain.
- Les eaux noires : provenant des toilettes et installations similaires.

Ouvrage d'assainissement : Infrastructure connectée au réseau d'assainissement permettant la captation ou le stockage des eaux usées et pluviales. Il inclut les avaloirs, grilles, déversoirs d'orage, déshuileurs et dessableurs.

Ouvrages de prétraitement : Dispositifs visant à éliminer les éléments les plus grossiers susceptibles d'entraver les étapes du traitement des eaux et d'endommager les équipements. Ils comprennent :

- Le dégrillage pour les déchets volumineux,
- Le dessablage pour les sables et graviers,
- Le dégraissage et déshuilage pour les graisses et huiles.

Puisard : Petit bassin de décantation situé au fond d'un regard, d'une bouche d'égout ou d'un ouvrage maçonné, permettant la sédimentation des matières solides avant leur évacuation.

Regards de branchement : Dispositifs facilitant le raccordement des canalisations privatives d'eaux usées ou d'eaux pluviales au réseau public. Ils permettent également l'inspection, le curage et le passage de caméras pour l'entretien du réseau.

Réseau d'assainissement : Ensemble des infrastructures et équipements destinés à collecter, transporter et traiter les eaux usées et/ou les eaux pluviales avant leur rejet dans le milieu naturel ou leur réutilisation. Les 3 principaux types de réseaux d'assainissement sont : le réseau unitaire, le réseau séparatif, et le réseau mixte. Le réseau d'assainissement est généralement complété par des ouvrages d'assainissement et des stations de traitement des eaux usées.

Réseau d'eau urbain : Ensemble des infrastructures liées à la gestion des eaux pluviales (réseaux unitaires ou séparatifs), des systèmes de collecte et de traitement des eaux usées, ainsi que des cours d'eau. A noter que dans la suite de ce rapport le terme réseau d'eau urbain est utilisé, il englobe les réseaux d'eaux pluviales (en réseaux unitaires ou séparatifs), les systèmes de collecte d'eaux usées, les systèmes de traitement, mais aussi les cours d'eaux ou rivières urbaines.

Réseau de collecte unitaire : Réseau de canalisations qui collecte et transporte simultanément les eaux usées et tout ou une partie des eaux pluviales d'une agglomération.

Réseau de collecte séparatif : Système dans lequel deux réseaux distincts sont mis en place :

- L'un dédié aux eaux usées,
- L'autre, indépendant, réservé aux eaux pluviales.

Réseau mixte : Réseau combinant des sections unitaires et séparatives, avec un système de vannes permettant de transférer une partie des eaux pluviales du réseau séparatif vers le réseau unitaire en fonction des besoins.

Station (ou poste) de relevage : Installation équipée d'une ou plusieurs pompes permettant d'acheminer les eaux usées situées en profondeur ou en sous-sol vers un système de collecte adapté.

Station de traitement des eaux usées (STEU) : Installation chargée du traitement des eaux usées avant leur rejet dans l'environnement. Elle comprend divers ouvrages de traitement des eaux et des boues, ainsi que des dispositifs de dérivation comme les déversoirs en tête de station. Également appelée **station d'épuration (STEP)**, elle est régie par le Code général des collectivités territoriales et le Code de l'environnement.

SOMMAIRE

1.	Introduction.....	1
1.1.	La pollution des milieux aquatiques par les déchets.....	1
1.2.	Le bassin Loire-Bretagne, un territoire à enjeu	2
1.3.	Le Réseau REGARD	3
2.	Les réseaux d'eau urbains : définition, rôle et fonctionnement	5
2.1.	Présentation et rôle des réseaux d'eau urbains dans la gestion de l'eau	5
2.2.	Fonctionnement des réseaux d'eau urbains	6
2.2.1.	Fonctionnement des réseaux unitaires	6
2.2.2.	Fonctionnement des réseaux séparatifs	7
2.3.	Rôle des réseaux d'eau urbains dans la dispersion des macrodéchets dans l'environnement	9
3.	Etat de la Réglementation en vigueur	11
3.1.	La réglementation européenne.....	11
3.1.1.	La Directive sur les Eaux Résiduaires Urbaines (DERU)	11
3.1.2.	La Directive-Cadre sur l'Eau (DCE).....	12
3.1.3.	La Directive-Cadre Stratégie pour le Milieu Marin (DCSMM)	12
3.1.4.	La Directive relative aux déchets.....	12
3.1.5.	La Directive Single Use plastic	13
3.2.	La réglementation française.....	13
3.2.1.	Code Général des Collectivités Territoriales	13
3.2.2.	Code de l'Environnement.....	13
3.2.3.	Assainissement et Eaux résiduaires urbaines.....	14
3.2.4.	Plan biodiversité 2018.....	14
3.2.5.	Plan d'actions national « zéro déchet plastique en mer (2020-2025) »	15
3.2.6.	La Loi anti-gaspi pour une économie circulaire (Loi AGECE 2020)	15
3.3.	Autres initiatives internationales impliquant la France	15
3.3.1.	Atlantique Nord-Est : Convention OSPAR	15
3.3.2.	Méditerranée : Convention de Barcelone	16
3.4.	Les acteurs impliqués dans la gestion des réseaux urbains en France.....	16
4.	la pollution par les macrodéchets dans les réseaux urbains	18
4.1.	Flux de macrodéchets transitant dans les réseaux d'eaux pluviales.....	18
4.1.1.	Etudes internationales	18
4.1.2.	Etudes nationales	19
4.2.	Flux de macrodéchets transitant dans les réseaux d'eau usées	22
4.2.1.	Réseau mixte	22
4.2.2.	Réseau unitaire strict	22
4.2.3.	Flux de macrodéchets arrivant en tête de station de traitement des eaux.....	22
4.2.4.	Synthèse des flux estimés des différentes études citées	24
4.3.	Influence de l'occupation du sol dans la quantité de déchets générés	26
4.4.	L'origine des déchets transitant dans les réseaux d'eaux urbains	28
4.4.1.	Les déchets diffus issus des activités courantes.....	28
4.4.2.	Les dépôts de déchets	29
5.	Conclusion	31
	Bibliographie	32

1. INTRODUCTION

1.1. La pollution des milieux aquatiques par les déchets

La pollution par les déchets, notamment les plastiques, est une problématique majeure qui revêt de nombreux enjeux à l'échelle mondiale. L'origine de cette pollution est en partie terrestre, avec des déchets générés par les nombreuses activités anthropiques présentes à terre. Cette pollution touche notamment les milieux aquatiques.

Les déchets retrouvés dans ces milieux, nommés ici « macrodéchets aquatiques », incluent tous les matériaux solides, manufacturés ou transformés, qui ont été délibérément jetés, ou accidentellement perdus et qui sont retrouvés dans les environnements aquatiques (cours d'eaux, fleuves, lacs, milieu marin, etc.). Ils peuvent être issus des réseaux d'assainissement ou avoir été transportés par le ruissellement des eaux de pluie, le vent ou encore lors d'inondations. Les macrodéchets aquatiques comprennent un large éventail de matériaux : plastiques, métaux, bois, caoutchouc, verre ou encore papier, mais ce sont les déchets composés de plastiques qui sont retrouvés en majorité. En effet, les données issues du réseau national français de surveillance des macrodéchets issus des bassins hydrographiques, coordonné par le Cedre, montre qu'en 2023 l'abondance médiane de macrodéchets retrouvés échoués sur les berges est de 329 déchets/100 m et que 92 % des déchets collectés sont en plastique dont 30% classés comme plastiques à usage unique (Cedre, 2024).

La présence des déchets plastiques dans l'environnement est directement liée aux modes de production et de consommation. Une grande partie des plastiques utilisés a une durée de vie très courte avant d'être jetée. En effet, à l'échelle européenne en 2022, 21 millions de tonnes de plastiques ont été produits pour la fabrication d'emballages, soit 39% de la production de plastique (Plastics Europe, 2023). Bien que ces déchets soient généralement traités conformément à la réglementation (stockés, incinérés ou recyclés), des pertes peuvent survenir tout au long du cycle de vie des produits. Les zones urbaines, où l'activité humaine est la plus dense, constituent des foyers majeurs d'émission de plastiques. L'urbanisation croissante et l'imperméabilisation des sols empêchent l'infiltration de l'eau, amplifiant le ruissellement lors des précipitations et favorisant le transport des déchets vers les réseaux d'assainissement et les milieux naturels. Une fois dans l'environnement, les déchets se dispersent, se dégradent, s'accumulent, et se remobilisent en fonction des conditions météorologiques.

Les réseaux d'assainissement, d'eaux pluviales et d'eaux usées, construits pour collecter, évacuer l'eau hors des villes, ont ainsi été identifiés comme étant des voies de transfert de déchets vers l'environnement et les milieux aquatiques, que ce soit les cours d'eau ou le milieu marin.

En France, au niveau national, les déchets dans les réseaux d'eau urbains sont ciblés par plusieurs plans d'actions portés par le Ministère en charge de l'environnement, notamment le plan Biodiversité et le plan d'action associé « Zéro déchet plastique en mer »¹, mis en œuvre avec le soutien des Agences de

¹ https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/publications/DGALN_plan-actions-zero-dechet-plastique_web.pdf

l'eau (Ministère de la Transition écologique. 2020a). Ces actions visent à réduire le transfert de déchets dans les réseaux urbains, notamment en expérimentant des dispositifs de lutte contre les macrodéchets dans les systèmes de traitement des eaux usées et des eaux pluviales. Elles incluent également le suivi de ces nouveaux dispositifs ainsi que des infrastructures existantes pour mesurer précisément les flux de déchets (action 16 et action 18 du plan d'action).

Au niveau local, bien qu'il y ait une volonté croissante des collectivités et exploitants de réseaux pour mettre en place des actions de réduction des déchets dans les réseaux d'eau urbains, ces derniers se heurtent à plusieurs défis. Ces défis concernent les contraintes d'exploitation, la stratégie à adopter, les méthodologies à appliquer, la répartition des rôles, ainsi que l'évaluation du retour sur investissement.

1.2. Le bassin Loire-Bretagne, un territoire à enjeu

Le bassin Loire-Bretagne s'étend sur 155 000 km², soit 28 % du territoire français. Il couvre huit régions, 36 départements (tout ou en partie) et près de 7 000 communes, abritant ainsi plus de 13 millions d'habitants, avec une densité moyenne de 83 habitants/km². Ce vaste territoire comprend 135 000 km de cours d'eau, dont la Loire, plus long fleuve de France (1 000 km), qui se jette dans l'océan Atlantique à Saint-Nazaire, formant un estuaire de 11,7 km d'embouchure. Il est également doté d'une façade maritime de 6 654 km, représentant 38 % du littoral français.

L'occupation du sol est dominée par les activités agricoles (78,8 %), suivie des forêts (15,3 %), des zones urbaines (4,1 %) et des espaces naturels (1,8 %) (Figure 1).

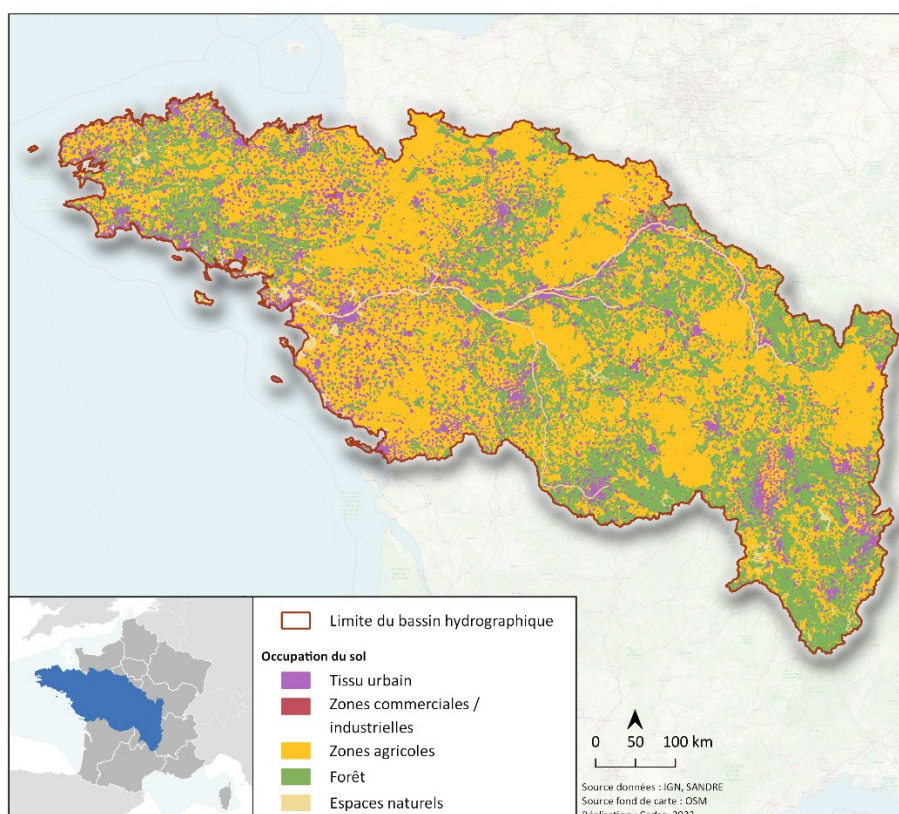


Figure 1 : Localisation du bassin Loire-Bretagne et occupation du sol (©Cedre)

Ce territoire joue un rôle clé dans l'agriculture française, notamment dans l'élevage, et abrite une industrie principalement agroalimentaire. De grandes villes sont également présentes, telles que Nantes, Rennes, Tours, etc. Cette répartition influence directement la qualité des eaux du bassin.

En 2019, l'évaluation de l'état écologiques des eaux du bassin Loire-Bretagne effectuée dans le cadre de l'Élaboration du Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE) Loire-Bretagne 2022-2027, révèle qu'environ 24 % des cours d'eau sont en bon état écologique tandis que 40 % sont en état moyen, avec des différences marquées selon les territoires. A l'amont du bassin et dans la moitié ouest de la Bretagne, la qualité des eaux est en bon, voire très bon état. Dans les zones à forte densité urbaine, les secteurs agricoles à forte irrigation et les régions connaissant des étiages marqués, la qualité des eaux est plus préoccupante. C'est notamment le cas dans le sous-bassin Loire aval et côtiers vendéens et le long de l'axe Loire entre Saint-Étienne et Nevers (Comité du bassin Loire-Bretagne. 2019).

Face à ces enjeux, le 11^{ème} programme de l'Agence de l'eau Loire-Bretagne (2019-2024), a sélectionné 3 axes prioritaires pour répondre aux objectifs du SDAGE, qui est de « stopper toute dégradation de la qualité des eaux et de reconquérir un bon état de toutes les eaux » :

- La qualité des milieux aquatiques et la biodiversité associée ;
- La qualité des eaux et la lutte contre la pollution ;
- La gestion économe et équilibrée de l'eau face au dérèglement climatique.

Bien qu'à ce jour, l'évaluation de l'état écologique des cours d'eau ne prenne pas en compte la problématique des déchets aquatiques (Comité du bassin Loire-Bretagne. 2019), celle-ci a cependant été identifiée par l'Agence de l'eau Loire-Bretagne. Dans ce contexte, cette dernière a lancé en 2022, un appel à initiatives pour lutter contre les émissions de macrodéchets plastiques issus des systèmes d'assainissement. Ce dernier encourage des projets visant à :

- Élaborer une stratégie territoriale et tester des dispositifs de lutte contre les macrodéchets plastiques dans les systèmes d'assainissement des eaux usées et des eaux pluviales, y compris par des aménagements de gestion des eaux pluviales intégrés à l'urbanisme ;
- Mettre en place des dispositifs pour limiter les fuites de biomédias plastiques dans les stations de traitement des eaux usées qui en sont pourvues.

1.3. Le Réseau REGARD

Dans le cadre de cet appel à initiatives, le Cedre et l'Office International de l'Eau (OiEau) se sont associés pour créer le réseau REGARD (Figure 2). Ce réseau vise à accompagner scientifiquement et techniquement les collectivités et acteurs associés du bassin Loire-Bretagne dans leurs actions pour réduire les macrodéchets plastiques dans les réseaux urbains. L'objectif est d'encourager la mise en place d'actions, les échanges d'expériences et de promouvoir les bonnes pratiques. Les collectivités et les exploitants de réseaux peuvent ainsi bénéficier d'un appui indépendant et de ressources adaptées pour élaborer des stratégies efficaces de réduction des macrodéchets plastiques.



Figure 2: identité du réseau REGARD

Ce projet, lancé en décembre 2023 et qui dure jusqu'en 2026, repose sur trois axes principaux :

1. Constituer et animer un réseau de collectivités à l'échelle du bassin, impliquées ou souhaitant s'impliquer dans des actions de réduction des macrodéchets issus des réseaux urbains,
2. Accompagner la mise en œuvre d'actions de lutte contre les macrodéchets plastiques,
3. Produire et mettre à disposition du réseau des ressources de référence.

Dans le cadre du lancement du réseau REGARD, un état des connaissances a été réalisé, en 2024, sur la pollution par les macrodéchets plastiques dans les réseaux urbains d'eaux pluviales et d'eaux usées. Cet état des connaissances, présenté dans la suite de ce rapport, expose tout d'abord, les éléments nécessaires à une bonne compréhension de la problématique en détaillant le rôle des réseaux urbains dans la gestion de l'eau. Ces éléments sont complétés par un glossaire définissant les termes techniques en lien avec la thématique, proposé en début de rapport. Dans un second temps, ce rapport dresse un état de la réglementation concernant le traitement des eaux, les rejets, ainsi que la gestion et la réduction des déchets. Pour finir, ce rapport synthétise les connaissances existantes sur la pollution par les macrodéchets dans les réseaux d'eau urbains ainsi que leurs sources.

2. LES RESEAUX D'EAU URBAINS : DEFINITION, ROLE ET FONCTIONNEMENT

Les réseaux urbains d'eaux pluviales et usées aussi appelés « réseaux d'eau urbains » dans le cadre de ce rapport, sont l'ensemble des infrastructures liées à la gestion des eaux. Ils englobent ainsi les réseaux d'eaux pluviales (en réseaux unitaires ou séparatifs), les systèmes de collecte d'eaux usées, les systèmes de traitement, mais aussi les cours d'eau ou rivières urbaines. Notons également que les réseaux servant au transport et à la distribution d'eau potable ne sont pas inclus dans cette définition.

La section suivante détaille le rôle et le fonctionnement de chaque type de réseau afin de mieux comprendre leur implication dans la gestion des eaux, le transport des déchets et les impacts de ces derniers sur les infrastructures urbaines. En complément, un glossaire présenté en début de rapport, fournit une définition des différents termes techniques utilisés.

2.1. Présentation et rôle des réseaux d'eau urbains dans la gestion de l'eau

Les réseaux d'eau urbains jouent un rôle essentiel dans la gestion de l'eau en milieu urbain. Ils assurent la collecte et l'évacuation des eaux usées, le drainage des eaux pluviales pour éviter l'accumulation d'eau en surface. Les réseaux sont dits unitaire ou séparatifs, selon si les réseaux d'eaux pluviales et d'assainissement sont fusionnés ou non. Les différents réseaux sont présentés ci-dessous.

Les réseaux d'assainissement des eaux usées :

Le réseau d'assainissement des eaux usées a pour mission de collecter et transporter les eaux domestiques et industrielles vers la station de traitement des eaux usées (STEU). Les eaux usées domestiques se composent de :

- Eaux grises : issues des cuisines, buanderies, lavabos et salles de bain, elles contiennent des graisses, des détergents (savon, lessive, produits d'entretien) ainsi que des matières organiques.
- Eaux noires : issues des toilettes et installations similaires, elles contiennent des matières fécales et de nombreux micro-organismes potentiellement pathogènes.

Ces eaux nécessitent plusieurs étapes de traitement avant d'être rejetées dans le milieu naturel. Elles peuvent également contenir des déchets solides tels que des lingettes jetées dans les toilettes, ainsi que des substances dissoutes.

Les réseaux d'eaux pluviales :

Le réseau d'eaux pluviales permet de collecter et d'évacuer les eaux de ruissellement issues des précipitations. Ces eaux circulent sur des surfaces imperméabilisées (toits, routes, parkings) avant d'être rejetées directement dans l'environnement via des exutoires. Ce réseau est essentiel pour limiter les risques d'inondation, garantir la sécurité des populations et protéger les infrastructures urbaines.

Toutefois, les eaux pluviales peuvent se charger en polluants (hydrocarbures, métaux lourds, déchets solides), en raison du lessivage des surfaces urbaines. Ces eaux sont, par ailleurs, souvent rejetées dans le milieu naturel sans traitement préalable, ce qui peut entraîner une pollution des milieux aquatiques. L'infiltration de ces eaux au plus près de leur production est d'ailleurs plutôt préconisée afin d'éviter ces phénomènes d'accumulation.

Les stations de traitement des eaux usées urbaines ou STEU :

Les STEU ont pour rôle de traiter les effluents urbains afin de réduire la pollution qu'ils pourraient engendrer dans le milieu récepteur. Ces installations sont conçues pour traiter les polluants organiques et inorganiques, notamment la demande biochimique en oxygène (DBO5), la demande chimique en oxygène (DCO), l'azote total Kjeldahl (NTK), le nitrate, le phosphore total (Ptot), les matières en suspension (MES), ainsi que pour suivre les paramètres chimiques tels que le pH, la température et la conductivité. Il est possible, en fonction des zones de rejets, que des traitements complémentaires soient ajoutés (zones sensibles, zone de baignade, etc.).

Bien que les macrodéchets ne soient pas pris en compte dans la réglementation, les STEU ont généralement des dispositifs pour les éliminer dès la phase de prétraitement pour protéger les installations. En cas de surcharge, les STEU peuvent évacuer une partie des effluents non traités vers des bassins de rétention, qui permettent de stocker temporairement les effluents pour un traitement différé, ou vers l'environnement via les déversoirs en tête de station.

Lors d'événements pluvieux intenses ou d'incidents techniques, ces rejets peuvent contenir des eaux non traitées, contribuant ainsi à la pollution des milieux aquatiques.

2.2. Fonctionnement des réseaux d'eau urbains

La gestion des eaux en milieu urbain repose sur deux systèmes de collecte, le réseau unitaire, système unique qui transporte à la fois les eaux usées et les eaux pluviales, et le réseau séparatif, système avec deux réseaux distincts, l'un pour les eaux usées et l'autre pour les eaux pluviales.

Certaines collectivités disposent d'un réseau mixte, combinant à la fois un réseau unitaire et un réseau séparatif. Souvent, les parties anciennes des villes sont équipées d'un réseau unitaire, tandis que les nouveaux quartiers adoptent un réseau séparatif.

2.2.1. Fonctionnement des réseaux unitaires

Le réseau unitaire regroupe les eaux usées et les eaux pluviales dans un même collecteur et les achemine vers une STEU.

Les eaux collectées se déversent de façon gravitaire (d'un point haut vers un point bas) le plus souvent ou grâce à une ou plusieurs stations de relevage (d'un point bas vers un point haut) jusqu'à une STEU. Il est possible aussi de trouver un bassin de rétention en amont de celle-ci dont le rôle est de stocker temporairement les eaux pour éviter de la surcharger.

Ce système présente l'avantage d'être plus économique, car un seul réseau suffit à collecter et à transporter les eaux, et il évite les erreurs de raccordement entre les eaux usées et les eaux pluviales. De plus, toutes les eaux sont traitées avant leur rejet dans le milieu naturel. Cependant, le réseau unitaire présente certains inconvénients. En cas de fortes pluies, il peut y avoir une forte surcharge du réseau, ce qui entraîne des débordements via les déversoirs d'orage placés sur le réseau. De plus, la

dimension des collecteurs et des ouvrages de traitement doit être conçue pour supporter les variations importantes de débit et la surcharge en eaux des réseaux. Cette dernière peut ainsi induire des dysfonctionnements des STEU. La figure ci-dessous illustre le fonctionnement d'un réseau unitaire (Figure 3).

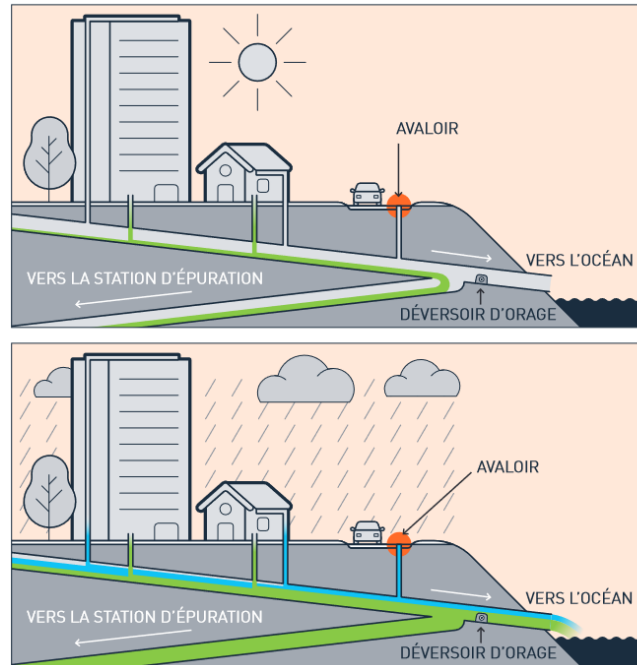


Figure 3 : Illustration d'un réseau unitaire en temps sec et en temps de pluie (© Brest Métropole)

2.2.2. Fonctionnement des réseaux séparatifs

Le réseau séparatif a été mis en place dans les années 1960-70 pour résoudre les problèmes d'inondation et de dysfonctionnement des stations d'épuration dus à une surcharge en eau pluviale des réseaux unitaires lors des précipitations. Ces eaux étant peu chargées en polluants organiques, il y a aussi peu d'intérêt à les faire transiter dans les ouvrages de traitement de la STEU.

Dans ce système, les eaux usées et les eaux pluviales sont collectées et traitées séparément. Les eaux usées sont dirigées vers une STEU pour traitement, tandis que les eaux pluviales sont rejetées directement dans le milieu naturel. Ainsi, le réseau séparatif permet d'éviter la surcharge hydraulique des stations d'épuration en période de fortes pluies. La figure ci-dessous illustre le fonctionnement d'un réseau séparatif (Figure 4).

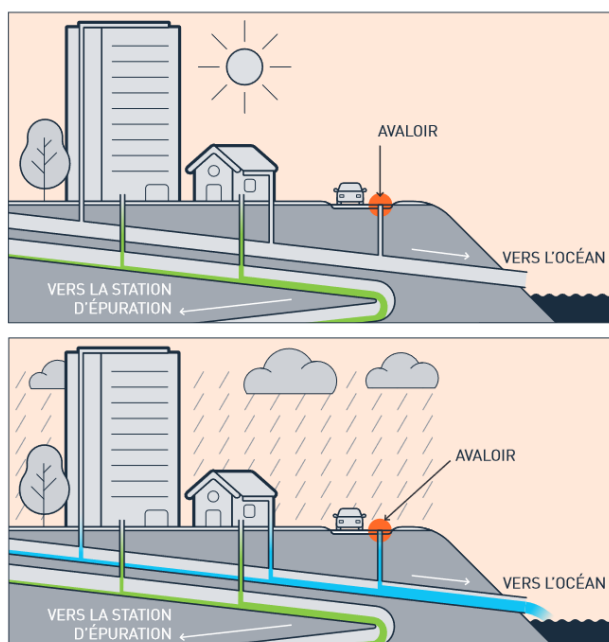


Figure 4 : Illustration d'un réseau séparatif en temps sec et en temps de pluie (© Brest Métropole)

Les eaux issues du réseau pluvial ne sont généralement pas soumises à une réglementation stricte en matière de surveillance des polluants. Cependant, des arrêtés préfectoraux peuvent être pris pour surveiller la qualité des eaux dans certaines zones sensibles, comme les zones de baignades ou de conchyliculture, bien que cela n'inclut pas la surveillance des déchets aquatiques. La figure ci-dessous récapitule le fonctionnement des réseaux d'eau urbains (Figure 5).



Figure 5 : Schéma récapitulatif du fonctionnement des réseaux d'assainissement (© OiEau)

2.3. Rôle des réseaux d'eau urbains dans la dispersion des macrodéchets dans l'environnement

Les réseaux d'eau urbains constituent également des vecteurs de pollution, notamment de dispersion de macrodéchets plastiques dans l'environnement. Ces déchets peuvent y être introduits volontairement (ex. : lingettes jetées dans les réseaux d'assainissement, mégots jetés dans les avaloirs), ou accidentellement, entraînés par le ruissellement des eaux pluviales vers les réseaux dédiés.

Dans les réseaux unitaires, les macrodéchets peuvent être rejetés dans l'environnement via les déversoirs d'orage (DO) situés sur le réseau de collecte, au niveau des postes de relevage ou en tête de station, qui permettent l'évacuation des eaux non traitées en cas de surcharge du système ou de dysfonctionnement de celui-ci (Figure 6). Les déversements issus des DO dans le milieu entraînent une dégradation du bon état des masses d'eaux (encadrées par la Directive-Cadre sur l'Eau ou la Directive-Cadre Stratégie pour le Milieu Marin) et peuvent impacter des usages sensibles comme la baignade ou la conchyliculture. C'est pourquoi la réglementation impose aux collectivités une autosurveillance de leurs réseaux et un encadrement strict de ces rejets.



Figure 6 : Dégrilleur installé en sorti d'un déversoir d'orage présentant de nombreux macrodéchets enchevêtrés (©Cedre)

Dans les réseaux d'eaux pluviales, les macrodéchets présents peuvent être évacués directement dans le milieu naturel, s'il n'y a pas d'équipements de rétention, sans aucun traitement préalable. Les réseaux d'eau pluviale captent de nombreux déchets, notamment ceux abandonnés sur la voirie et captés par les avaloirs (Figure 7).



Figure 7: Macrodéchets (mégots, emballages alimentaires, canettes, etc.) présents dans les avaloirs malgré la présence du dégrilleur (©Cedre)

La dispersion des macrodéchets via les réseaux d'eau urbain contribue donc significativement à la pollution des milieux aquatiques. Au-delà des impacts environnementaux, l'accumulation de déchets perturbe le bon fonctionnement des infrastructures, pouvant entraîner des obstructions, une réduction de l'efficacité hydraulique et des coûts accrus de maintenance.

Les réseaux d'eau urbains jouent un double rôle dans la problématique de la pollution par les macrodéchets plastiques : ils facilitent leur dispersion, mais peuvent aussi servir de points stratégiques pour leur interception avant qu'ils n'atteignent les milieux aquatiques.

3. ETAT DE LA REGLEMENTATION EN VIGUEUR

Il existe de nombreuses réglementations et lois autour de la qualité des eaux ainsi que sur la gestion des déchets. En 2012, une étude menée par l'ADEME a permis de recenser précisément les différentes réglementations en vigueur en matière de gestion des déchets tant au niveau des milieux marins et littoraux, que fluviaux, lacustres ou encore dans les réseaux (ADEME, 2012). Une actualisation de ces informations a été menée en 2020 par Marek et al (Marek et al., 2020).

Sur cette base, la section ci-dessous dresse un état de situation de la réglementation centrée sur gestion des eaux résiduaires urbaines, ainsi que sur la problématique des déchets transitant par ces réseaux. L'environnement étant un domaine de « compétence partagée » au sein de l'Union Européenne (UE), les pays de l'UE ne peuvent légiférer que si l'UE a décidé de ne pas le faire ou si elle n'a pas encore proposé de législation². Dans ce contexte, cet état de la réglementation aborde dans un premier temps la réglementation européenne, puis la réglementation et les plans d'actions en vigueur en France et enfin, présente les autres initiatives internationales, notamment les engagements pris par la France dans le cadre des Conventions de Mers Régionales (OSPAR et Barcelone) dont elle est Partie Contractante. Une dernière section présente sur la base de cet état de la réglementation, les acteurs et leurs rôles.

3.1. La réglementation européenne

3.1.1. La Directive sur les Eaux Résiduaires Urbaines (DERU)

La DERU (91/271/CEE) encadre la collecte, le traitement et le rejet des eaux usées domestiques et industrielles dans les agglomérations. Elle impose la mise en place de systèmes d'assainissement adaptés et définit des niveaux de traitement selon la taille des agglomérations. La DERU³ a été publiée le 12/12/2024. Les Etats membres disposent d'un délai maximal de 30 mois pour la transposer en droit national. Ses dispositions doivent être transposées dans le droit national au plus tard le 31/07/2027 pour être pleinement effectives (un calendrier progressif de mise en place des actions a été réalisé). Les évolutions sont les suivantes :

- Obligation de collecte et de traitement de la pollution organique pour les agglomérations d'assainissement de 1 000 équivalents habitants (EH) et plus (contre 2 000 EH précédemment) ;
- Renforcement du traitement des eaux usées : performances plus élevées sur l'azote et le phosphore et introduction d'une obligation de traitement des micropolluants ;
- Mise en place d'une responsabilité élargie des producteurs (REP) relative aux micropolluants ;
- Réduction des rejets directs d'eaux usées par temps de pluie ;
- Renforcement des obligations de surveillance ;
- Neutralité énergétique du secteur de l'assainissement ;
- Accès à l'assainissement pour tous ;
- Information du public.

² https://commission.europa.eu/about/role/law/areas-eu-action_fr

³ <https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/documents/directive-eaux-r%C3%A9siduaires-urbaines-r%C3%A9vis%C3%A9e-janvier2025.pdf>

Cette directive s'articule directement avec les objectifs de la DCE pour garantir la cohérence des politiques de l'eau au sein de l'Union européenne.

3.1.2. La Directive-Cadre sur l'Eau (DCE)

La DCE (2000/60/CE) constitue le socle de la politique européenne de l'eau. Elle fixe pour objectif l'atteinte du bon état écologique et chimique de certaines masses d'eau, et impose aux États membres la mise en œuvre de plans de gestion à l'échelle des bassins hydrographiques. La Directive s'axe sur la qualité chimique et la qualité biologique des masses d'eaux, mais les déchets n'y sont pas clairement mentionnés même s'ils peuvent impacter la qualité des eaux.

Les masses d'eau considérées dans la directive sont les masses d'eaux intérieures, souterraines et de transition (qui se situent à proximité des embouchures de rivières, qui sont partiellement salines, mais qui sont fondamentalement influencées par des courants d'eau douce).

En France, les SDAGE sont les outils de planification permettant une meilleure mise en œuvre de la DCE à l'échelle des grands bassins hydrographiques. Les SDAGE sont mis à jour tous les 6 ans et fixent pour chaque bassin les orientations pour une gestion équilibrée de la ressource en eau et les objectifs de bon état à atteindre pour chaque masse d'eau du bassin, les dispositions à prendre et les actions à mettre en œuvre pour atteindre ces objectifs (Marek et al., 2020). Les SDAGE peuvent également fixer dans leurs orientations des objectifs de réduction des macrodéchets.

3.1.3. La Directive-Cadre Stratégie pour le Milieu Marin (DCSMM)

Adoptée en 2008 (directive 2008/56/CE), la DCSMM vise à préserver les écosystèmes marins et à atteindre un Bon État Écologique (BEE) des eaux marines. Le descripteur 10 de cette directive cible spécifiquement les déchets marins, dont les macrodéchets plastiques.

Pour chaque sous-région marine de France métropolitaine, un Plan d'Actions pour le Milieu Marin (PAMM) est élaboré. Il comprend cinq volets : une évaluation initiale de l'état écologique, la définition du BEE, des objectifs environnementaux assortis d'indicateurs, un programme de surveillance, et un programme de mesures (PDM). Parmi les mesures ciblant les déchets marins du PDM 2016-2021, figurent :

- M015-NAT1b : renforcer la prévention et la gestion des déchets dans une logique d'économie circulaire ;
- M016-NAT1b : agir sur les voies de transfert des déchets solides depuis les bassins versants vers le milieu marin.

La DCSMM encourage ainsi des actions à la source, notamment dans les bassins versants, pour éviter le transfert de déchets vers les milieux marins.

3.1.4. La Directive relative aux déchets

La Directive 2008/98/CE relative aux déchets abroge trois Directives existantes précédemment : la Directive-Cadre 2006/12 sur les déchets, la Directive 91/689 sur les déchets dangereux et la Directive 75/439 sur les huiles usagées. Elle a par la suite été modifiée par quatre Directives modificatrices de 2014 à 2018 (Marek et al., 2020).

Elle est le texte de référence de la politique de gestion des déchets au sein de l'Union européenne et fixe des objectifs à atteindre. La Directive interdit l'abandon, le rejet et l'élimination incontrôlée des déchets. Elle promeut le recyclage et le réemploi, en imposant notamment un taux de recyclage de 65 % pour les déchets ménagers et similaires d'ici 2030, et de 70 % pour les déchets de construction et de démolition d'ici 2020. Elle introduit également la hiérarchie de gestion des déchets (prévention> réutilisation>recyclage>valorisation> élimination) et le principe du pollueur-payeur. Enfin, elle impose aux États membres de prévenir la dispersion des déchets dans l'environnement, incluant les milieux aquatiques.

3.1.5. La Directive Single Use plastic

La directive 2019/904 CE du 5 juin 2019 relative à la réduction de l'incidence de certains produits en plastique sur l'environnement, a pour objectif de prévenir et de réduire l'impact sur l'environnement de certains produits en plastique et de promouvoir la transition vers une économie circulaire avec en visée le 100% plastiques recyclables en 2030.

Les actions sont les suivantes :

- Réduction significative et durable de la consommation de plastique d'ici 2026 ;
- Interdictions de mise sur le marché en 2021 de plastiques à usages unique ;
- Eco conception des bouteilles en plastiques, marquage et étiquetage obligatoire en 2021 ;
- Objectif de collecte de bouteilles avec bouchons de 77% en 2025, et 90% en 2029 ;
- Déploiement de nouvelles filières REP.

3.2. La réglementation française

3.2.1. Code Général des Collectivités Territoriales

En France, la gestion des déchets est régie par le Code Général des Collectivités Territoriales.

Depuis le 1er janvier 2017, en application de la loi du 7 août 2015 portant sur la Nouvelle Organisation Territoriale de la République dite loi NOTRe, la compétence en matière de collecte et de traitement des déchets ménagers a été transférée des communes aux établissements publics de coopération intercommunale (EPCI). Conformément à l'article L2224-13, ces derniers ont l'obligation d'organiser un service de gestion des déchets efficace, incluant la prévention des dépôts sauvages. Le défaut d'exercice de cette compétence peut engager la responsabilité de l'EPCI.

Par ailleurs, l'article L2224-17 précise que les propriétaires ou affectataires du domaine public sont tenus d'en assurer l'entretien, ce qui inclut l'obligation d'éliminer les déchets présents. Cette disposition leur confère une responsabilité directe en matière de collecte et de traitement sur leurs espaces.

3.2.2. Code de l'Environnement

Le Code de l'environnement encadre strictement la gestion des déchets et interdit leur abandon dans la nature, afin de prévenir leur dispersion, en particulier vers les milieux aquatiques. Certains articles du Code de l'Environnement établissent une hiérarchie des modes de traitement, en privilégiant la prévention, la réutilisation et le recyclage, affirment la responsabilité du producteur ou du détenteur pour la gestion des déchets qu'il génère, prévoient des sanctions en cas de rejets de substances

polluantes dans les eaux, notamment lorsque ceux-ci portent atteinte à la santé, à la faune aquatique ou à la biodiversité marine.

L'article L. 215-14 du Code de l'Environnement modifié par la Loi sur l'Eau et les Milieux Aquatiques de 2006, impose aux propriétaires riverains un entretien régulier des cours d'eau, incluant l'enlèvement des embâcles et des débris. La notion d'embâcle et de débris s'interprète, dans la majorité des cas, comme des troncs d'arbres et autres chutes de bois issus des milieux associés au cours d'eau. Mais, suivant la définition donnée à ces derniers, cet article peut impliquer la responsabilité de la collecte des déchets, flottants ou non, à tout propriétaire riverain d'un cours d'eau (personne physique, comme morale, privée comme publique) (Marek et al, 2020).

3.2.3. Assainissement et Eaux résiduaires urbaines

L'arrêté du 21 juillet 2015 transpose la DERU dans la réglementation française. Ce texte fixe des obligations pour les systèmes d'assainissement, notamment en limitant les rejets d'eaux usées non traitées dans l'environnement, en particulier par temps de pluie. Les gestionnaires de l'assainissement doivent respecter un des critères suivants, soit :

- Les rejets par temps de pluie doivent représenter moins de 5 % des volumes d'eaux usées produits dans la zone desservie, sur le mode unitaire ou mixte, par le système de collecte ;
- Les rejets par temps de pluie doivent représenter moins de 5 % des flux de pollution produits dans la zone desservie par le système de collecte concerné ;
- Limiter les déversements à moins de 20 jours par an au niveau de chaque déversoir d'orages soumis à autosurveillance réglementaire.

Bien que les macrodéchets plastiques ne soient pas encore un paramètre réglementaire dans l'évaluation de la performance des systèmes d'assainissement, cet article fixe une limite à l'utilisation des déversoirs d'orage, et donc du rejet d'eaux usées non traitées, pourvoyeuses de déchets, dans l'environnement.

Les SDAGE et autres documents planification (schéma d'aménagement et de gestion de l'eau (SAGE), contrats de rivière, etc.) peuvent également fixer dans leurs orientations des objectifs de traitement, de gestion et de réduction des macrodéchets, comme par exemple améliorer la connaissance sur les flux ou expérimenter des dispositifs de lutte dans les systèmes de traitement des eaux et usées et des eaux pluviales (OiEau, 2022 et Cerema, 2020a).

3.2.4. Plan biodiversité 2018

Le Plan Biodiversité publié en 2018, définit des objectifs stratégiques pour une approche globale de la protection de la biodiversité. Ce plan intègre plusieurs axes d'actions : 6 axes stratégiques comportant 24 objectifs pour un total de 90 actions proposées (Ministère de la Transition écologique. 2018).

Le premier objectif de son axe 2, intitulé « Construire une économie sans pollution et à faible impact sur la biodiversité », propose de « mettre fin aux pollutions plastiques ». Il met en avant la nécessité de réduire les apports de déchets plastiques dans les milieux naturels en renforçant la gestion des déchets et en développant des dispositifs de récupération.

3.2.5. Plan d'actions national « zéro déchet plastique en mer (2020-2025) »

Le Plan d'actions national « Zéro Déchet Plastique en Mer » (2020-2025) décline les objectifs stratégiques du plan Biodiversité 2018 (Ministère de la Transition écologique. 2020a). Ce plan comprend 35 mesures réparties en quatre axes principaux. L'axe 2, intitulé « Lutte contre les déchets dans les cours d'eau, eaux usées et eaux pluviales », vise à réduire les apports de déchets plastiques depuis les systèmes d'assainissement vers le milieu marin. L'axe 2 comprend notamment les actions suivantes :

- Action 16 « Expérimenter des dispositifs de lutte contre les macrodéchets dans les systèmes de traitement d'eaux usées et eaux pluviales et mettre en place des suivis de ces nouveaux dispositifs et des dispositifs existants afin de mesurer des flux réels » ;
- Action 18 : « Limiter les fuites de biomédias filtrants en plastique depuis les stations de traitement des eaux résiduaires urbaines ».

3.2.6. La Loi anti-gaspillage pour une économie circulaire (Loi AGECE 2020)

La loi AGECE (La loi n° 2020-105 du 10 février 2020) vise à renforcer la responsabilité des producteurs, lutter contre les plastiques à usage unique, et mieux gérer les déchets. Cette loi complète la loi de transition énergétique et croissance verte du 17/08/2015. Elle prévoit, entre autres, la fin de la mise sur le marché des emballages en plastique à usage unique d'ici 2040. Pour y parvenir, des objectifs de réduction, de réutilisation et de réemploi et de recyclage sont fixés par décret.

La Loi AGECE propose également d'étendre la responsabilité des industriels dans la gestion de leurs déchets en créant de nouvelles filières pollueurs-payeurs et l'obligation du tri à la source sur 8 flux de déchets (depuis 2016 il y avait 5 flux : verre, papier-carton, plastique, métaux bois, la loi AGECE ajoute 3 flux : fractions minérales, plâtre et textile). L'objectif est que les producteurs, importateurs et distributeurs de produits financent leur fin de vie. Au total, 19 filières « Responsabilités Élargies des Producteurs (REP) » sont mises en œuvre dont 7 nouvelles depuis 2020. La loi AGECE prévoit également la mise en place, avant le 31 décembre 2024, d'une filière REP sur les lingettes pré-imbibées pour usages corporels et domestiques⁴.

3.3. Autres initiatives internationales impliquant la France

3.3.1. Atlantique Nord-Est : Convention OSPAR

La convention OSPAR est le mécanisme par lequel quinze pays, dont la France, et l'Union européenne, coopèrent pour protéger l'environnement marin de l'Atlantique du Nord-Est. La Convention OSPAR a été à l'avant-garde des efforts internationaux pour s'attaquer au problème des déchets marins depuis l'adoption de son premier Plan d'action régional pour les déchets marins (2014-2021). Ce plan incluait notamment une action qui ciblait les déchets liés aux eaux usées et aux eaux pluviales pénétrant dans

⁴ <https://www.ecologie.gouv.fr/politiques-publiques/textiles-sanitaires-usage-unique-tsuu>

le milieu marin (action 42⁵) et qui avait pour objectif d'étudier et promouvoir, avec les industries appropriées, l'utilisation des meilleures techniques disponibles et des meilleures pratiques environnementales afin de mettre au point des solutions durables et rentables pour réduire et empêcher les déchets liés aux eaux usées et aux eaux pluviales de pénétrer dans le milieu marin, y compris les microparticules. Cette action portée par l'Irlande, la Norvège et la Suède, a abouti à la production de plusieurs documents de synthèse disponibles sur le site de la Convention.

Un deuxième Plan d'action régional OSPAR (RAP ML 2) a été adopté en juin 2022. Il définit le nouveau contexte politique du travail d'OSPAR sur les déchets marins dans l'Atlantique du Nord-Est et contribue directement à la réalisation de l'objectif stratégique 4 (SO4 : « prévenir les apports de déchets marins, y compris les microplastiques, et de les réduire de manière significative dans l'environnement pour atteindre des niveaux qui n'entraînent pas d'effets néfastes sur l'environnement marin et côtier, l'objectif ultime étant d'éliminer les apports de déchets ») et des 8 objectifs opérationnels sur les déchets marins énoncés dans la Stratégie pour l'environnement de l'Atlantique du Nord-Est à l'horizon 2030. Ce nouveau plan inclut une action portée par la France qui vise à réduire les pertes de macrodéchets dans les systèmes de traitement des eaux usées (Action A.2.2⁶).

3.3.2. Méditerranée : Convention de Barcelone

La convention pour la protection du milieu marin et du littoral de la Méditerranée ou convention de Barcelone, dont la France est une Partie Contractante, a été adoptée le 16 février 1976 à Barcelone. La Convention de Barcelone et ses sept Protocoles adoptés dans le cadre du Plan d'action pour la Méditerranée (PAM) constituent le principal accord multilatéral régional sur l'environnement à caractère juridiquement contraignant portant sur la Méditerranée. Il s'agit de la première convention de mer régionale à avoir adopté un plan d'actions dédié à la lutte contre les déchets marins en 2013 (UNEP/MAP, 2013). Celui-ci a été révisé en 2021 afin de renforcer les mesures de prévention et de réduction des déchets marins et de leur impact sur l'environnement marin et côtier. Dans ce plan, juridiquement contraignant et qui fixe des mesures spécifiques et des objectifs opérationnels pour parvenir à un bon état écologique de la mer Méditerranée, il est stipulé que les Parties Contractantes doivent « prendre les mesures nécessaires pour mettre en place des égouts urbains, des stations d'épuration des eaux usées et des systèmes de gestion des déchets adéquats afin d'empêcher le ruissellement et les apports fluviaux de déchets » (action n°12).

3.4. Les acteurs impliqués dans la gestion des réseaux urbains en France

Avant la loi NOTRe (loi du 07 août 2015), la gestion des réseaux d'eau et d'assainissement était principalement assurée au niveau communal. Chaque commune était responsable de l'organisation, de la gestion et de la maintenance des services d'eau potable et d'assainissement, qu'il s'agisse de réseaux collectifs ou non collectifs. Les communes pouvaient déléguer cette gestion à des prestataires privés ou à des régies publiques, mais elles restaient les acteurs principaux. Cependant, dans les

⁵<https://www.ospar.org/work-areas/eiha/marine-litter/regional-action-plan/land-based-waste-management/sewage-and-storm-water-related-waste-entering-the-marine-environment>

⁶<https://www.ospar.org/work-areas/eiha/marine-litter/regional-action-plan/rap2-waste-and-storm-water/a.2.2-reduce-macro-litter>

grandes agglomérations, des EPCI, tels que les communautés de communes ou les métropoles, pouvaient intervenir dans la gestion des réseaux, bien que cela reste une exception. Ces EPCI assumaient souvent une responsabilité partagée avec les communes membres, notamment en matière d'assainissement, mais sans gérer nécessairement l'intégralité du territoire communal.

Cette organisation fragmentée entraînait parfois des incohérences dans la gestion de l'eau et des eaux usées. De plus, les disparités entre les communes rurales et urbaines étaient marquées, avec des défis plus complexes pour les premières en matière d'assainissement non collectif, tandis que les grandes villes bénéficiaient de réseaux collectifs plus développés. Ce système, bien qu'il permît une gestion localisée, ne favorisait pas une approche cohérente et globale de la gestion de l'eau à l'échelle intercommunale, rendant difficile la prise en charge des enjeux environnementaux croissants, tels que la gestion des eaux pluviales et la protection des milieux naturels.

C'est dans ce contexte que la loi NOTRe a introduit, au 1^{er} janvier 2020, un transfert obligatoire de compétences vers les EPCI, afin de renforcer l'efficacité et la cohérence de la gestion des réseaux d'eau et d'assainissement à l'échelle intercommunale. Ce transfert a également entraîné une évolution majeure en matière de compétences, puisque l'eau pluviale a désormais été incluse dans le domaine de l'assainissement. Par conséquent, les deux compétences, « Eau » et « Assainissement », sont devenues indissociables.

Bien que la compétence ait été transférée, son exercice peut être assuré par différents acteurs. En effet, l'EPCI peut confier cette gestion à des entités telles que les communes membres, des syndicats mixtes ou des régies publiques. Certaines communes, initialement opposées au transfert obligatoire de la compétence, ont encore jusqu'en 2026 pour en acquérir la gestion.

Ce changement législatif a pour but de renforcer l'efficacité et la cohérence des actions menées en matière de gestion des ressources en eau et de traitement des eaux usées. En pratique, il implique une coordination accrue entre les différents acteurs, en vue d'une gestion intégrée et durable des réseaux d'eau urbains, tout en garantissant une réponse plus réactive face aux enjeux environnementaux et urbains.

4. LA POLLUTION PAR LES MACRODECHETS DANS LES RESEAUX URBAINS

La partie ci-dessous synthétise les connaissances existantes à l'échelle internationale sur les flux et la composition des macrodéchets transitant dans les réseaux d'eau urbains. Les informations sont présentées par type de réseaux urbains, en abordant d'abord les réseaux d'eaux pluviales puis les réseaux d'eaux usées et en considérant en premier lieu les études menées à l'échelle internationale puis en faisant un focus sur les études conduites en France. Une dernière section présente les sources potentielles de pollution identifiées.

4.1. Flux de macrodéchets transitant dans les réseaux d'eaux pluviales

Depuis la fin des années 1990, la pollution par les macrodéchets issus des réseaux d'eaux pluviales a fait l'objet de plusieurs études, notamment en Australie et en Afrique du Sud, deux pays précurseurs sur cette thématique. À la différence de nombreux États européens, ces pays disposent majoritairement de réseaux séparatifs, dans lesquels les eaux de ruissellement urbain sont directement évacuées vers le milieu naturel, sans traitement préalable.

4.1.1. Etudes internationales

En 1997, une étude menée par Allison et al. à Melbourne (Australie), a montré que les zones urbaines contribuaient à la pollution de l'environnement. En effet, cette étude a estimé qu'environ 60 000 tonnes de « polluants bruts » (mélange de déchets anthropiques et matières organiques), soit 230 000 m³ et environ 1,8 milliards de déchets plastiques transitaient annuellement avec les eaux pluviales (Allison et al, 1997). Ces résultats ont conduit à la publication du « *Guide sur les meilleures pratiques de gestion environnementale des eaux pluviales urbaines* » (Victorian Stormwater Committee, 1999), rédigé par un comité des Eaux Pluviales (Melbourne Water Waterways and Drainage Group) regroupant différents partenaires australiens (l'Autorité de protection de l'environnement (EPA), la société des eaux de Melbourne et les autorités locales). Ce guide en anglais propose diverses techniques de gestion des eaux pluviales, et recommande notamment l'installation de dispositifs de rétention des macrodéchets en amont des bassins de décantation et d'infiltration des eaux de ruissellement.

En Afrique du Sud, la problématique des déchets transitant par les réseaux d'eau urbains a également fait l'objet de plusieurs études. En 1991, le Conseil de recherche scientifique et industrielle (CSIR) a estimé que chaque année, 780 000 tonnes de déchets solides étaient transportées par les réseaux d'eaux pluviales du pays, dont 195 000 tonnes finissaient dans la mer (CSIR, 1991). En 2000, une étude réalisée à Springs, près de Johannesburg, s'est intéressée au flux de macrodéchets dans un bassin versant majoritairement composé de zones commerciales et industrielles, représentant 85 % de sa superficie (Armitage et Rooseboom. 2000). Les chercheurs ont estimé que la pollution générée par ces déchets atteignait un flux annuel moyen de 550 kg /ha/an. Parmi ces déchets, environ 18 % rejoignaient directement le réseau des eaux pluviales, correspondant à un flux moyen de 82 kg /ha/an sur l'ensemble du bassin versant. Notons que dans cette étude, la quantification des flux a été estimée en combinant l'analyse de dispositifs de piégeage (mesure des volumes de déchets interceptés) et

d'une estimation des densités moyenne de déchets de 95 kg/m³ de matières captées, pouvant induire une sur représentation de la quantité de déchets.

Entre 2000 et 2002, un programme de surveillance a été déployé dans neuf bassins versants de la région métropolitaine du Cap, toujours en Afrique du Sud. L'objectif était de mieux comprendre l'origine, la nature et la quantité des déchets transitant par ces réseaux (Marais et al., 2004). Cette étude a permis d'évaluer les flux annuels de déchets à travers l'installation pièges de type filets de rétention ou cages et leur analyse. Les résultats ont révélé des flux de déchets variables en fonction du type de zone étudiée. En zone industrielle légère, les flux observés variaient de 51 kg/ha/an à 114 kg/ha/an et en zone commerciale, de 23 à 111 kg/ha/an.

En 2020, Weideman et al. ont actualisé ces données en quantifiant les flux de macrodéchets dans les eaux pluviales urbaines de Cap. Pour ce faire, les chercheurs ont analysé les déchets interceptés par des filets placés sur des exutoires d'eaux pluviales dans trois types de bassins versants : résidentiel, industriel et mixte commercial/résidentiel. Les campagnes de mesure ont été réalisées entre 2018 et 2019. Les résultats ont montré que les flux de macrodéchets étaient inférieurs à ceux estimés dans les années 2000 par Armitage et Rooseboom. En zone industrielle, les flux obtenus sont de 9 à 20 kg/ha/an pour la zone industrielle, de 3 à 6 kg/ha/an pour la zone commerciale/résidentielle et de 0,05 à 0,13 kg/ha/an pour la zone résidentielle (Weideman et al 2020).

En Israël, une étude réalisée dans la ville côtière de Netanya, a cherché à comprendre le rôle des réseaux d'eau pluviale dans le transfert des déchets vers le milieu marin. Pour cela, des échantillons de macrodéchets ont été collectés dans 7 avaloirs avant la première pluie significative de l'automne, puis après cette pluie, sur la plage où se trouvait l'exutoire du réseau. Les résultats montrent que 2 598 déchets ont été prélevés dans les avaloirs avant l'épisode pluvieux et 2 099 déchets ont été prélevés sur la plage après la pluie. Parmi les déchets collectés dans les avaloirs, 76,8 % étaient en plastique, avec une majorité de mégots de cigarettes (33 %) et de sacs plastiques (28,5 %). Sur la plage, 96 % des déchets étaient en plastique, avec une majorité d'objets à usage unique (34,4 %), de sacs plastiques (26,4 %) et de mégots de cigarette (15,5 %). Les auteurs de l'étude concluent que les réseaux d'eaux pluviales constituent un vecteur majeur de pollution marine, particulièrement lors des premières pluies après une période sèche (Pasternak et al., 2021).

En Nouvelle-Zélande, une étude menée en 2023 dans la région de Northland a cherché à quantifier la quantité et la composition des déchets transitant dans les réseaux d'eaux pluviales en milieu urbain. Pour cela, 51 paniers filets ont été installés dans des avaloirs répartis sur 16 secteurs présentant différentes occupations du sol. L'analyse des déchets interceptés a permis d'identifier 21 006 objets, dont 71,1 % étaient en plastique. Les mégots de cigarette représentaient la principale catégorie de déchets, avec 32,8 % du total, soit 6 868 déchets. Le flux médian obtenu pour cette région a été estimé à 1,825 kg/ha/an. À l'échelle de la région, les chercheurs ont estimé que 13,2 millions de déchets sont rejetés chaque année, dont 8,7 millions d'objets en plastique, par les six principales zones urbaines étudiées (Martinez and Griffiths., 2023).

4.1.2. Etudes nationales

En France, des études récentes, menées notamment par le Laboratoire Eau, Environnement, Systèmes Urbains (LEESU) mais aussi par le Cedre et l'OiEau, ont permis de fournir des estimations des flux de macrodéchets issus des réseaux d'eau urbains à l'échelle nationale.

En 2021, Treilles et al. ont étudié l'abondance, la composition et les flux de macrodéchets dans les eaux de ruissellement urbaines d'un bassin versant suburbain de l'agglomération parisienne, couvrant une superficie de 228 hectares et regroupant environ 5 700 habitants. Les chercheurs ont caractérisé les macrodéchets interceptés (dégrillés) au sein d'une station de dépollution des eaux pluviales située à Sucy-en-Brie (Val-de-Marne, 94). Les résultats ont révélé une prédominance des déchets plastiques, qui représentaient 62 % des déchets en nombre et 53 % en masse parmi l'ensemble des déchets anthropiques collectés. Parmi les types de plastiques les plus fréquemment retrouvés figuraient les sacs et films plastiques, les emballages de chips et de bonbons, les mégots de cigarettes, ainsi que divers fragments plastiques. Le flux annuel de plastiques à l'échelle du bassin versant a été estimé entre 0,4 et 1,7 kg/ha/an, soit entre 4,8 et 18,8 kg/hab/an (Treilles et al., 2021).

En 2022, le Projet PLASTOC, mené par Tramoy et al., s'est intéressé aux flux de macrodéchets transitant dans les réseaux urbains, notamment les réseaux d'eau pluviales, sur les communes de Goussainville (Val-d'Oise, 95) et de Malaunay (Seine-Maritime, 76) (Tramoy et al., 2022a).

La commune de Goussainville (Val-d'Oise, 95), localisée à une vingtaine de kilomètres de Paris et comptant environ 31 000 habitants, possède un système d'assainissement séparatif. Un filet de rétention a été positionné sur un exutoire d'eaux pluviales afin d'analyser les déchets interceptés. L'étude a montré que les macrodéchets interceptés se composent majoritairement, en masse, de plastique (43%), de verre (29%) et de métal (16%). En masse également, les principaux déchets retrouvés sont les canettes et bouteilles en métal, les fragments de verre de plus de 2,5 cm et les bouteilles en verre. En nombre, les déchets issus du tabac sont les plus représentés, notamment les mégots et les blisters de paquets de cigarettes. Le flux de macrodéchets sur cette zone est estimé entre 10 et 20 g/hab/an, soit 1 kg/ha/an. Notons que sur la zone d'étude, peu d'obstacles au transfert des macrodéchets vers l'environnement sont présents. En effet, les avaloirs sont majoritairement non dégrillés et une partie du réseau est à ciel ouvert, pouvant ainsi se charger en macrodéchets (Tramoy et al., 2022a).

La commune de Malaunay (Seine-Maritime, 76), localisée à une dizaine de kilomètres de Rouen et comptant environ 6 000 habitants, possède un système d'assainissement mixte. 3 filets de rétention ont été installés, dont un sur un réseau d'eau pluviale strict. Contrairement à Goussainville, la majorité des avaloirs sont dégrillés, ce qui limite le transfert des macrodéchets vers le réseau. L'analyse des déchets collectés a révélé une forte prédominance du plastique, qui représente 83% en masse des macrodéchets interceptés. Les principaux déchets retrouvés sont les produits liés au tabac, les contenants alimentaires et les fragments de plastique de moins de 2,5 cm. Le flux de macrodéchets sur cette zone est estimé à 2 g/hab/an, soit 0,1 kg/ha/an (Tramoy et al., 2022a).

Entre 2021 et 2022, une étude menée par le Cedre et l'OiEau sur le territoire de Brest Métropole (Finistère, 29) a analysé 13 dispositifs de rétention de macrodéchets installés sur quatre bassins versants. Ces dispositifs étaient installés, en entrée, dans ou à l'exutoire du réseau d'eaux pluviales. L'étude a révélé que 66% des déchets interceptés étaient des mégots, des emballages de confiseries et de tabac ainsi que des fragments plastiques, (Figure 8). L'étude a également montré qu'en l'absence de ces dispositifs, près de 2,5 millions de déchets transiteraient chaque année par les réseaux d'eaux pluviales, représentant un volume estimé à 3,3 tonnes ou 43 m³. Le flux annuel a été calculé à 16 g/hab/an soit 0,6 kg /ha/an (Cedre et OiEau, 2023a).



Figure 8 : Caractérisation des macrodéchets interceptés par un filet de rétention installé sur un exutoire d'eau pluviale du bassin versant du Sprenot, territoire de Brest Métropole (©Cedre)

En 2024, une étude menée par Ledieu et al. sur le territoire de la métropole de Nantes (Loire-Atlantique, 44) a estimé que les déchets plastiques abandonnés sur les surfaces urbaines et dans les eaux de ruissellement représentaient un flux de 800 g/hab/an. Bien que l'essentiel soient récupérés par le service de nettoyage (jusqu'à 98%), une partie arriverait jusqu'au réseau d'eaux pluviales, environ 6 g/hab/an. Ces résultats confirment que les eaux pluviales constituent une voie de transfert majeure des déchets plastiques vers les milieux aquatiques, faisant des exutoires des sources ponctuelles de pollution significatives pour les cours d'eau récepteurs (Ledieu et al., 2024).

4.2. Flux de macrodéchets transitant dans les réseaux d'eau usées

Comme pour les eaux pluviales, les eaux usées sont aussi vectrices de macrodéchets, qui peuvent soit parvenir jusqu'à la STEU, comme c'est le cas pour les eaux usées des réseaux séparatifs et des réseaux unitaires en temps sec, soit être directement rejetés dans l'environnement par les déversoirs d'orage par temps de pluie ou en cas de dysfonctionnement de la STEU. En France, plusieurs études ont cherché à quantifier ces rejets afin d'évaluer leur impact environnemental.

4.2.1. Réseau mixte

Dans le projet PLASTOC, précédemment mentionné, Tramoy et al. ont étudié les flux de déchets transitant dans les réseaux urbains de la commune de Malaunay (Seine-Maritime, 76),. Un des trois filets de rétention installé l'a été sur une zone drainée par un réseau mixte, c'est-à-dire, un réseau unitaire présentant des systèmes de surverses dans le réseau pluvial strict en cas de surcharge. Un filet a donc été positionné à l'exutoire du réseau d'eau pluvial plus ou moins chargé en surverse unitaire.

L'analyse des déchets collectés montre que le plastique est majoritaire en masse (55 %), suivi des textiles (18 %) (lors de l'étude les lingettes étaient intégrées à la catégorie textile) et du métal (17 %). Les lingettes représentent la principale catégorie de déchets en masse (16 %), suivies des emballages alimentaires (8 %). En nombre, les déchets liés au tabac sont prédominants. Ces résultats mettent en évidence une double origine des macrodéchets interceptés, avec une part provenant des eaux usées, notamment les lingettes, et une autre issue des eaux pluviales, comprenant des déchets liés à la consommation et au tabac. Le flux de macrodéchets sur cette zone a été estimé à 3 g/hab/an, soit 0,2 kg/ha/an (Tramoy et al., 2022a).

4.2.2. Réseau unitaire strict

Toujours dans le cadre de PLASTOC, le LEESU a également travaillé sur les rejets de macrodéchets dans un réseau unitaire strict à Grenoble (Isère, 38). La zone étudiée couvre un bassin de collecte regroupant environ 16 500 habitants. La gestion de l'assainissement est assurée en régie publique, avec des avaloirs majoritairement dégrillés et équipés de décanteurs curés annuellement. Le filet installé sur un déversoir d'orage a permis d'identifier les principaux matériaux et types de déchets : les textiles représentent 81 % de la masse totale, suivis des plastiques (17 %). Parmi les déchets, les lingettes sont dominantes (80 %), suivies des serviettes hygiéniques (4 %) et des emballages en plastique (2 %).

Le flux de macrodéchets sur cette zone est estimé à 0,4 g /hab/an, soit 0,03 kg/ha/an, nettement inférieurs à ceux observés sur les autres sites de l'étude (Tramoy et al., 2022a).

4.2.3. Flux de macrodéchets arrivant en tête de station de traitement des eaux

Les réseaux unitaires acheminent les eaux usées jusqu'aux stations d'épuration, sauf en période de surcharge où des déversements peuvent se produire. Certaines études se sont intéressées aux macrodéchets interceptés en tête de STEU. En effet, afin d'éviter l'entrée excessive de matières organiques et de macrodéchets pouvant compliquer le traitement ou présenter un risque pour le

fonctionnement des installations, des dégrilleurs sont installés à l'entrée des stations pour retenir les éléments les plus volumineux (Figure 9).



Figure 9 : Refus de dégrillage à l'entrée d'une station d'épuration (©Cedre)

En 2009, une étude menée par Le Hyaric a analysé les refus de dégrillage dans plusieurs STEU de la région Auvergne-Rhône-Alpes : Fontaines (20 000 EH, réseau unitaire), Givors (65 000 EH, réseau unitaire), Bourg-en-Bresse (90 000 EH, dont 65 % d'effluents domestiques, réseau pseudo-séparatif à 72,7 %), Annemasse (70 000 EH, plus de 90 % d'effluents domestiques, réseau pseudo-séparatif à 40 %) et Lyon Pierre-Bénite (425 000 EH, réseau unitaire).

L'étude a permis de caractériser quantitativement et qualitativement les refus de dégrillage. En temps sec, les textiles sanitaires (lingettes, tampons, etc.) représentaient entre 55 % (Annemasse) et 87 % (Lyon) des refus. A Bourg-en-Bresse et à Givors, la proportion de textile sanitaire atteignait respectivement 58,3 % et 72,9 %. Lors d'épisodes pluvieux, cette proportion augmentait d'environ 10 %, atteignant 68 % à Annemasse et 69 % à Bourg-en-Bresse (Le Hyaric et al., 2009).

En 2020, le Cerema a mené une étude théorique à l'échelle nationale en s'appuyant sur les données d'autosurveillance des stations d'épuration, les rapports et bilans d'exploitation. (Cerema, 2020b). Les données d'autosurveillance incluent :

- La masse de matière dégrillée lors de la phase de pré-traitement,

- Les volumes d'eaux usées brutes déversées par les déversoirs d'orage et en tête de station,
- Les volumes d'eaux usées à l'entrée de la STEU (avant traitement).

Cette étude a permis d'estimer le flux annuel de macrodéchets transitant dans les systèmes d'assainissement et ceux rejetés dans l'environnement par les déversoirs d'orage et les déversoirs en tête de station. Le flux annuel de macrodéchets totaux rejetés vers l'environnement par les réseaux d'assainissement a été estimé entre 40 et 108 g/hab/an, soit entre 2 000 et 9 000 tonnes de matières sèches/an pour la France métropolitaine avec 75 % à 80 % de ces fuites attribuées au déversoir d'orage, le reste aux déversoirs en tête de station.

Le LEESU a mené une étude similaire dans le cadre du projet MacroPLAST (Tramoy et al., 2022b) sur l'entrée de la STEU Géolide, qui traite les eaux usées de Marseille Métropole (Bouches-du-Rhône, 13) et de 20 communes environnantes, via un réseau d'assainissement unitaire. Cette station, dotée de bassins de rétention de 90 000 m³, traite jusqu'à 325 500 m³/jour, soit l'équivalent de 1,8 million d'habitants. Les eaux entrantes dans la STEU sont successivement dégrillées par différentes grilles, après quoi l'ensemble des matériaux retenus est collecté dans une unique benne. Un échantillonnage de celle-ci a été réalisé par temps sec, permettant d'analyser la composition des macrodéchets transitant par le réseau. L'étude révèle que les lingettes constituent la catégorie majoritaire (44,8 % des déchets collectés), suivies par les déchets plastiques (47 %) suivant : fragments de plastique >2,5 cm, serviettes et protège-slips, emballages de confiserie, cotons-tiges, contenants alimentaires de type fast-food, pailles et mélangeurs, bouteilles, bouchons et bâtons de sucette. Ces dix catégories représentent à elles seules plus de 95 % des déchets plastiques identifiés.

En extrapolant ces résultats à l'année, le flux annuel de macrodéchets à Géolide est estimé entre 35 et 45 tonnes, soit 35 à 45 g/hab/an, un ordre de grandeur proche des estimations nationales du CEREMA (Tramoy et al., 2022b).

Par ailleurs, Tramoy et al. ont mis en évidence des concentrations en macrodéchets nettement plus élevées dans les eaux usées de Géolide par rapport à celles de l'Huveaune, avec des valeurs respectives de 1 000 à 1 300 mg/m³ contre 20 à 90 mg/m³. Ces résultats confirment que les macrodéchets transitent massivement via les réseaux d'assainissement, soulignant ainsi l'importance de limiter les déversements pour réduire ces pollutions.

4.2.4. Synthèse des flux estimés des différentes études citées

Comme le montrent les études susmentionnées, les réseaux d'eau urbains, qu'il s'agisse des réseaux unitaires, des réseaux d'eaux pluviales ou des têtes de stations de traitement des eaux usées, sont identifiés comme des voies de transfert significatives des macrodéchets vers les milieux aquatiques. Ces travaux ont permis non seulement de quantifier et de caractériser cette pollution, mais aussi d'explorer les facteurs influençant la présence de ces déchets dans les réseaux.

Le tableau ci-dessous (Tableau 1) récapitule les flux de macrodéchets estimés dans les différentes études mentionnées, en distinguant les configurations de réseaux étudiées (Tableau 1).

Tableau 1 : Estimation des flux de macrodéchets dans différentes études par types de réseaux

Type de réseaux	Estimation du flux de macrodéchets	Flux par hectare	Flux par habitant
Etudes internationales			
Réseau pluvial strict	Le Cap (Afrique du Sud) (Armitage et Rooseboom, 2000)	82 kg /ha/an	/
	Le Cap (zone industrielle légère) (Afrique du Sud) (Marais et al, 2004)	51 à 114 kg/ha/an	/
	Le Cap (zone commerciale) (Afrique du Sud) (Marais et al, 2004)	23 à 111 kg/ha/an	/
	Le Cap (zone industrielle) (Afrique du Sud) (Weideman et al, 2020)	9 à 20 kg/ha/an	/
	Le Cap (zone commerciale/résidentielle) (Afrique du Sud) (Weideman et al, 2020)	3 à 6 kg/ha/an	/
	Le Cap (zone résidentielle) (Afrique du Sud) (Weideman et al, 2020)	0,05 à 0,13 kg/ha/an	/
	Northland (Nouvelle-Zélande) (Martinez et Griffiths, 2023)	1,825 kg/ha/an	/
Etudes nationales			
Réseau pluvial strict	Sucy-en-Brie (Val-de-Marne, 94) (Treilles et al, 2021)	0,4 et 1,7 kg/ha/an	4,8 à 18,8 kg/hab/an
	Goussainville (Val-d'Oise, 95) (Tramoy et al., 2022)	1 kg/ha/an	10 à 20 g/hab/an
	Malaunay (zone commerciale) (Seine-Maritime, 76) (Tramoy et al., 2022)	0,1 kg/ha/an	2 g/hab/an
	Métropole de Brest (Finistère, 29) (Cedre et OiEau, 2023)	0,6 kg/ha/an	16 g/hab/an
	Nantes métropole (Loire-Atlantique, 44) (Ledieu, 2024)	6 g/hab/an	/
Réseau mixte	Malaunay (Seine-Maritime, 76) (Tramoy et al., 2022)	0,2 kg/ha/an	3 g/hab/an
Réseau unitaire	Grenoble (Isère, 38) (Tramoy et al., 2022)	0,03 kg/ha/an	0,4 g/hab/an
Déversoir de tête de station	Geolide (Marseille, 13) (Tramoy et al., 2022)	/	35 à 45 g/hab/an
	CEREMA (Rognard and Finck, 2020)	/	10 à 20 g/hab/an

4.3. Influence de l'occupation du sol dans la quantité de déchets générés

La quantité et la nature des macrodéchets transitant dans les réseaux d'eaux urbains varient considérablement en fonction des dispositifs de collecte et de traitement des eaux. Cette variabilité s'explique par de nombreux facteurs, notamment la densité de population, la fréquentation des espaces publics, le degré d'urbanisation, le type d'occupation des sols (résidentiel, commercial, industriel, etc.) ainsi que le niveau de revenu des populations. Ces éléments influencent la quantité de déchets abandonnés ou perdus accidentellement, susceptibles d'être entraînés vers les réseaux d'assainissement (Armitage, 2007 ; Lebreton et al., 2019 ; Gholami et al., 2020).

Globalement, les zones à forte couverture urbaine – caractérisées par une densité importante de bâtiments, d'infrastructures publiques et de voiries (centres-villes, zones commerciales, parkings, etc.) – tendent à générer davantage de macrodéchets que les zones moins urbanisées (Schreyers et al., 2023).

Une étude menée dans la ville du Cap, en Afrique du Sud, met en évidence de fortes disparités des flux de déchets selon les types d'occupation des sols (Weideman, 2020). Les flux de déchets les plus importants se trouvent dans les zones industrielles, avec un flux moyen de 137,6 kg/ha/an. Le flux moyen dans les zones mixtes (résidentielles et commerciales) était de 42 kg/ha/an et tombait à 0,9 kg/ha/an dans les zones strictement résidentielles.

Plus récemment, une étude conduite en Nouvelle-Zélande (Martinez & Griffiths, 2023), a affiné cette analyse en évaluant les types de déchets collectés par des équipements d'interception (paniers filets) installés dans des avaloirs situés dans 16 types d'occupation des sols différents. L'estimation des flux annuels moyens en masse et nombre de macrodéchets interceptés par hectare obtenus pour les différents secteurs étudiés montre que ceux générant les plus grands flux de déchets sont :

- Hôpitaux : 68 déchets/ha/jour, soit 15 g/ha/jour
- Restauration rapide : 52 déchets/ha/jour, soit 16 g/ha/jour
- Commerce : 47 déchets/ha/jour, soit 22 g/ha/jour
- Aires de jeux / parcs : 44 déchets/ha/jour, soit 20 g/ha/jour
- Services de transport et postes : 44 déchets/ha/jour, soit 17 g/ha/jour

Ces résultats confirment l'impact significatif des zones commerciales, de loisirs et de services sur la production de déchets urbains, notamment en raison de leur fréquentation intense et de la consommation nomade qu'elles induisent.

En France, l'étude du Cedre menée sur le territoire de la métropole de Brest (Cedre et OiEau., 2023b) corrobore les constats observés à l'échelle internationale. Les zones à vocation industrielle ou commerciale présentent des quantités plus importantes de déchets retrouvés dans les réseaux que les secteurs résidentiels ou à dominante naturelle.

Une étude conduite sur la métropole de Nantes (Ledieu et al., 2024) confirme également cette tendance : la densité de déchets abandonnés dans l'espace public y varie selon l'usage du sol. Elle atteint 173 000 déchets/km² dans les zones commerciales et industrielles, contre 106 000 déchets/km²

dans les zones résidentielles. Au sein des zones résidentielles, une autre distinction apparaît : les quartiers à habitat collectif présentent des densités de déchets plus élevées que ceux à habitat individuel, traduisant une influence combinée de la densité de population et du type de bâti sur la production de déchets abandonnés.

Au-delà de l'usage du sol, le niveau de revenu des populations constitue également un facteur structurant. Des quantités plus élevées de déchets sont souvent observées dans les quartiers économiquement et socialement défavorisés, en lien avec un accès plus restreint aux services de gestion des déchets, une moindre sensibilisation environnementale, ou un recours plus fréquent à des produits à usage unique (Armitage, 2007 ; Lebreton et al., 2019).

D'autres travaux ont aussi montré que les espaces à usage transitoire (autoroutes, parkings, zones de passage) génèrent davantage de déchets que les zones ayant une valeur esthétique, résidentielle ou culturelle (plages, parcs, quartiers résidentiels (Schuyler et al., 2022).

4.4. L'origine des déchets transitant dans les réseaux d'eaux urbains

Depuis leur essor dans les années 1930-1940, les plastiques se sont progressivement imposés dans l'ensemble des secteurs économiques et industriels. En 2022, la production mondiale de résine plastique avait atteint 400 millions de tonnes (Plastics Europe, 2023), illustrant l'augmentation croissante de l'usage de ce matériau. Si les plastiques ont initialement été conçus pour leur durabilité, le rapport du Programme des Nations Unies pour l'environnement montre que l'essentiel de la production moderne de plastique a progressivement évolué vers des produits à durée de vie très courte, à usage unique (UNEP, 2018). En Europe, près de 39 % de la production plastique, soit 21 millions de tonnes, est aujourd'hui consacrée aux emballages à usage unique (Plastics Europe, 2023), dont près des deux tiers deviennent des déchets en moins de cinq ans (OCDE, 2023).

À l'échelle mondiale, entre 1950 et 2015, 8,3 milliards de tonnes de plastiques ont été produits. Parmi elles, 6,3 milliards de tonnes (soit 76 %) sont devenues des déchets. Or, seulement 9 % ont été recyclés, 12 % incinérés, et le reste – soit près de 4,6 milliards de tonnes – a été enfoui ou rejeté dans l'environnement parfois sous forme de dépôts sauvages ou dans des décharges mal gérées (Geyer et al., 2017 ; Amorce, 2019).

L'abandon de déchets, qu'il soit volontaire ou accidentel, est une source majeure de pollution de l'environnement. Il inclut le jet de mégots, d'emballages alimentaires, l'abandon de gravats et autres déchets de bricolage ou d'encombrants dans l'espace public. Cette pratique constitue une infraction sanctionnée par la loi et est encadrée par plusieurs réglementations (Ministère de la Transition Écologique et de la Cohésion des Territoires, 2020b).

Les déchets abandonnés peuvent être regroupés en deux grandes catégories : les déchets diffus issus des activités humaines courantes, et les déchets accumulés sous forme de dépôts sauvages ou provenant d'anciennes décharges. Leur dispersion va être facilitée par les intempéries ou les infrastructures urbaines comme les réseaux d'assainissement.

4.4.1. Les déchets diffus issus des activités courantes

En 2024, une étude menée sur le territoire de Nantes Métropole (Ledieu et al., 2024) a estimé que 930 tonnes de déchets (77 t/km²) étaient générées annuellement dans l'espace public. Si 99,7 % de ces déchets sont collectés par les services de nettoyage (corbeilles de rue, piquetage, balayage, etc.), 3,2 tonnes (0,3 t/km²) restent dans les rues, espaces verts et autres lieux exposés, susceptible de rejoindre les réseaux d'eaux pluviales et d'assainissement via les avaloirs.

Les déchets issus du trafic routier constituent un autre vecteur de pollution significatif. En 2021, L'enquête de l'IPSOS précédemment mentionnée a indiqué que plus d'un conducteur sur quatre jette encore ses déchets par la fenêtre de son véhicule (VINCI Autoroutes, 2022). En effet, en 2019, les agents de la Direction interdépartementale des routes (DIR) Nord-Ouest ont rapporté avoir collecté en moyenne 1,4 tonne de déchets par kilomètre sur l'ensemble du réseau routier dont ils ont la charge. En 2019 également, la DIR Est a également rapporté avoir collecté entre 500 kg et 1 tonne au kilomètre sur leur réseau routier. En 2020, d'après Gestes Propres (2021), 76 970 tonnes de déchets ont été abandonnées sur les routes de France métropolitaine, soit 193 kg/km.

En 2022, Ricordel et al. (2022) ont mené une étude visant à analyser la présence et la composition des macrodéchets, dans un bassin de rétention des eaux pluviales drainant la partie sud du pont de Cheviré (Nantes), qui présente un fort trafic routier (90 000 véhicules/jour). Sur une année de suivi, 88,5 kg de déchets ont été collectés, dont 60 % de plastiques. Les déchets retrouvés en majorité sont les fragments de plastique, représentant 31 % du total, puis les mégots de cigarette et les fragments de polystyrène, représentant respectivement 18% et 17 % du total. Le flux annuel de déchets a également été estimé au niveau du pont de Cheviré à 42,8 kg/ha/an, dont 24,2 kg/ha/an spécifiquement pour les déchets plastiques (Ricordel et al., 2022).

Le manque de connaissance et l'utilisation inappropriée des infrastructures d'assainissement jouent également un rôle clé dans la dispersion des macrodéchets. Une grande partie des citoyens considère à tort les réseaux d'évacuation des eaux sous les voiries comme des poubelles, et y jette mégots, chewing-gums, emballages plastiques ou autres petits déchets, souvent avec l'impression de « bien faire » (Amorce, 2019).

L'élimination des déchets sanitaires, tels que les lingettes, protections hygiéniques ou cotons-tiges, par les toilettes en est un autre exemple. Ces déchets posent des problèmes multiples : non seulement ils représentent une part majoritaire des déchets interceptés, entre 45% et 80 % des déchets issus de ces réseaux (Le Hyaric et al., 2009 ; Tramoy et al., 2022a ; Tramoy et al., 2022b), mais ils sont également à l'origine d'incidents récurrents (obstruction des ouvrages, dysfonctionnements des équipements, débordements et inondations locales) et présentent des risques sanitaires pour les agents en charge de leur collecte et de leur traitement. L'abandon de ces déchets directement dans les toilettes est souvent motivée par une impression d'hygiénisme et par la facilité jeter ces déchets dans les toilettes, est renforcée par l'absence de normes claires et un étiquetage ambigu (Alda-Vidal et al., 2020). A noter qu'également la commercialisation de certains produits a contribué à des perceptions erronées de la part des utilisateurs. Par exemple, de nombreux produits d'hygiène ont longtemps été commercialisés en tant que « produits jetables » dans les toilettes alors qu'aujourd'hui ils ne le sont plus (Alda-Vidal et al., 2020).

4.4.2. Les dépôts de déchets

Un dépôt illégal de déchets, ou « dépôt sauvage », est défini comme l'abandon de déchets par une ou plusieurs personnes, entraînant une accumulation anarchique de déchets divers, allant des déchets ménagers aux déchets de constructions. Ces dépôts peuvent avoir lieux sur un terrain privé, avec ou sans accord du propriétaire des lieux, ou dans l'espace public en dehors des endroits autorisés par l'autorité administrative responsable de cet espace. Les dépôts sauvages, ou abandons illégaux de déchets, constituent une pollution ponctuelle mais importante par leur volume et leur concentration

Une enquête conduite par l'ADEME en 2019, auprès de 2 652 collectivités, révèle que 90 % d'entre elles se déclarent confrontées au phénomène des déchets sauvages. Bien que cette pratique soit ancienne, les données recueillies suggèrent une tendance à l'aggravation du phénomène. Pour les collectivités, les coûts associés à la gestion de ces dépôts sont significatifs, avec des estimations allant de 5 000 € à plus de 200 000 € par an, selon les territoires (ADEME, ECOGEOS, 2019).

Dans le cadre de ses actions contre les déchets abandonnés, l'association Gestes Propres a mené en 2024, avec l'IFOP, une étude portant sur les comportements des Français au moment de se débarrasser de leurs déchets encombrants, dans des agglomérations de plus de 20 000 habitants. Les résultats

montrent que la pratique du dépôt sauvage est répandue : 25 % des personnes interrogées déclarent avoir déjà abandonné des déchets encombrants dans l'espace public (Gestes propres, IFOP, 2025).

Les décharges légales historiques/anciennes (dont l'ouverture s'est faite avant 1992), sont aussi des réservoirs de déchets potentiellement mobilisable (Figure 10). Ces décharges, exploitée directement par une collectivité ou laissée à disposition des particuliers ont fait l'objet d'apports réguliers de déchets ménagers et assimilés. Les aléas naturels tels que la submersion marine, les inondations et l'érosion peuvent exhumer ces décharges et entraîner une remobilisation physique des déchets. (Nicholls et al. 2021).



Figure 10 : Ancienne décharge communale des années 1960. L'érosion fait apparaître d'anciennes bâches agricoles utilisées comme paillis (©Cedre)

Qu'ils proviennent d'un abandon isolé dans l'espace public ou d'un dépôt sauvage, les déchets finissent par atteindre l'environnement aquatiques. Dans la grande majorité des cas, il est très difficile de relier ces déchets à une origine précise.

Il convient de souligner que pour la grande majorité des déchets circulant dans les réseaux d'eaux urbains, des solutions de collecte et de traitement existent déjà en amont, dans le cadre des services de gestion des déchets mis en place au niveau européen. Dès lors, la sensibilisation et la formation des populations jouent un rôle essentiel afin de prévenir les comportements inappropriés, d'orienter correctement les déchets vers leur filière de traitement et, par conséquent, d'éviter des coûts supplémentaires supportés collectivement.

5. CONCLUSION

Ce rapport dresse un état des connaissances sur la pollution par les macrodéchets dans les réseaux d'eau urbains. Il met en évidence le rôle et le fonctionnement des réseaux d'assainissement, présente le cadre réglementaire en vigueur concernant le traitement des eaux, les rejets, ainsi que la gestion et la réduction des déchets, et s'appuie sur de nombreuses études pour approfondir la compréhension des flux de macrodéchets transitant par ces réseaux et de leurs origines.

Les travaux menés sur l'identification et la quantification des flux dans les systèmes de collecte et de traitement des eaux confirment que les réseaux d'eau urbains, pluviaux, unitaires ou d'eaux usées, constituent des voies de transfert significatives de macrodéchets vers l'environnement aquatique. L'analyse des différents types de réseaux, des flux annuels de macrodéchets, des typologies, de l'influence de l'occupation du sol et des activités et pratiques à l'origine de ces rejets, fournit des éléments clés pour mieux appréhender cette pollution complexe et diffuse.

Compléter ces connaissances est indispensable afin de disposer d'une vision précise de leur impacts environnementaux et économiques, et de construire des indicateurs de suivi pertinents. Ces outils permettront aux acteurs concernés de mettre en œuvre des actions de lutte contre les macrodéchets dans les réseaux d'eaux urbains de manière plus efficace et ciblée.

Les connaissances acquises complétées par les résultats de l'enquête en ligne menée en parallèle auprès des collectivités et acteurs associés du périmètre de l'Agence de l'eau Loire-Bretagne afin d'identifier les actions existantes visant à réduire les macrodéchets plastiques dans les réseaux d'eau urbains ainsi que les freins et besoins liés à leur mise en œuvre. (Cedre et OiEau, 2025), fournissent une base solide pour élaborer une stratégie d'accompagnement technique et scientifique adaptée pour les collectivités dans le cadre du réseau REGARD.

BIBLIOGRAPHIE

- ADEME, SAFEGE. 2012. Étude sur la caractérisation et les flux de déchets en milieux aquatiques - Synthèses introductives. 47p
- ADEME, ECOGEOS. 2019. Caractérisation de la problématique des déchets sauvages. 84p.
- Alda-Vidal C, Browne AL, Hoolohan C. 2020. "Unflushables": Establishing a global agenda for action on everyday practices associated with sewer blockages, water quality, and plastic pollution. WIREs Water, 7:e1452. <https://doi.org/10.1002/wat2.1452>
- Allison, R., Chiew, F., McMahon, T. 1997. Stormwater Gross Pollutants. Industry Report, 97,11. 26 p.
- Amorce. 2019. Macrodéchets plastiques dans les réseaux urbains : contribution des déchets diffus et pistes d'action. Étude technique réalisée avec le soutien de l'ADEME.
- Armitage, N., Rooseboom, A. 2000. The removal of urban litter from stormwater conduits and streams: Paper 1 - The quantities involved and catchment litter management options. Water SA, 26, 2, 181-189.
- Armitage, N. 2007. The reduction of urban litter in the stormwater drains of South Africa. Urban Water Journal, 4, 3, 151 – 172
- Cedre. 2024. Rapport R.24.25.C. Réseau national de surveillance des macrodéchets issus des bassins hydrographiques– Rapport de campagnes 2023.
- Cedre et OiEau. 2023a. R.23.19.C. Caractérisation des déchets collectés sur des plages et dans des dispositifs de rétention de macrodéchets sur le territoire de Brest métropole - Rapport final. 64 p.
- Cedre et OiEau. 2023b. R.23.09.C. Caractérisation des déchets collectés sur des plages et dans des dispositifs de rétention de macrodéchets sur le territoire de Brest métropole – Fiche de résultats synthétiques. 24 p
- Cedre et OiEau. 2025. R.25.17.C. Réduction des macrodéchets plastiques dans les réseaux d'eau urbains : recensement des actions existantes, des freins et besoins des collectivités et des acteurs associés du bassin Loire-Bretagne. Rapport de l'enquête en ligne menée en 2024 dans le cadre du réseau REGARD. 41p
- Cerema. 2020a. Analyse des retours d'expérience des actions de lutte contre les macrodéchets dans les cours d'eau. Rapport d'étude. 90 p.
- Cerema. 2020b. Macrodéchets anthropiques et assainissement - Enjeux et leviers d'action pour une réduction des flux dans les milieux récepteurs. Collection Connaissances. ISBN : 978-2-37180-478-4.
- Comité du bassin Loire-Bretagne. 2019. État des lieux du bassin Loire-Bretagne. Élaboré dans le cadre du SDAGE 2022–2027. Version adoptée en décembre 2019. Validé le 17 novembre 2020.
- CSIR. 1991. The situation of waste management and pollution control in South Africa. Report CPE 1/91 to the Dept. of Environ. Affairs by the CSIR Programme for the Environment, Pretoria.

Gestes propres. 2021. Observatoire des déchets sauvages en France en 2020 – Synthèse méthodologique. 21p

Gestes Propres, IFOP. 2025. La pratique du Dépôt sauvage en milieu urbain et péri-urbain.

Geyer, R., Jambeck, J.R., Lavender Law, K. 2017. Production, use, and fate of all plastics ever made. Science Advances 3, e1700782. <https://doi.org/10.1126/sciadv.1700782>.

Gholami, M., Torkashvand, J., Rezaei Kalantari, R., Godini, K., Jonidi Jafari, A., Farzadkia, M. 2020. Study of littered wastes in different urban land-uses: an 6 environmental status assessment . Journal of Environmental Health Science and Engineering, 18. 915–924. <https://doi.org/10.1007/s40201-020-00515-7>.

Lebreton, L., Andrady, A. 2019. Future scenarios of global plastic waste generation and disposal. Palgrave Commun 5, 6. <https://doi.org/10.1057/s41599-018-0212-7>

Ledieu, L., Tramoy, R., Bruttin, C., Bouchet, E., Tassin, B., Gasperi, J. 2024. Suivi des déchets diffus abandonnés sur les surfaces urbaines et dans les eaux de ruissellement : typologie, flux et facteurs d'influence. Rapport final du projet STRITTER. 69 p.

Le Hyaric, R. 2009. Caractérisation, traitabilité et valorisation des refus de dégrillage des stations d'épuration. INSA de Lyon, LYON, France.

Marais, M., Armitage, M., Wise, C. 2004. The measurement and reduction of urban litter entering stormwater drainage systems: Paper 1 - Quantifying the problem using the City of Cape Town as a case study. Water SA, 30, 4, 469-482.. DOI:10.4314/wsa.v30i4.5099

Marek, C., Parisot, F., Guyomard, M., Marcoux, M.A., Rondel, M., Tramoy, R. 2020. Lutte contre la pollution plastique en milieu marin - Etat des lieux, réglementation, recensement et analyse des initiatives. [Contrat]. ADEME ; ECOGEOS ; LEESU. <https://hal.science/hal-02874035>.

Martinez, E., Griffiths, R.G. 2023. Assessing the composition and loading rates of gross pollutants from urban stormwater runoffs in Northland. Northland Regional Council, Whangārei, New Zealand 0110. Report No: TR2023/CWQlty/01

Ministère de la Transition écologique. 2018. Plan biodiversité - Comité interministériel biodiversité. <https://agriculture.gouv.fr/telecharger/90657>.

Ministère de la Transition écologique. 2020a. Plan d'actions "Zéro déchet plastique en mer" (2020-2025). https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/publications/DGALN_plan-actions-zero-dechet-plastique_web.pdf

Ministère de la Transition écologique. 2020b. Guide relatif à la lutte contre les abandons et dépôts illégaux de déchets. <https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/documents/Guide%20lutte%20d%C3%A9chets.pdf>

Nicholls, R.J., Beaven, R.P., Stringfellow, A., Monfort, D., Le Cozannet G., Wahl, T., Gebert, J., Wadey, M., Arns, A., Spencer, K.L., Reinhart, D., Heimovaara, T., Santos, V.M., Enríquez, A.R., Cope, S. 2021. Coastal Landfills and Rising Sea Levels: A Challenge for the 21st Century. Frontiers in Marine Science, 8:710342. Doi: 10.3389/fmars.2021.710342

- OCDE. 2023. Perspectives mondiales des plastiques : Déterminants économiques, répercussions environnementales et possibilités d'action. Éditions OCDE. Paris.
<https://doi.org/10.1787/5c7bba57-fr>.
- OiEau. 2022. La gestion des déchets aquatiques dans les cours d'eau – Synthèse exploratoire. Rapport d'étude. 38p.
https://www.oieau.fr/eaudoc/system/files/synthese_gestion_macrodechets_300322.pdf
- Pasternak, G., Ribic, C.A., Spanier, E., Zviely, D. 2021. Stormwater systems as a source of 105 marine debris: a case study from the Mediterranean coast of Israel. Journal of Coastal Conservation 25, 27. 106 <https://doi.org/10.1007/s11852-021-00818-3>
- Plastics Europe. 2023. Plastics – the fast Facts 2023. <https://plasticseurope.org/knowledge-hub/plastics-the-fast-facts-2023/>
- Ricordel, P., Ledieu, J., Tramoy, R., Gasperi, J. 2022. Macrodechets et déchets plastiques issus du trafic routier : quantification dans un bassin de rétention des eaux pluviales du périphérique nantais. Journées Techniques du GRAIE – 9e édition, Lyon, France
- Schreyers, L., Erismann, R., Erismann, S., Ludwig, C., Patel, B., Filella, M., van Emmerik, T. 2023. Revealing the Role of Land-Use Features on Macrolitter Distribution in Swiss Freshwaters. <https://doi.org/10.2139/ssrn.4561991>.
- Schuyler, Q., Hardesty, B. D., Lawson, T. J., Wilcox, C. 2022. Environmental Context and Socio-Economic Status Drive Plastic Pollution in Australian Cities. Environmental Research Letters 17 (4): 045013. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/ac5690>.
- Tramoy, R., Gasperi, J., Tassin, B. 2022a. Plastoc: Indicateurs de la pollution en macrodechets dans l'environnement et estimation des flux issus des eaux urbaines. LEESU. Créteil. <https://hal.science/hal-04006271>
- Tramoy, R., Gasperi, J., Tassin, B., Blin, E., Poitou, I. 2022b. Estimation des flux de macrodechets sur le bassin de l'Huveaune : Comparaison avec le bassin de la Seine. Rapport de recherche. Laboratoire Eau Environnement et Systèmes Urbains. Créteil. <https://hal.science/hal-03587652v1>
- Treilles, R., Gasperi, J., Saad, M., Tramoy, R., Breton, J., Rabier, A., Tassin, B. 2021. Abundance, composition and fluxes of plastic debris and other macrolitter in urban runoff in a suburban catchment of Greater Paris. Water Research. 192, 116847. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2021.116847>
- UNEP. 2018. SINGLE-USE PLASTICS: A Roadmap for Sustainability. <http://www.unep.org/resources/report/single-use-plastics-roadmap-sustainability>.
- Victorian Stormwater Committee. 1999. Urban Stormwater: Best-Practice Environmental Management Guidelines. CSIRO Publishing. <https://doi.org/10.1071/9780643100596>.
- VINCI Autoroutes. 2022. Plus d'1 Français sur 4 admet jeter ses déchets par la fenêtre sur autoroute. Dossier de presse. <https://fondation.vinci-autoroutes.com/fr/plus-d1-francais-sur-4-admet-jeter-ses-dechets-par-la-fenetre-sur-autoroute/>

Weideman, E. A., Perold, V., Arnold, G., & Ryan, P. G. 2020. Quantifying changes in litter loads in urban stormwater run-off from Cape Town over the last two decades. *Science of The Total Environment*, 724, 138310. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.138310>