



(ID Modèle = 454913)

Ineris - 179438 - 2167922 - v3.0

03/08/2020

Evaluation de leviers d'actions potentiels pour les microplastiques

PRÉAMBULE

Ce rapport a été réalisé dans le cadre du Contrat de recherche et développement 2019/2020 - AFB/2019/47- relatif aux outils et méthodologies pour la gestion des polluants de l'eau entre l'AFB et l'Ineris.

Le présent document a été réalisé au titre de la mission d'appui aux pouvoirs publics confiée à l'Ineris, en vertu des dispositions de l'article R131-36 du Code de l'environnement.

La responsabilité de l'Ineris ne peut pas être engagée, directement ou indirectement, du fait d'inexactitudes, d'omissions ou d'erreurs ou tous faits équivalents relatifs aux informations utilisées.

L'exactitude de ce document doit être appréciée en fonction des connaissances disponibles et objectives et, le cas échéant, de la réglementation en vigueur à la date d'établissement du document. Par conséquent, l'Ineris ne peut pas être tenu responsable en raison de l'évolution de ces éléments postérieurement à cette date. La mission ne comporte aucune obligation pour l'Ineris d'actualiser ce document après cette date.

Au vu des missions qui lui incombent, l'Ineris, n'est pas décideur. Les avis, recommandations, préconisations ou équivalents qui seraient proposés par l'Ineris dans le cadre des missions qui lui sont confiées, ont uniquement pour objectif de conseiller le décideur dans sa prise de décision. Par conséquent, la responsabilité de l'Ineris ne peut pas se substituer à celle du décideur qui est donc notamment seul responsable des interprétations qu'il pourrait réaliser sur la base de ce document. Tout destinataire du document utilisera les résultats qui y sont inclus intégralement ou sinon de manière objective. L'utilisation du document sous forme d'extraits ou de notes de synthèse s'effectuera également sous la seule et entière responsabilité de ce destinataire. Il en est de même pour toute autre modification qui y serait apportée. L'Ineris dégage également toute responsabilité pour chaque utilisation du document en dehors de l'objet de la mission.

Nom de la Direction en charge du rapport : Direction des Risques Chroniques

Rédaction : BOUCARD Pierre

Vérification : BRIGNON Jean-Marc

Approbation : Document approuvé le 03/08/2020 par ROUIL LAURENCE

Correspondant OFB : Pierre-François STAUB

Table des matières

1	Introduction.....	6
2	Contexte et cadre de l'étude.....	7
2.1	Définition.....	7
2.2	Quelques éléments de contexte réglementaire.....	8
3	Les sources d'émission de microplastiques vers l'environnement.....	9
3.1	Les différents types de microplastiques primaires utilisés.....	9
3.2	Les microplastiques secondaires.....	11
3.2.1	Les microplastiques libérés durant la phase d'usage des produits.....	11
3.2.2	Les microplastiques issus de la dégradation progressive des produits présents dans l'environnement.....	13
4	De quels leviers d'action parle-t-on ?.....	14
4.1	Généralités.....	14
4.2	Quels critères d'évaluations ?.....	14
4.3	Etat des lieux : les leviers d'action portés par la réglementation.....	14
4.3.1	Les réglementations française et européenne prévoient des leviers d'action contre les microplastiques secondaires.....	15
4.3.2	La restriction REACH sur les microplastiques intentionnels.....	16
5	Mesures de réduction de la contamination de l'environnement, et particulièrement des eaux superficielles.....	18
5.1	Les mesures de réduction à la source.....	18
5.1.1	Les microplastiques primaires.....	18
5.1.2	Les microplastiques secondaires libérés durant la phase d'usage des produits.....	21
5.1.3	Les microplastiques issus de la dégradation progressive des produits abandonnés dans l'environnement.....	25
6	Conclusion.....	27
7	Références.....	28
7.1	Bibliographie générale sur la pollution plastique et les leviers d'action.....	28
7.2	Bibliographie sélective sur les sources de microplastiques dans l'environnement.....	29
7.3	Bibliographie sélective sur le transport des microplastiques par la voie aérienne :.....	30
7.4	Bibliographie sélective sur les microplastiques liés aux cosmétiques.....	30
7.5	Bibliographie sélective sur les microplastiques liés aux textiles.....	31
7.5.1	Présence dans l'environnement.....	31
7.5.2	Influence des conditions de lavage :.....	31
7.6	Bibliographie sélective sur les microplastiques liés aux pneumatiques et aux freins.....	31
7.7	Bibliographie sélective sur les microplastiques liés à quelques produits de consommation.....	32

Résumé

Les microplastiques sont présents dans tous les compartiments de l'environnement, et dans les endroits les plus reculés de la planète. Par ailleurs, leur caractère persistant dans l'environnement en fait une pollution de stock, ce qui conduit à considérer que toute quantité de microplastique émise dans l'environnement peut être interprétée comme un risque environnemental. Les incitations à agir sont donc fortes.

L'objectif de ce rapport est de réaliser un inventaire synthétique des leviers d'action identifiés à ce jour. Comme il n'existe pas de solution permettant de nettoyer l'environnement de ses microplastiques, tous ces leviers doivent opérer près de la source. Après un rappel du contexte, notamment réglementaire, ce rapport présente donc les différentes sources de microplastiques connues, et leurs importances relatives.

Il développe dans un second temps les principaux leviers d'action en fonction du type de sources impliquées : les microplastiques intentionnels en partie concernés par un projet de restriction du Règlement UE REACH ; les microplastiques émis lors de la phase d'usage de produits comportant des polymères ; et ceux issus de la dégradation des déchets plastiques présents dans l'environnement.

De la même manière que l'émergence de la thématique microplastique redonne à voir une pollution que nous croyions connue, la pollution plastique, le travail présenté dans ce rapport illustre le fait que les actions à mener sont connues parce que communes aux autres types de pollutions chimiques ou particulières (substitution, maîtrise des rejets par temps de pluie, ...) et aux enjeux de l'économie circulaire (collecte, réutilisation, ...).

Pour autant la thématique microplastique comprend quelques spécificités, notamment la nécessité de développer des approches sectorielles qui doivent elles-mêmes induire le développement d'approches standardisées permettant de contrôler la pertinence de solutions techniques et de justifier des investissements potentiellement importants.

Abstract

Microplastics are present in all compartments of the environment, and in the most remote parts of the planet. Moreover, being persistent in the environment makes them a stock pollution which leads to the conclusion that every emission of microplastic to the environment can be interpreted as an environmental risk. The incentives to act are therefore compelling.

The objective of this report is to make a synthetic inventory of the levers for action identified to date. As there is no solution for cleaning the environment of microplastics, all these levers must operate close to the source. After a reminder of the context, particularly regulatory, this report therefore presents the various known sources of microplastics, and their relative importance.

The main levers for action according to the type of sources involved are then presented: intentional microplastics partly concerned by a proposed EU REACH restriction; microplastics emitted during the use phase of products containing polymers; and those resulting from the degradation of plastic waste present in the environment.

In the same way that the emergence of the microplastics theme brings back to light a pollution that we thought we knew - plastic pollution – this report illustrates the fact that the actions to be taken are already known because they are common to other types of chemical pollution (substitution, control of rainwater discharges, ...) and to the challenges of the circular economy (collection, reuse, ...).

However, the microplastic theme includes some specificities, notably the need to develop sectoral approaches which must themselves lead to the development of standard approaches to control the relevance of technical solutions and to justify potentially significant investments.

Pour citer ce document, utilisez le lien ci-après :

Institut national de l'environnement industriel et des risques, Evaluation de leviers d'actions potentiels pour les microplastiques, Verneuil-en-Halatte : Ineris - 179438 - v3.0, 18/11/2020.

Mots-clés :

Microplastiques, leviers d'actions, sources, émissions

1 Introduction

La société a su tirer un grand bénéfice de l'usage des plastiques qui s'est traduit par un niveau de production annuelle mondiale passé de 5 millions de tonnes dans les années 1950, à 450 millions de nos jours et qui pourrait atteindre 1 milliard d'ici 2050. L'une des propriétés à la source de leur essor, leur très grande solidité, est aussi à l'origine d'une pollution environnementale croissante et visible car les déchets plastiques s'accumulent dans les eaux et sur les sols sans être dégradés.

Alors qu'on la croyait visible, sa face invisible a été mise au jour par de nombreuses études récentes : des particules de plastique de moins de 5 mm sont présentes dans tous les compartiments de l'environnement, dans les sols, les sédiments, les eaux marines et superficielles, profondes et superficielles, ainsi que dans de nombreuses composantes de l'écosystème.

La lutte contre la pollution de l'environnement par le plastique n'est pas nouvelle, mais a longtemps été considérée comme un enjeu local et lié à la valeur esthétique des paysages. En reconnaissant que la pollution plastique est également invisible, ubiquiste et persistante, elle est devenue un défi environnemental majeur et un enjeu de recherche de premier plan.

Cette recherche se décline selon une grande variété d'axes de travail : de l'identification des sources à celles des voies de contamination de l'environnement, de la caractérisation de la présence dans l'environnement à la standardisation des méthodes employées à cette fin, de l'impact écologique à l'impact sanitaire, ... L'objectif de ce rapport est de réaliser un inventaire synthétique des leviers d'action identifiés à ce jour.

La première partie de ce rapport rappelle le contexte notamment réglementaire actuel.

Il présente ensuite dans une seconde partie les différentes sources de microplastiques, qui peuvent être classées en trois catégories :

- Ils peuvent avoir une origine intentionnelle, soit comme matériau servant à produire des objets en plastiques de plus grandes dimensions, soit comme composants de produits de consommation.
- Ils peuvent résulter de l'usure de produits comportant des polymères durant leur phase d'usage, notamment les pneumatiques ou les textiles synthétiques au cours de leurs lavages ;
- Ils peuvent enfin être le fruit de la dislocation, en fragments de plus en plus petits de déchets plastiques échoués dans l'environnement ;

La troisième partie détaille les mesures à mettre en regard des deux premiers types de sources. Le troisième type de source, qui touche à la pollution plastique dans son ensemble, fait l'objet d'une présentation plus générale.

2 Contexte et cadre de l'étude

2.1 Définition

Comme « plastique » avant lui, le terme « microplastique » renvoie à une classe d'objets dont on conçoit intuitivement les contours mais que l'on peine à définir précisément¹. Il n'en existe pas à ce jour de définition normalisée ; les tentatives de définitions sont encore nombreuses (Hartmann *et al.*, 2019), mais elles mettent les enjeux suivants :

- Des enjeux de dimensions : est-il nécessaire de distinguer les macro-, les méso-, les micro- et les nanoplastiques ? Et si oui, quels doivent être les seuils entre ces différentes catégories ?
- Des enjeux d'origine : faut-il distinguer les polymères d'origine naturelle, et ceux d'origine synthétique ?
- Des enjeux de composition : doit-on inclure les élastomères (pouvant retrouver leur forme initiale après déformation) dans les plastiques (généralement considérés comme ne possédant pas cette propriété) ?
- Des enjeux concernant le comportement dans l'environnement : les particules (bio)dégradables doivent-elles être prises en compte dans les microplastiques ?

Il en existe de nombreux autres, et c'est en réalité le champ d'étude dans lequel on se porte (toxicologie, modélisation des transferts entre compartiments environnementaux, etc.) qui rend telle ou telle distinction utile.

Notre étude portant sur les leviers d'action contre la pollution environnementale par les microplastiques, il convient d'en retenir une définition la plus largement compatible avec les caractéristiques générales de cette pollution, à savoir une pollution anthropique, particulière, de composition chimique complexe, et très persistante dans l'environnement.

Nous définirons donc comme microplastique, toute particule de matière solide contenant un polymère ou un élastomère synthétique dont au moins une des dimensions est inférieure à 5mm². Si cela s'avère utile, la frontière de 100nm³ peut être retenue pour distinguer nano- et microplastiques.

Parmi ces derniers, nous retiendrons la distinction fondamentale qui est couramment faite entre :

- Les microplastiques primaires fabriqués et inclus intentionnellement dans des produits industriels ;
- Les microplastiques secondaires qui sont le produit de la dégradation progressive de produits en plastique,
 - o soit lors de leur phase d'usage (ex : fragments de produits textiles usés au cours de leur lavage, particules de pneus émises en cours de fonctionnement),
 - o soit en fin de vie, lorsque des déchets plastiques présents dans l'environnement se trouvent exposés par exemple à l'érosion marine ou aux rayonnements UV⁴.

¹ Le Comité Européen de Normalisation indique que *"The terms plastic or plastics do not have a precise meaning because they reflect rather complex formulated systems whose exact composition is generally unknown."* (CEN, 2006). Par ailleurs, l'International Standards Organisation (ISO) définit le plastique comme un *"material which contains as an essential ingredient a high polymer and which, at some stage in its processing into finished products, can be shaped by flow"* (CEN, 2013), ce qui ne conduit qu'à déplacer l'ambiguïté car les termes "polymer" et "shaped by flow" ne sont pas précisément définis.

² Seuil actuellement retenu par l'ANSES, l'ECHA (Proposition de restriction sur les microplastiques) et également proposé dans l'article de revue de (Frias J.P.L.G. et al., 2019)

³ Seuil actuellement retenu par l'ANSES, et l'ECHA (Proposition de restriction sur les microplastiques). L'ECHA donne toutefois une définition distincte pour les fibres microplastiques.

⁴ Cette distinction n'est elle-même pas normalisée. Certaines études distinguent des microplastiques « primaires » qui rejoignent les eaux en étant déjà de dimension millimétrique, de microplastiques secondaires qui atteignent ce format sous l'effet de l'érosion marine (UICN, 2020). Selon cette nomenclature, les fibres textiles par exemple sont considérées comme primaires alors qu'elles sont secondaires selon celle que nous avons choisi de retenir.

2.2 Quelques éléments de contexte réglementaire

Jusque récemment, la pollution plastique de l'environnement était simplement caractérisée : elle constituait essentiellement un désordre esthétique des paysages et particulièrement des littoraux. Décider d'étudier les microplastiques ne consiste pas seulement à focaliser l'attention sur un sous-ensemble des plastiques. C'est mettre en évidence un élargissement du spectre de la pollution : de visuelle, elle devient invisible et chimique, ubiquiste, présente dans tous les compartiments de l'environnement et dans les lieux les plus reculés. Elle était potentiellement éphémère ou au moins réversible via le ramassage ciblé des déchets mais on fait aujourd'hui le constat que les microplastiques présents dans l'environnement ne pourront dans leur immense majorité jamais être récupérés et qu'ils seront dans l'environnement pour de très nombreuses années.

Ce triple constat est largement partagé par la communauté scientifique⁵. Il ne fait pour ainsi dire l'objet d'aucune contradiction, et au fur et à mesure qu'il se précise, les mesures réglementaires visant à limiter la pollution de l'environnement par les plastiques et les microplastiques se développent.

L'objet de ce rapport n'est pas de faire un point exhaustif des lois en vigueur ou des initiatives réglementaires en cours, mais de fournir quelques repères. Le lecteur intéressé pourra se référer au rapport « Lutte contre la pollution par les déchets plastiques en milieu marin – Etat des lieux, réglementation, recensement et analyse des initiatives » produit par l'ADEME qui fait un inventaire très détaillé des mesures réglementaires en lien avec la lutte contre la pollution plastique et microplastique (ADEME, 2020). Il y est notamment indiqué que « depuis 2015, chacune des principales lois environnementales adoptées en France contient des dispositions interdisant, ou limitant, la mise sur le marché de produits constitués en plastique », qu'il s'agisse de la loi sur la transition énergétique de 2015, de la loi sur la biodiversité de 2016, de celle sur l'agriculture et l'alimentation (Egalim) de 2018 ou de la loi économie circulaire de 2020.

Au niveau Européen, plusieurs directives sont destinées à limiter la pollution plastique, notamment la Directive 1994/62/CE relative aux emballages, la Directive 2015/720 sur les plastiques légers (agissant notamment sur le niveau de consommation des sacs plastiques) et la Directive 2019/904 portant sur les plastiques à usage unique.

Ces lois, directives et règlements concernent les plastiques, mais ne visent pas spécifiquement les microplastiques. A ce titre, il convient de mentionner l'existence de mesures sectorielles, telle que l'interdiction anticipée de certains usages comme les microbilles dans les cosmétiques, ou la proposition de restriction sur les microplastiques intentionnels, portée par l'agence européenne des produits chimiques (ECHA) dans le cadre du règlement REACH, qui couvre assez largement le spectre des usages « primaires ».

Elles constituent, en soi, des leviers d'action au même titre que ceux qui font l'objet d'une présentation dans la partie 4.3 ci-dessous.

⁵ Il ne fait pour ainsi dire l'objet d'aucune contradiction à ce jour, contrairement, à la caractérisation des dangers dont les microplastiques sont ou pourraient être porteurs pour la santé et l'environnement.

3 Les sources d'émission de microplastiques vers l'environnement

Le premier pas menant à l'identification de leviers d'action contre la pollution environnementale par les microplastiques est l'identification de leurs sources.

L'objectif de cette partie est d'en réaliser un large inventaire. Quelques éléments d'information sont fournis afin d'illustrer la prééminence de certains types de rejets. Toutefois, d'une manière générale, les études sont très hétérogènes, tant par leurs résultats que par les méthodologies employées, de sorte qu'il n'est pas toujours pertinent de les comparer entre elles. L'objectif n'est donc pas de fournir une hiérarchisation très précise et objective des sources, mais d'en fournir une image aussi exhaustive et réaliste que ce que permettent les connaissances actuelles.

Selon l'étude Eunomia (2018) environ 176 000 tonnes de microplastiques rejoindraient chaque année les eaux de surface en Europe. Dans le même temps, 60 millions de tonnes de plastique sont produites sur son territoire (Plastics Europe, 2017), environ 27 millions sont collectées (pour incinération, recyclage, ou mise en décharge), mais 18 millions « sortent des radars », c'est-à-dire qu'ils ne sont ni utilisés ni pris en charge par une filière appropriée (Geyer *et al.*, 2017). Sur ces 18 millions de tonnes, une part qu'il est difficile d'estimer est destinée à prendre la forme de microplastiques sous l'effet de diverses dégradations environnementales, et encore une fraction de cette quantité rejoint les eaux de surface chaque année.

3.1 Les différents types de microplastiques primaires utilisés

Les microplastiques primaires sont intentionnellement utilisés. Le travail de l'ECHA, dans le cadre de la mise en place de la restriction REACh a permis d'identifier précisément leurs usages.

Une partie de ces derniers, qui correspond à environ 70% des rejets anticipés vers l'environnement porte sur des usages de microplastiques employés tels quels, pour couvrir des terrains de sport synthétiques (fragments d'élastomères issus notamment du recyclage des pneus) ou être employés comme matériau destiné à la fabrication d'articles en plastique de plus grande taille (le terme employé est généralement « plastic pellets⁶ »).

Un nombre important d'usages concerne la « libération contrôlée » (controlled release function) d'agents actifs, l'idée générale étant de différer l'effet de ces substances encapsulées dans des microparticules de plastique :

- En agriculture, les fertilisants et les pesticides encapsulés peuvent être émis progressivement durant plusieurs mois ;
- En médecine, l'objectif est de pouvoir libérer le médicament sur un temps plus long qu'une simple administration, au plus près d'un organe cible, ou plus simplement encore de telle sorte que le patient n'ait pas à en sentir le goût (effet retard);
- Concernant les produits d'entretien, il peut s'agir par exemple de cires appliquées sur les sols après nettoyage des quais de métro qui contiennent des parfums libérés lorsque les capsules sont écrasées par les usagers à leurs passages.

L'essentiel des applications restantes concerne la composition ou la formulation de produits : ils servent alors d'opacifiants, d'agents de brillance ou de textures, ou permettent de conférer certaines propriétés mécaniques à d'autres matériaux (béton, céramiques, etc.).

Il reste enfin une catégorie d'usages mal connus ou difficiles à identifier précisément : des adhésifs de petite taille qui pourraient être employés dans des filières industrielles particulières ou à des fins de décoration, par exemple pour des pièces de jouets en plastiques, etc.

Le Tableau 1, ci-après, synthétise ces informations.

⁶ Converties en articles en plastique, ces « pellets » ne sont normalement pas émises dans l'environnement, mais des fuites accidentelles ou chroniques ont lieu lors de leur production, transport et transformation en articles.

Tableau 1 : Inventaire des microplastiques primaires (Sources : ECHA, 2019 ; Eunomia, 2018)

Secteur / Types de produits ⁷	Estimations des rejets vers l'environnement (t/an dans l'EEE ⁸)	Type d'émissions attendu
Secteur plastique (ex : granulés employés pour le moulage de pièces en plastique)	41 000⁹	Pertes accidentelles vers les sols et les eaux de ruissellement
Agriculture et horticulture	23 500	Emissions directes dans l'environnement
- Fertilisants encapsulés	10000	
- Additifs de fertilisants (microplastiques employés en tant qu'anti-agglomérants, ou en tant que composés destinés à réduire le ruissellement, ou la formation de fumée durant l'épandage...)	12500	
- Semences enduites	500	
- Pesticides encapsulés	500	
Matériau employé pour les terrains de sport synthétiques	16 000¹⁰	Dispersion dans l'environnement, notamment <i>via</i> les eaux de ruissellement
Détergents et maintenance	4 400	Essentiellement <i>via</i> les eaux usées
- Détergents contenant des microbilles	100	
- Détergents avec encapsulation de parfums	80	
- Autres détergents (microplastiques employés comme composés opacifiants, anti-mousse, etc.)	3600	
- Cires et vernis	700	
Produits cosmétiques	3 800	Essentiellement <i>via</i> les eaux usées
- Produits à rincer (ex : opacifiants)	3155	
- Produits sans rinçage (ex : brillance)	650	
Peintures et revêtements (ex : employé comme filmogène, ou pour la résistance des peintures)	2 700	<i>Via</i> les eaux usées (nettoyage des équipements de peinture) et mauvaise gestion des déchets
Secteur médical	1 100	Mauvaise prise en charge des déchets, ou rejets <i>via</i> les eaux usées (excrétas, pour les usages médicaux)
- Médicaments encapsulés	800	
- Résines échangeuses d'ions	300	
- Outils de diagnostics	0.27	
Essence et gaz (ex : dans les produits chimiques de forage)	270	

⁷ Pour une description plus fine des types d'usages attendus dans chaque secteur, voir ECHA (2019), p31.

⁸ EEE : espace économique européen

⁹ L'étude d'Eunomia (2018) présente une estimation dont la fourchette de valeur est très large, comprise entre 17 000 et 167 000 t/an sur le territoire de l'UE28.

¹⁰ L'étude d'Eunomia (2018) présente une estimation supérieure comprise entre 18 000 et 72 000 t/an

Céramique	~0 ^a	Microplastiques employés pour contrôler la porosité des céramiques détruits durant le processus de fabrication
Encres d'impression (composition des toners)	~0 ^a	Considérées comme faibles mais possibilité de dispersion dans l'environnement en phase de maintenance
Impression 3D	n.d.	Pas d'émission identifiée. Incertitude sur l'existence d'émission dans l'air de nanoplastiques lors de la phase d'impression
Produits de construction (ex : charge de ciments)	n.d.	Fuites accidentelles durant la phase de production
Secteur alimentaire (ex : encapsulation de compléments alimentaires)	n.d.	
Autres usages identifiés mais mal connus (ex : adhésifs plastiques de faible taille, particules employées pour du sablage, etc .)	n.d.	

3.2 Les microplastiques secondaires

3.2.1 Les microplastiques libérés durant la phase d'usage des produits

Une part importante des microplastiques présents dans l'environnement s'y retrouvent du fait de l'usage et de l'usure de produits comportant des polymères de plus grandes dimensions.

De nombreuses études ont porté sur l'identification de ces sources et l'estimation des quantités en jeu (voir bibliographie sélective dans la partie 7.2 et Tableau 2)

Tableau 2 : Les microplastiques secondaires liés à la phase d'usage de plastiques (Sources : Eunomia, 2018)

Source	Commentaires	Estimation moyenne des rejets vers l'environnement (t/an dans l'EU28)	Type d'émissions attendu
Pneus automobiles - Autoroutes - Routes urbaines - Routes rurales	Résidus de pneumatiques dus à l'abrasion sur route	503 000 99 000 204 000 200 000	Eaux de ruissellement, air et sols
Usure des garnitures de freins automobiles	Les garnitures de freins peuvent inclure du caoutchouc naturel et des résines produites à l'aide de polymères synthétiques. La composition générique étant mal connue, les données sont incertaines.	8 000	Eaux de ruissellement, air et sols
Textiles	Les vêtements synthétiques relarguent des fibres lors des lavages en machines.	28 000	Eaux usées essentiellement. Potentielle dispersion dans l'air de fibres de tissus synthétique lors du port des textiles.

Filets de pêche	Usure en fonction	2 600	Emissions directes dans les eaux marines
Peintures et revêtements¹¹		123 100	Emissions dans le milieu marin pour les peintures marines. Emissions dans tous les compartiments pour les autres types, partiellement canalisées dans les eaux de ruissellement.
- Peinture sur les bâtiments extérieurs	Les émissions sont principalement dues au ravalement des façades avant mise en place de nouveaux revêtements	27 500	
- Peintures marines	Usure en fonction	1 200	
- Marquage des routes	Les marquages sont parfois réalisés avec des thermoplastiques appliqués avec des sources de chaleur (augmentation de la viscosité puis séchages)	94 400	
Recyclage des plastiques	Source très peu documentée. Possibilité de rejets vers l'environnement lors du procédé de recyclage.	n.d.	Emissions de type fuites accidentelles
Agriculture	Usure des couvertures de sol, et des bâches d'ensilage.	n.d.	Essentiellement vers les sols. Mais ruissellement et émissions aériennes possibles.
Autres habillements	Usure des semelles de chaussures...	n.d.	

Les émissions atmosphériques peuvent donner lieu, via des phénomènes (éventuellement successifs) de dépôt, à des émissions vers les sols puis vers les milieux aquatiques, ou directement à des dépôts sur les milieux aquatiques. Probablement d'une part très variable selon les territoires par rapport aux rejets vers les sols et les milieux aquatiques, cette source reste peu documentée. Une étude a proposé une estimation de ces dépôts atmosphériques pour l'agglomération parisienne (entre 3 et 10 tonnes de dépôts par an pour 2500 km²) (Dris R. et al., 2016).

En termes de secteurs émetteurs, les pneumatiques et la production de plastiques seraient responsables de plus de trois quarts des émissions vers les milieux aquatiques.

Tableau 3 : Hiérarchie des sources de rejets vers l'environnement, et vers les eaux (Source Eunomia, 2018)

Type de source	Emissions vers les eaux		Emissions dans l'environnement	
	#	%	#	%
Pneus automobiles	1	48,7%	1	62,7%
(Granules de plastique)	2	27,9%	3	11,8%
Textiles	3	8,2%	5	11,5%
Peintures de marquage des routes	4	7,5%	2	5,6%

¹¹ Une distinction est faite entre les rejets via les eaux usées des particuliers présentés dans la partie 3.1, et ces derniers liés à l'usure ou au remplacement des vieilles peintures.

Peintures extérieures	5	2,9%	6	3,5%
Filets de pêche	6	1,8%	8	3,4%
Freins automobiles	7	1,8%	7	1,0%
(Terrains synthétiques)	8	1,1%	4	0,3%
Peintures marines	9	0,4%	9	5,6%

Les programmes de recherche français semblent conduire à la conclusion que les apports des eaux de ruissellement urbaines semblent plus importants que ceux des rejets de STEU (Dris R. et al., 2018)

3.2.2 Les microplastiques issus de la dégradation progressive des produits présents dans l'environnement

La dernière grande catégorie de microplastiques est celle qui regroupe les plastiques soumis à des contraintes mécaniques (érosion), physiques (rayonnement UV) chimiques ou biologiques (dégradation bactérienne) lorsqu'ils sont dispersés dans l'environnement, que ce soit à l'air libre ou dans les eaux douces ou marines.

Ils sont donc dans la majeure partie des cas, le résultat d'une mauvaise gestion des déchets : dépôts sauvages aussi bien dans les milieux urbains que ruraux ou directement dans les cours d'eau.

Les quantités de plastiques en jeu sont extrêmement importantes. Plusieurs études concordent sur l'estimation suivante : environ 40% des déchets ne seraient pas gérés de manière efficace et contrôlée (Geyer *et al.*, 2017 ; WWF, 2019). Parmi ces derniers, plusieurs études avancent que 80 à 90% rejoindraient l'environnement (Li *et al.*, 2016), empruntant différentes voies de transfert, emportés par les vents, les eaux de ruissellement ou les eaux de surface *via* les déversoirs d'orage, rejoignant tous les compartiments : eaux marines, eaux de surface, sols agricoles, berges, etc.

La quantité précise des microplastiques ainsi produits est difficile à déterminer, et vraisemblablement très dépendante de contextes locaux. Toutefois, la production de plastique étant exponentielle depuis les années 1950, elle constitue et constituera longtemps sans doute la première source de microplastiques présents dans l'environnement. S'il fallait avoir des ordres de grandeurs à l'esprit, et avec toutes les précautions d'usage liées à la difficile comparaison des études et à leur incertitude propre, nous pouvons retenir que sur la masse totale des plastiques présents dans les eaux marines dans le monde¹² les 3/4 environ semblent être des microplastiques secondaires issus de la dégradation dans l'environnement¹³.

La source initiale de ces microplastiques est tout aussi difficile à circonscrire, puisqu'elle est tout aussi diversifiée que les utilisations des plastiques dans la société contemporaine.

¹² 5 à 12 millions de tonnes de plastiques rejoignant les eaux marines dans le monde chaque année (Janbeck *et al.*, 2015 ; UICN., 2020)

¹³ Voir par exemple :

<https://www.europarl.europa.eu/news/fr/headlines/society/20181116STO19217/microplastiques-sources-impact-et-solutions> (consulté en juillet 2020)

4 De quels leviers d'action parle-t-on ?

4.1 Généralités

Les parties précédentes nous ont permis de présenter la nature du problème. Les plastiques sont à l'origine d'une pollution environnementale ubiquiste et persistante dont les microplastiques constituent une part invisible alors même que leurs sources sont très diverses.

Même si la dangerosité de cette pollution fait encore l'objet de controverses scientifiques, il ne semble pas nécessaire d'invoquer le principe de précaution pour justifier une action de réduction car sa nature persistante est, elle, certaine. Or, contrôler une pollution « de stock » ne laisse que deux options possibles (éventuellement complémentaires) : retirer progressivement ce stock de l'environnement, ou empêcher l'émission des plastiques et microplastiques à la source.

Nous n'avons pas, au cours de nos recherches, identifié de piste sérieuse qui permettrait de retirer les microplastiques dans l'environnement une fois qu'ils y sont. Même en ce qui concerne les macroplastiques, la possibilité de solutions qui seraient portées par l'innovation technologique est parfois invoquée (World Economic Forum *et al.*, 2016), mais les projets dont la faisabilité aurait été étudiée sont très rares (voir Slat, 2014) et des économistes ont calculé que ramener la pollution plastique des océans en 2030 à un niveau inférieur de 25% à celui de 2010 nécessiterait des investissements colossaux, de l'ordre de 500 à 700 milliards d'euros, équivalents à environ 1% du PIB mondial (Cordier & Uheara, 2019).

Les leviers d'action étudiés dans la suite de ce rapport seront donc les mesures de prévention destinées à éviter que ce stock ne s'accroisse. Elles portent donc sur des solutions au plus près de la source.

4.2 Quels critères d'évaluations ?

Concernant les pollutions persistantes, toute émission évitée constitue un bénéfice environnemental. Dans le cadre de REACH, le comité d'analyse socio-économique évalue d'ailleurs les bénéfices des mesures de restriction ou d'autorisation appliquées aux substances PBT ou vPvB par les émissions évitées, ce qui est différent d'une approche destinée à limiter l'exposition à certaines doses de polluants.

Pour autant, à émission évitée donnée, tous les leviers d'action ne se valent pas. Nous proposons, au cours des parties suivantes de tenir compte des variables suivantes (UICN, 2020) :

- La proportionnalité : il est nécessaire de mettre en regard les actions anticipées et les objectifs recherchés. A cet égard, le rapport coût/efficacité peut représenter une modalité d'évaluation.
- La faisabilité : celle-ci peut être de différents ordres :
 - o Légale : il s'agit de vérifier la conformité des actions proposées avec le cadre réglementaire existant.
 - o Politique : il faut que la mesure puisse être concrètement mise en place par les pouvoirs publics.
 - o Technique : certaines options peuvent faire face à des difficultés en termes d'adaptation avec les infrastructures existantes, ou de possibilité d'en contrôler l'efficacité (enjeux de mesure, de normalisation).
- La cohérence : il convient de ne pas multiplier les actions qui se superposeraient au risque de l'inefficacité, et d'évaluer si les mesures vont à l'encontre d'autres objectifs sociétaux.

4.3 Etat des lieux : les leviers d'action portés par la réglementation

Il est important de rappeler (cf. 2.2) que le contexte réglementaire permet d'ores et déjà de s'inscrire dans cette dynamique. Même si la majeure partie des lois, directives et règlements présentent des principes généraux (notamment ceux de l'économie circulaire) et des objectifs, certaines actions concrètes sont proposées.

4.3.1 Les réglementations française et européenne prévoient des leviers d'action contre les microplastiques secondaires

Certaines mesures prévues par la réglementation destinée à contrôler la pollution plastique de l'environnement¹⁴ constituent indirectement des leviers contre les microplastiques secondaires. A travers quelques exemples, les paragraphes suivants illustrent l'éventail des mesures envisagées.

Au niveau Européen, la Directive 2009/904 sur les plastiques à usage unique¹⁵ prévoit un éventail large de mesures avant tout destinées à prévenir la production de déchets plastiques car leur mauvaise gestion est la principale source de contamination de l'environnement. Indirectement, ces mesures doivent conduire à réduire la présence potentielle de microplastiques secondaires dans l'environnement.

A des fins d'efficacité, la directive cible spécifiquement les « articles en plastiques à usage unique les plus fréquemment retrouvés sur les plages de l'Union ». La liste précise de ces articles n'est pas fournie dans le texte de la directive, mais les études concordent généralement¹⁶ : il s'agit des bouteilles en plastiques (boissons, cosmétiques, etc.), bouchons de bouteilles, contenants alimentaires divers (barquettes, paquets de confiseries ou de chips, etc.), filtres de cigarettes, (morceaux de) sacs plastiques, produits d'hygiène (type lingettes, couches, cotons-tiges, etc.) et débris de cordages et filets de pêche.

Parmi ceux-ci, ceux disposant « d'alternatives appropriées et plus durables » doivent voir leur mise sur le marché interdite à compter de juillet 2021. 9 types de produits à usage unique sont concernés : les bâtonnets de coton-tige, les couverts (fourchettes, couteaux, cuillères, baguettes), les assiettes, les pailles, les bâtonnets mélangeurs pour boissons, les tiges de ballons de baudruche, ainsi que trois types de récipients alimentaires en polystyrène expansé (qui sont généralement destinés à une consommation immédiate).

Concernant les articles pour lesquels des alternatives ne semblent pas disponibles à court terme, d'autres types de mesures sont évoqués. Outre ces **restrictions de mise sur le marché**, la directive prévoit ainsi des **exigences applicables aux produits**, notamment aux bouteilles plastiques dont les bouchons devront être solidaires (pour éviter les rejets dans l'environnement) et dont le contenu en plastique recyclé devra être porté à 30% en 2030.

La directive prévoit par ailleurs que les Etats membres prennent des **mesures de sensibilisation** afin d'encourager des habitudes de consommation « responsables ». L'attention doit être en particulier portée sur la disponibilité de produits alternatifs réutilisables, de systèmes de réemploi, de solutions de gestion des déchets, et l'incidence de la pollution plastique sur l'environnement doit être communiquée au public.

Enfin, elle étend la directive 2008/98/CE relative aux déchets en prévoyant la mise en place de filières de **Responsabilité élargie des producteurs** (REP) pour certains récipients alimentaires, pour les lingettes, les ballons de baudruches, et les cigarettes. D'une manière générale, cette mesure est destinée à faire porter sur les producteurs les coûts des mesures de sensibilisation, les coûts de la collecte des déchets issus de ces produits qui sont jetés dans les systèmes publics de collecte, ainsi que les coûts du nettoyage des déchets sauvages.

Ces dispositions se trouvent reprises et parfois étendues dans le contexte français.

Dès 2018, le Plan Biodiversité¹⁷, affichait dans son deuxième axe l'objectif de « *mettre fin aux pollutions plastiques* », et notamment d'atteindre « *Zéro plastique rejeté en mer d'ici 2025* ». Pour cela les leviers d'action suivants étaient envisagés :

- La suppression de 12 produits en plastique à usage unique¹⁸ (Action 14)

¹⁴ Cf. 2.2

¹⁵ <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/PDF/?uri=CELEX:32019L0904&from=FRA>

¹⁶ Voir par exemple (Surfrider Foundation Europe, 2015)

¹⁷ <https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/plan-biodiversite>

¹⁸ Reprenant ainsi les 9 de la directive sur les plastiques à usage unique ainsi que 3 autres déjà interdits. « Il s'agira dès 2020 des sacs en plastique, coton-tige, assiettes, gobelets, tasses, verres, pailles, contenants en polystyrène expansé pour la consommation nomade et microbilles dans les cosmétiques

- La substitution des plastiques, notamment dans le domaine de l'emballage (Action 15)
- L'amélioration de la récupération des macro-déchets dans les cours d'eau et les eaux de ruissellement avec l'expérimentation de nouveaux dispositifs (Action 18)
- L'installation de filtres de récupération des particules de plastiques sur le réseau d'eaux usées des sites où ces matériaux sont produits ou utilisés (Action 19)
- La généralisation de **bonnes pratiques d'entretien et de confinement des sites où sont manipulés les granulés de plastiques industriels** (Action 19).

La loi n° 2020-105 du 10 février 2020¹⁹ relative à la lutte contre le gaspillage et à l'économie circulaire, allonge notamment la liste des **produits interdits** aux confettis, sachets de thé, et jouets en plastique distribués gratuitement dans les fast-foods.

Elle accorde également une place importante à la réforme de la responsabilité élargie du producteur (REP) en élargissant certains périmètres ou en l'étendant à de nouvelles filières. Sont en particulier concernés le secteur du bâtiment, les pneumatiques, les textiles sanitaires à usage unique dont les lingettes préimbibées et les produits du tabac équipés de filtres.

Afin de favoriser le recyclage ou le réemploi, un système de **consigne** des bouteilles en plastique est introduit et assorti d'un système d'évaluation annuelle pour en mesurer les performances et les impacts technico-économiques.

Enfin, deux mesures sont spécifiquement destinées à limiter la pollution microplastique :

- A compter du 1^{er} janvier 2025, les lave-linges neufs devront être munis de filtres à microfibres plastiques afin de limiter le transfert vers les eaux usées des fibres libérées par les vêtements au cours des lavages.
- L'interdiction échelonnée jusqu'en 2027 des microplastiques intentionnels dans les cosmétiques, les dispositifs médicaux, les détergents, et les autres produits visés par la proposition de restriction du 22 août 2019 de l'Agence européenne des produits chimiques portant sur les particules de microplastiques intentionnellement ajoutés (*cf.* ci-dessous).

4.3.2 La restriction REACH sur les microplastiques intentionnels

Si les microplastiques ne relèvent pas directement de la directive sur les plastiques à usage unique, il y est tout de même précisé que « l'Union devrait encourager tous les producteurs à limiter rigoureusement les microplastiques dans leurs préparations ». C'est en ce sens que l'ECHA, a proposé en janvier 2019 une interdiction de mise sur le marché des microplastiques intentionnels via la procédure de « restriction » du règlement européen REACH.

A ce jour, la proposition de restriction est encore en cours d'examen. Le Comité d'Analyse des Risques (RAC) a fourni son avis, favorable au projet, en juin 2020 ; celui du comité d'Analyse Socio-Economique (SEAC) étant attendu pour fin 2020 après une phase de consultation.

L'effet de cette réglementation serait de réduire les émissions vers l'environnement de 500 000 tonnes sur 20 ans, en s'appliquant à un spectre très large de microplastiques puisqu'il est estimé que 90% des microplastiques primaires seront concernés.

Comme évoqué ci-dessus, il est notable que le projet s'appuie sur le caractère persistant des plastiques dans l'environnement, et non sur une éventuelle toxicité dont l'existence est sujette à controverse et très vraisemblablement dépendante de la composition chimique des polymères. Le caractère irréversible de la pollution induite justifie la mesure, et les bénéfices environnementaux seront d'autant

rincés. D'ici 2022, il s'agira des agitateurs pour boisson, des couverts et des tiges en plastique pour ballons de baudruche. Au niveau national, les sacs en plastique, les coton-tige et les microbilles dans les cosmétiques rincés sont déjà interdits »

¹⁹

https://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do;jsessionid=1880169A0C5AF17E369DCB939DF28AF2.tpIqfr35s_1?cidTexte=JORFTEXT000041553759&dateTexte=&oldAction=rechJO&categorieLien=id&idJO=JORFCONT000041553756

plus importants qu'elle sera mise en œuvre tôt. Pour cette raison, les polymères naturels, non modifiés chimiquement, et les polymères biodégradables²⁰ ne sont pas concernés.

Le projet d'interdiction concernera donc, sauf autres dérogations, notamment les secteurs d'utilisation suivants : agriculture et horticulture (engrais et phytosanitaires), cosmétiques, détergents et produits d'entretien, terrains de sport et de jeu synthétiques (pour ces derniers le périmètre exact reste encore à définir).

D'autres dérogations sont prévues. Elles concernent en particulier les secteurs médical et agricole :

- Les mélanges contenant des microplastiques utilisés exclusivement sur sites industriels
- **Les produits médicaux** pour l'homme ou à usage vétérinaire, notamment parce que la Commission Européenne développe actuellement une stratégie spécifiquement axée sur la pollution liée aux usages médicaux
- **Les produits fertilisants** qui contiennent des microplastiques et encadrés par le règlement 2019/1009 du 5 juin 2019 établissant les règles relatives à la mise à disposition sur le marché des fertilisants, qui comprend des dispositions visant à supprimer progressivement l'utilisation de polymères non biodégradables dans les produits fertilisants de l'UE
- Des usages spécifiques pour lesquels le rejet dans l'environnement semble empêché, par exemple lorsque les microplastiques sont intégrés dans une matrice solide.

Le projet de restriction prévoit un rapportage périodique à l'ECHA des quantités en jeu, afin de s'assurer que les dérogations ne nuisent pas à l'efficacité globale de la restriction, et de s'assurer de leur bien-fondé.

Enfin, plusieurs types de microplastiques intentionnels devraient bénéficier de périodes transitoires comprises entre 2 et 6 ans afin de :

- Permettre aux industries concernées de développer des solutions alternatives. Les secteurs suivants sont concernés :
 - o Certains usages médicaux (outils de diagnostic in vitro, etc.), avec une période transitoire de 2 ans
 - o Des produits cosmétiques à rincer employant des microplastiques pour d'autres usages que leur pouvoir exfoliant²¹ (4 ans)
 - o Dans le même secteur des cosmétiques, les produits sans rinçage (soins de peau, maquillages, vernis à ongle, rouges à lèvres, déodorants, etc.) ne devraient être touchés que 6 ans après la date effective de la restriction
 - o Des microplastiques sont utilisés pour encapsuler des parfums, notamment dans des détergents (lessives, assouplissants, ...) ou certains produits appliqués sur les sols (cires, vernis). Ces produits bénéficient d'une période transitoire de 5 ans
- Permettre le développement de polymères biodégradables qui pourraient se substituer à ceux déjà employés. Cette raison est invoquée pour tous les produits phytosanitaires non concernés par le règlement 2019/1009 (fertilisants et biocides).

²⁰ La définition des critères de biodégradabilité constitue un enjeu important, notamment pour les fertilisants, qui n'est pas réglé à ce jour. Le règlement 2019/1009 fixe néanmoins une échéance : en l'absence d'accord sur les critères de biodégradabilité, aucun fertilisant UE mis sur le marché après le 16 juillet 2026 date ne doit contenir de polymères.

²¹ Ces derniers, souvent qualifiés de « microbilles » ou « microbeads » sont généralement interdits et l'industrie européenne des cosmétiques a volontairement et progressivement supprimé leur utilisation avant 2020.

5 Mesures de réduction de la contamination de l'environnement, et particulièrement des eaux superficielles

5.1 Les mesures de réduction à la source

5.1.1 Les microplastiques primaires

Comme présenté dans la partie 4.3.2 above, la majeure partie des microplastiques primaires devrait être retirée du marché au cours des prochaines années dans le cadre de la restriction REACH. Les paragraphes suivants présentent systématiquement les mesures prévues selon les sources et élargit le périmètre de réflexion dans certains cas.

5.1.1.1 Le secteur plastique

Les rejets vers l'environnement de granules destinées à la production industrielle de pièces en plastique, qui résultent de fuites accidentelles tout le long de la chaîne de production, constituent la première source de microplastiques primaires vers l'environnement selon plusieurs études.

Pour autant, elles n'entrent pas dans le cadre de la restriction microplastique de l'ECHA.

La filière industrielle met en avant une démarche volontaire, appelée Opération Clean Sweep (OCS)²², destinée « à diffuser et à systématiser les bonnes pratiques [adaptées aux méthodes de la filière] permettant de réduire les pertes et rejets de granules lors des opérations de production, transport et transformation de ces granules ». Le rapport d'activité 2019 de l'opération²³ indique que 98% de la production européenne de matières plastiques est maintenant couverte par le programme OCS, mais il est difficile d'estimer dans quelle mesure les meilleures pratiques proposées sont effectivement mises en œuvre.

La nature non contraignante de ces engagements permet de douter qu'ils suffisent à contenir les émissions futures dans la mesure où, inversement les incitations sont faibles : d'un point de vue économique, les investissements nécessaires semblent disproportionnés par rapport à la matière première employée qui est par nature « facile à perdre, difficile à retrouver » et bon marché ; les modalités de contrôle ne prévoient pas l'obligation d'audits par de tierces parties ; et l'incitation par la réputation ne semble pas adaptée aux circonstances d'un problème environnemental mal connu par les consommateurs et éloigné de leurs actes d'achats (Eunomia, 2019).

Eunomia (2019) a étudié la chaîne de valeur impliquée et propose quatre leviers d'action spécifiquement dédiés à cette source : les trois premiers s'adressent à différents maillons de la chaîne quand le quatrième s'adresse à son ensemble :

Amender le Document de référence sur les meilleures techniques disponibles (BREF) « fabrication des polymères »²⁴.

L'objectif de cette mesure proposée par Eunomia (2019) serait de rendre contraignantes des pratiques telles que celles proposées dans le cadre de l'Operation Clean Sweep après les avoir faites étudier par un groupe d'experts en les intégrant parmi les Meilleures Techniques Disponibles présentées dans les BREF dans le cadre de la Directive IED.

Cette mesure présenterait toutefois des limites importantes :

- Ne concernant que les producteurs de polymères et non les transformateurs, il se pourrait que les meilleures techniques ne s'appliquent qu'à un maillon de la chaîne
- Par ailleurs, dans la mesure où le reste de la chaîne de production serait touché par d'autres mesures, le manque d'horizontalité de celle-ci pourrait aboutir à des pratiques difficilement compatibles entre elles
- Enfin, la possible distorsion de concurrence entre les producteurs européens et les industriels exportant en Europe est présentée comme une difficulté importante pour le secteur.

²² <http://www.opcleansweep.fr/> (consulté en juillet 2020)

²³ http://www.opcleansweep.eu/wp-content/uploads/2019/03/OCS_A4_Report_2018_ONLINE.pdf

²⁴ https://aida.ineris.fr/sites/default/files/directive_ied/pol_bref_1006_VF_0.pdf (consulté en juillet 2020)

Réglementer le transport des granules

L'option étudiée par le cabinet Eunomia en 2019 consisterait à proposer un nouveau règlement couvrant spécifiquement le transport des granules depuis et vers les installations, afin, une fois encore d'encadrer la mise en place de mesures telles que celles proposées par l'OCS.

La compatibilité avec les mesures mises en place chez les producteurs serait en enjeu important, mais cela ne constituerait pas la seule difficulté. Les auteurs de l'étude Eunomia (2019) évoquent en particulier la suivante : afin d'être efficace, cette mesure devrait toucher tous les transporteurs, or, certains ne sont concernés par le transport de granules qu'occasionnellement ; « le règlement constitue[r]ait alors une réponse [vraisemblablement dis]proportionnée au problème, étant donné que tous les transporteurs devraient être couverts, à moins qu'ils ne soient en mesure de prouver qu'ils ne transportent pas et ne transporteront jamais de granulés de plastique ».

Comme pour la mesure précédente, l'application à l'échelle européenne serait un obstacle concurrentiel pour les acteurs du territoire.

Réglementer les transformateurs de matières plastiques

L'objectif de cette action proposée par Eunomia serait d'étendre le BREF « Fabrication des polymères » à tous les transformateurs de matières plastiques de l'UE, qui ne sont a priori pas concernés par la Directive IED, l'essentiel étant composé de petites et moyennes entreprises.

La vertu d'une mesure de ce type serait d'impliquer une part importante de la chaîne de production, en particulier les petits acteurs pour lesquels il est fait l'hypothèse qu'ils seraient moins enclins à mettre en œuvre spontanément des mesures efficaces de réduction de prévention des pertes de granules ou de nettoyage des déversements.

Outre la difficulté qu'il y aurait à initier une telle action, les mêmes difficultés de distorsion de concurrence et de mise en cohérence des pratiques sont soulevées.

Appliquer un règlement exigeant l'accréditation de l'adhésion aux meilleures pratiques dans la chaîne d'approvisionnement

Cette mesure réglementaire exigerait que ceux qui mettent des plastiques sur le marché (les grandes entreprises en premier lieu) s'assurent que l'ensemble de leur chaîne d'approvisionnement respecte ce qui aura été identifié comme les meilleures pratiques en matière de prévention de la perte de granulés. Une telle approche garantirait l'intégration verticale des pratiques de gestion des granules, entre producteurs, transporteurs et transformateur. Le recours à des organismes d'accréditation permettrait de certifier le bon respect des mesures.

Cette mesure s'appliquerait à toute entité mettant sur le marché des produits en plastique fabriqués en dehors de l'Europe, afin de garantir l'égalité des conditions de concurrence entre les acteurs européens et ceux qui souhaitent exporter leurs produits en Europe.

Détaillant les implications de telles mesures, Eunomia (2018) estime que la quatrième portant sur l'accréditation de l'ensemble de la chaîne de valeur est plus efficace que le cumul des trois premières, tant du point de vue des émissions de microplastiques évitées que de l'efficacité économique. La valeur de 950€/t évitée est avancée.

5.1.1.2 L'agriculture

Le secteur agricole est la deuxième source émettrice de microplastiques primaires par ordre d'importance.

A ce jour, les mesures proposées reposent sur l'application conjointe de la restriction sur les microplastiques intentionnels de REACH et du règlement 2019/1009 du 5 juin 2019 établissant les règles relatives à la mise à disposition sur le marché des fertilisants. Celles-ci prévoient qu'à horizon 2026, les polymères employés pour la « libération contrôlée » des principes actifs devront répondre à des critères de biodégradabilité qui devraient être établis à horizon 2024.

5.1.1.3 Les terrains de sport synthétiques

Le cas des terrains de sport synthétiques faits de granules d'élastomères devrait être couvert par la restriction REACH, mais il n'est pas encore décidé à la date de rédaction de ce rapport s'il s'agira d'une interdiction de mise sur le marché ou de l'imposition de mesures techniques limitant les émissions par les terrains synthétiques.

Les profondes répercussions que pourrait avoir une mesure d'interdiction d'utilisation touchant des milliers de terrains de sport en Europe constituerait évidemment un fort enjeu de substitution²⁵. Certaines pistes sont étudiées et employées, notamment l'utilisation d'autres matériaux tels que le liège, la fibre de coco, les noyaux d'olive ou d'autres encore.

Sont également étudiées les mesures techniques visant à prévenir la perte dans l'environnement des microplastiques, notamment des pratiques visant à conserver les équipements sportifs dans l'enceinte du terrain.

5.1.1.4 Les détergents et les produits d'entretien

Les microplastiques contenus dans les produits détergents et les produits d'entretien sont inclus dans la restriction REACH conduisant à l'interdiction de mise sur le marché avec, selon les types de produits (détergents, assouplissants, et liquides lave-vaisselle sans microplastiques employées pour leurs propriétés abrasives), des périodes transitoires de 5 ans destinées à « laisser suffisamment de temps [à la filière] pour développer de nouvelles formulations » et lui permettre de « tirer les bénéfices de la technologie à base d'encapsulation pendant la période d'intérim ».et les mettre sur le marché »²⁶.

5.1.1.5 Les produits cosmétiques

Les microplastiques contenus dans les cosmétiques sont inclus dans la restriction REACH conduisant à l'interdiction de mise sur le marché avec, selon les types de produits, des périodes transitoires de 4 ou 6 ans. L'argument présenté est celui de la « similitude avec le rapport coût-efficacité [jugé pertinent dans] des restrictions précédentes touchant des substances suscitant des préoccupations similaires ».

5.1.1.6 Le secteur médical

Les microplastiques contenus dans les instruments médicaux et les outils de diagnostic font l'objet d'une dérogation dans la restriction REACH, qui introduira toutefois des obligations d'étiquetage afin d'informer les utilisateurs de produits contenant des microplastiques des bonnes pratiques permettant d'éviter leur rejet vers l'environnement.

5.1.1.7 Les peintures et revêtements, encres d'impression, plastiques employées pour l'impression 3D, et produits de construction

Tous les microplastiques associés aux secteurs en titre sont concernés, dans le cadre de la restriction REACH, par des **exigences d'étiquetage et de déclaration**. Toutefois, dans le cas où les microplastiques sont incorporés dans une matrice solide ou transformés dans le produit final, la

²⁵ A noter que ces matières synthétiques sont touchées par une autre restriction visant à réduire la teneur maximale autorisée de certains hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) dans les matériaux employés sur les terrains synthétiques. Cependant, l'ECHA indique que « cette proposition ne devrait pas avoir d'impact significatif sur les terrains existants car la nouvelle teneur ne s'appliquerait qu'aux nouveaux matériaux de remplissage et peut être facilement atteinte » (<https://echa.europa.eu/fr/-/restriction-proposal-for-intentionally-added-microplastics-in-the-eu-update>)

²⁶ <https://echa.europa.eu/documents/10162/05bd96e3-b969-0a7c-c6d0-441182893720>

restriction de mise sur le marché ne s'appliquerait pas, même si des émissions résiduelles sont probables.

L'objectif de l'exigence d'étiquetage est d'informer les utilisateurs de produits contenant des microplastiques des bonnes pratiques permettant d'éviter leur rejet vers l'environnement. Il s'agit a priori avant tout de favoriser la gestion correcte des déchets après utilisation, car la mesure ne prévoit pas que l'étiquetage mentionne la présence de microplastiques.

L'exigence de déclaration consiste à obliger les industriels à faire parvenir à l'ECHA des données relatives aux quantités de microplastiques importées ou utilisées ainsi qu'aux niveaux de rejets estimés.

5.1.2 Les microplastiques secondaires libérés durant la phase d'usage des produits

5.1.2.1 Le cas particulier des STEU

Les eaux usées et une partie des eaux de ruissellement transitent par les stations de traitement des eaux usées (STEU) et constituent donc un point de collecte possible pour capturer les microplastiques avant qu'ils ne rejoignent les eaux de surface (bien qu'une partie sera amenée à rejoindre les boues qui seront en partie épandues sur les sols agricoles). Les études disponibles démontrent une efficacité déjà très importante des STEU. Elle varie de l'ordre de 80% pour une filière classique sans traitement tertiaire (le cas des stations existantes en France sauf rares exceptions) à 95% pour une filière avec traitement tertiaire (ultrafiltration) selon (Delahaye, 2019).

Cependant, les coûts marginaux du traitement sont très élevés et ne concerneront qu'une partie faible des flux (Lavender Law, 2017). De plus, de façon générale, l'action de réduction à la source est en général plus coût/efficace que le traitement tertiaire pour un ensemble de produits chimiques, et cette conclusion pourrait également s'appliquer aux microplastiques (Brignon J.M. et al., 2019)

5.1.2.2 La maîtrise des rejets par temps de pluie

Par opposition aux STEU, les eaux ruisselées urbaines non traitées restent une source de pollution chimique, à laquelle la présence des microplastiques vient s'ajouter, pouvant justifier le besoin d'une meilleure captation et leur traitement. L'association AMORCE indique que « la maîtrise des rejets par temps de pluie reste l'action la plus efficace pour limiter les fuites de microplastiques vers le milieu naturel ». Ceci impliquerait des travaux importants, notamment la déconnexion des eaux pluviales et la création de bassins d'orage.

Eunomia (2018) insiste toutefois sur la nécessité de développer des approches normalisées pour mesurer les microplastiques et ainsi être en mesure d'évaluer avant de tels investissements de façon fiable les quantités de microplastiques qui seront effectivement non émises dans les milieux aquatiques.

5.1.2.3 Les résidus de pneus automobiles

Les résidus de pneus automobiles constituent vraisemblablement la principale source identifiée de microplastiques dans l'environnement (en dehors des macrodéchets).

Pour autant, nous n'avons pas identifié de solutions techniques pour cette source dans le cadre de notre étude. En effet le développement de solutions à base de plastiques biodégradables, tel qu'envisagé dans d'autres secteurs comme l'agriculture, ne semble pas *a priori* offrir de voie satisfaisante pour au moins deux raisons :

- Les pneumatiques ont besoin d'être très stables pour être fiables en période d'usage, ce qui semble difficilement compatible avec des propriétés de dégradation en fin de vie ;
- Outre la problématique de persistance des microplastiques dans l'environnement, les résidus de pneus sont également connus pour être les principaux microplastiques transportés par voie aérienne (Evangelidou *et al.*, 2020), ils sont susceptibles d'être inhalés alors même qu'ils sont potentiellement toxiques. Dès lors, leur biodégradabilité ne constitue pas un enjeu de premier ordre.

Les pistes proposées, notamment par Eunomia (2018) reposent donc sur la mise en œuvre progressive de contraintes imposées aux industriels afin qu'ils développent des pneumatiques moins sujets à l'abrasion. Dans le détail, trois mesures sont proposées :

- **Développer une norme permettant de mesurer l'abrasion de la bande de roulement des pneus**

L'objectif est de fixer des conditions de mesure qui permettent une comparaison des pneumatiques en termes d'abrasion. Comme dans le cas des textiles par exemple (cf. 5.1.2.4) une telle démarche ne permet pas de réduction des émissions en soi, mais constitue un prérequis nécessaire à l'implication des industriels.

- **Inclure les performances en termes d'abrasion dans le règlement européen portant sur l'étiquetage des pneumatiques (CE/1222/2009)**

Une telle mesure aurait vocation à permettre une meilleure information des consommateurs, permettant ainsi de créer un effet de réputation incitatif pour les producteurs, du fait que l'abrasion est également un problème d'usure pour le consommateur, Il serait également envisageable selon Eunomia d'interdire la mise sur le marché des pneumatiques les moins performants

Il convient de mentionner trois autres variables importantes :

- Les comportements de conduite ont une influence sur les émissions de microparticules. Aussi la promotion auprès du grand public des modes de conduites les moins émetteurs constituerait un levier d'action positif.
- Toutes conditions étant égales par ailleurs, les véhicules les plus lourds sont aussi les plus émetteurs.
- Les problèmes liés à l'usure des pneus automobiles peuvent également être liés aux infrastructures routières (état des routes, canalisation des eaux de ruissellement) et à leur entretien. En la matière, il semble que les meilleures pratiques restent à identifier.

5.1.2.4 Les textiles

Les microfibrilles textiles émises lors du lavage des vêtements en machine, qui rejoignent les eaux usées, puis les eaux superficielles (puis marines) (De Falco et al., 2019) lorsqu'elles n'ont pas été captées dans les boues des stations d'épuration (destinées à l'épandage agricole ou à l'incinération) constituent l'une des sources de microplastiques les plus largement étudiées. Pour autant l'identification des leviers d'action qui permettraient de limiter leurs rejets reste complexe.

A ce jour, les matières synthétiques représentent environ 60% du marché, ce qui laisse entendre la difficulté qu'il y aurait *a priori* à les bannir au profit des seules matières organiques (dont la fabrication peut par ailleurs induire d'autres enjeux environnementaux).

De nombreuses études ont tâché d'identifier l'influence relative de divers facteurs sur l'émission de ces particules (cf. bibliographie sélective dans la partie 7.5) : température de lavage, nature des détergents, des adoucissants, niveau de remplissage des machines, modes de lavage, composition des textiles ont été étudiés, mais les résultats contradictoires sont nombreux, si bien qu'il n'est pas évident d'informer les consommateurs sur les « bons gestes » à mettre en pratique au quotidien.

Ceci ne signifie pas qu'aucune bonne pratique ne fera consensus à l'avenir, mais la situation semble révéler la nécessité de normaliser les modalités de mesure. Dans ce secteur également il s'agirait d'ailleurs là d'un prérequis utile pour impliquer les industriels et informer les consommateurs.

Les mesures qui ont été proposées dans de nombreux cadres sont de trois ordres :

- L'implication et la sensibilisation des consommateurs afin que, conscients des enjeux, ils choisissent et réclament des textiles libérant moins de microfibrilles
- L'implication de la filière industrielle textile
- L'implication de la filière industrielle des lave-linges à travers notamment le développement de filtres qui permettraient de capturer les fibres avant leur entrée dans le réseau des eaux usées

L'étude d'Eunomia (2018) propose trois types de mesures qui vont partiellement en ce sens :

- **Le développement d'une norme d'essai pour déterminer de manière cohérente le taux de libération des fibres des vêtements pendant le lavage (ainsi que le séchage)**

Comme pour la filière pneumatique, une telle démarche n'est pas destinée en soi à réduire les émissions, mais aurait vocation à harmoniser les pratiques et les modalités de comparaison des performances. Des démarches de standardisation de ce type semblent être en cours²⁷.

En particulier le projet de norme EN ISO 4484-1, qui devrait être publié en 2024, vise à décrire une méthode de mesure des débris de fibres émis à la sortie de la machine à laver domestique pendant un lavage, sans détergent, de produits finis textiles. Il s'applique à tous les produits textiles composés de fibres naturelles, de fibres régénérées et de fibres synthétiques ou artificielles, etc.

La norme EN ISO 4484-2 « Textiles et produits textiles - Microplastiques d'origine textile - Partie 2: Évaluation qualitative et quantitative des microplastiques » dont l'inscription a été enregistrée en février 2020 et devrait être publiée en 2023, propose une méthode d'analyse applicable à la détermination des microplastiques dans différentes matrices environnementales. En utilisant des outils de spectroscopies vibratoires (IR, Raman) couplées à de l'analyse d'image, la méthode permettrait de déterminer le nombre et la distribution dimensionnelle des fibres, leurs caractéristiques morphologiques, et le type de polymères présents.

- **La fixation d'un seuil maximal de rejet de fibres**

Les fabricants de vêtements seraient tenus de faire valider les performances de rejets de leurs tissus avant leur mise sur le marché européen.

- **Le Développement d'une étiquette pour la libération de fibres lors du lavage des vêtements qui serait incluse dans le règlement pour l'étiquetage et le marquage de la composition fibreuse des produits textiles (EU/1007/2011).**

Les industriels concernés seraient tenus d'inclure un étiquetage au produit indiquant le niveau relatif de libération de fibres pendant le lavage.

Concernant la mise en place d'outils de capture des microfibrilles au niveau des machines à laver qui est, comme évoqué ci-dessus, un objectif de la loi sur l'économie circulaire, un groupe de travail coordonné par la Direction de l'eau et de la biodiversité (DEB) au Ministère de la transition écologique et solidaire s'est lancé en 2020.

Enfin, citons des travaux en cours portant sur l'étude de la faisabilité du principe de d'extension de la "Responsabilité Élargie du Producteur" aux rejets dans l'eau (Ineris, 2020). L'objectif d'un tel dispositif appliqué au micropolluants serait de concourir à la réduction de leur présence dans les milieux aquatiques par :

- un mécanisme incitatif de prévention via une responsabilisation du producteur/metteur sur le marché conduisant à l'élimination/substitution des substances visées,
- le financement d'une communication ciblée vers l'utilisateur pour limiter la diffusion des substances vers le milieu aquatique (information sur les articles contenant ou non certaines substances ; sur les modes d'utilisation limitant le transfert vers le milieu),
- le financement de traitements complémentaires en station d'épuration urbaines qui ne sont pas conçues pour traiter ces polluants très spécifiques.

L'application d'une telle REP aux microplastiques est envisagée.

5.1.2.5 Les peintures de marquage des routes

Nous n'avons pas au cours de notre étude identifié de projet de mesures qui seraient spécifiquement dédiées à limiter les rejets de microplastiques issus de la dégradation des peintures employées pour le marquage des infrastructures routières.

²⁷ Cf. Ineris, « Revue des documents normatifs en relation avec la problématique des microplastiques d'origine textile », Ineris-179438-2167922-v3.0

Pour autant, les enjeux semblent recouper ceux déjà identifiés par ailleurs :

- La nécessité de mieux estimer les rejets relatifs propres à différents types de marquage
- Celle d'impliquer les acteurs de l'entretien et de la construction des routes, en les informant de la problématique, et en les incitant à développer d'éventuelles solutions alternatives.

5.1.2.6 Les peintures extérieures

Les polymères entrent dans la composition des peintures extérieures, et peuvent être libérés dans l'environnement, du fait de l'usure naturelle de ces peintures ou plus particulièrement lorsque ces dernières sont décapées. Cet enjeu environnemental semble mal connu des acteurs de la filière et des consommateurs.

Les solutions possibles à la source sont donc de deux ordres :

- La sensibilisation du grand public à cette problématique
- La mise en place d'incitations pour les acteurs de la filière à :
 - o proposer des formulations alternatives sans polymères ou à base de polymères biodégradables
 - o développer de bonnes pratiques en matière de capture et d'élimination des fragments décapés. Il est possible que la seule sensibilisation des acteurs permette que des précautions simples et adéquates qui n'étaient pas prises jusque-là deviennent plus courantes.

5.1.2.7 Les filets de pêche

Nous n'avons pas au cours de notre étude identifié de projet de mesures qui serait spécifiquement dédié à limiter les rejets de microplastiques issus de l'usure des filets de pêche pendant leur usage.

5.1.2.8 Les freins automobiles

Nous n'avons pas au cours de notre étude identifié de projet de mesures qui serait spécifiquement dédiés à limiter les rejets de microplastiques issus de l'usure des freins automobiles.

Les enjeux relatifs à la sécurité des automobilistes conduiront peut-être à reporter les efforts sur d'autres sources d'émissions, plus importantes, ou plus facilement contrôlables et sans enjeux majeurs de sécurité.

5.1.2.9 Agriculture

Les plastiques sont largement utilisés dans le secteur agricole et se retrouvent dans des applications telles que les balles d'ensilage, les sacs et les films de mulchage qui peuvent être amenés à se dégrader en phase d'usage. Il est donc généralement reconnu que le secteur agricole peut être une source importante de microplastiques principalement vers les sols, vers le compartiment aérien et vers les eaux via le ruissellement.

Pour autant, ce sujet reste très mal documenté. Nous n'avons pas trouvé au cours de cette étude de données sur les rejets attendus, point de départ nécessaire à une réflexion sur les éventuels leviers d'action.

Ceci constitue actuellement un angle mort de la réflexion sur la limitation de la pollution microplastique.

5.1.3 Les microplastiques issus de la dégradation progressive des produits abandonnés dans l'environnement

5.1.3.1 L'étude des leviers d'action contre la pollution plastique en général

Le troisième type de microplastiques, ceux liés à la dégradation des objets plastiques abandonnés dans l'environnement, constitue la principale source de microplastiques. Mais par leur origine, l'étude des leviers d'action contre l'accroissement de leur présence dans l'environnement conduit à s'interroger sur les leviers d'action contre la pollution plastique.

De nombreuses études ont été développées sur le sujet, et il n'entre pas dans le cadre de notre rapport de faire la synthèse de ce qui a déjà été proposé.

Nous présenterons seulement quelques repères de réflexion. Le lecteur intéressé pourra se référer aux références indiquées en bibliographie, notamment ADEME (2020) et Lau *et al.* (2020).

Lau *et al.* (2020) ont produit récemment une étude démontrant que la combinaison de huit types de mesures basées sur des solutions et technologies existantes pourrait permettre de réduire les flux annuels de plastique dans l'océan d'environ 80 % au cours des 20 prochaines années.

Ces types de mesures sont les suivantes :

- La réduction de la croissance de la production de plastiques, notamment l'élimination des usages évitables, le développement de la réutilisation, et le développement des systèmes de consignes
- La substitution des plastiques par des matériaux alternatifs, notamment dans le domaine de l'emballage où les solutions à base de papiers avec revêtement ou de matériaux compostables existent
- Pour les usages sans substitution possible, la confection de produits facilement recyclables
- L'accroissement des taux de collectes des déchets, particulièrement dans les pays les moins riches
- L'augmentation de la capacité mécanique de recyclage afin de s'assurer que les plastiques collectés sont effectivement recyclés
- Le développement de pratiques de recyclage chimique qui permettent de traiter les plastiques non recyclables mécaniquement
- Comme mesure transitoire l'augmentation des capacités des décharges pour éviter les fuites de macrodéchets collectés vers l'environnement
- La réduction des exportations de déchets qui doit conduire chaque pays à en prendre localement la responsabilité

Un des résultats importants de l'étude porte sur le fait qu'aucune solution unique ne permet d'atteindre un objectif ambitieux. Les auteurs estiment que les engagements actuels, notamment la Directive européenne sur les produits plastiques à usage unique ne permettront de réduire le volume annuel de plastique se déversant dans l'océan que de 7 % environ d'ici 2040.

Cette étude montre les changements systémiques à mettre en œuvre mais ils ne suffisent pas à déterminer l'ensemble des actions concrètes et locales à imaginer et à mettre en place.

Un rapport récent de l'ADEME (2020) propose une approche inverse et présente un inventaire de 212 initiatives menées concrètement sur le territoire français (et pour un quart d'entre elles au-delà) contre la pollution plastique de l'environnement, et plus particulièrement des eaux.

Ces initiatives se divisent essentiellement en six grandes catégories qui se superposent pour partie aux huit types de mesures invoquées dans Lau *et al.* (2020) :

- Les actions de **collecte** destinées à réaliser ou à permettre le ramassage
- Les actions de **prévention** et de **sensibilisation**
- Les actions **réglementaires** qui consistent à proposer des lois, des arrêtés...
- Les actions d'**accompagnement**, notamment technique ou financier de projets
- Les actions de **suivi** liées à la surveillance et à la mesure de la pollution plastique²⁸

²⁸ Il faut noter que parmi ces 212 initiatives, 25 portent les microplastiques, et parmi elles, 23 sont des actions de suivi.

- Les actions destinées à produire des **solutions de gestion et de traitement** des plastiques marins (recyclage, valorisation énergétique, ...)

Une présentation détaillée de certaines d'entre elles permet de mesurer leurs points forts, leurs limites, et leurs difficultés de mise en œuvre.

5.1.3.2 Les leviers d'action mis en œuvre à ce jour dans les Agences de l'Eau

L'étude de l'ADEME précise, lorsqu'il s'agissait d'initiatives locales, les bassins versants sur lesquels elles se sont déroulées (cf. Figure 1).

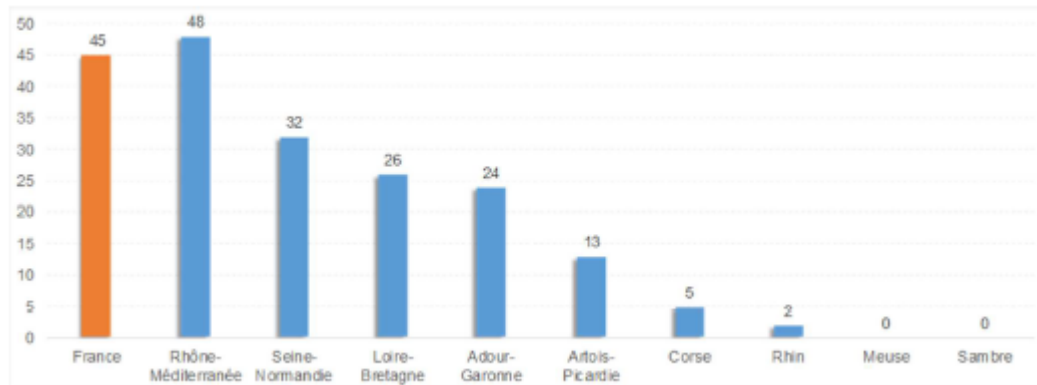


Figure 1: Nombre d'initiatives par bassin versant (source : ADEME, 2020)

Dans le cadre de la présente étude pour l'Office Français de la Biodiversité, nous avons mené des entretiens auprès de quelques Agences de l'Eau afin d'identifier le positionnement qu'elles adoptaient vis-à-vis de la problématique microplastique.

Nous en avons tiré les enseignements suivants :

- La lutte contre la pollution plastique constitue un enjeu croissant pour les Agences de l'Eau ;
- Elle est en particulier motivée par la mise en œuvre de la Directive Cadre Stratégie pour le milieu marin, mais non par la Directive Cadre sur l'eau, les microplastiques n'étant pas une substance de l'état chimique ou de l'état écologique des eaux ;
- Le positionnement sur la thématique est récent, en particulier parce qu'en dehors des eaux pluviales, les macro-déchets ne sont normalement pas du ressort des Agences de l'Eau ;
- Les Agences de l'eau financent plusieurs programmes de recherche, et ont conclu des accords cadre avec de grands instituts de recherche mentionnant spécifiquement la thématique ;
- Les premiers programmes de recherche portent essentiellement sur :
 - o La qualification de la présence des microplastiques dans les eaux
 - o L'estimation des flux, particulièrement ceux induits par les eaux pluviales
 - o D'une manière générale l'élaboration d'un diagnostic qui permettra à l'avenir de définir des actions opérationnelles ;
- En dehors des programmes de recherche, les leviers d'action entrepris portent surtout sur des initiatives de collecte de macro-déchets, qu'ils soient flottants dans les lieux naturels ; d'accumulation, en zone d'estran, ou dans les secteurs constructibles des cartes communales
- Il existe peu d'opérations de sensibilisation sur cette thématique, les actions opérationnelles n'ayant pas été définies, et de nombreux acteurs locaux pouvant prendre cette tâche à leur charge ;

6 Conclusion

Les perspectives de réduction des sources en France et dans l'UE des microplastiques diffèrent sensiblement selon leur typologie.

Les microplastiques intentionnels sont très concernés par un projet de restriction du Règlement UE REACH qui conduirait à une réduction très nette de leur mise sur le marché, avec toutefois des exceptions.

Pour ce qui est des microplastiques émis lors de la phase d'usage de produits comportant des polymères, les sources sont très importantes et, si des pistes existent, les perspectives d'une réduction sensible des rejets apparaissent lointaines, car des verrous technologiques et sociétaux existent (cas des pneumatiques par exemple).

Enfin, les microplastiques issus de la dégradation des déchets plastiques présents dans l'environnement sont une source majeure, mais leur réduction à la source par une limitation de l'usage des plastiques jetables et une amélioration de la collecte et du recyclage laissent espérer des progrès, sans obstacle économique ou technique considérable, mais à la condition de changements de comportements et d'habitudes de consommation.

Les actions à mener sont connues parce que communes aux autres types de pollutions chimiques ou particulières (substitution, maîtrise des rejets par temps de pluie, ...) et aux enjeux de l'économie circulaire (collecte, réutilisation, ...). En ce sens, l'action visant les plastiques et microplastiques ne représentera pas forcément toujours un coût supplémentaire sensible, par rapport aux actions déjà identifiées comme nécessaires pour la pollution chimique et particulaire.

Enfin, plusieurs études mentionnent l'intérêt de définir des méthodes normalisées pour mesurer les microplastiques dans l'environnement et ainsi être en mesure d'évaluer l'impact des mesures envisagées de réduction des émissions en regard des investissements qu'elles nécessitent. Il s'agit d'une condition nécessaire pour susciter l'adhésion des producteurs et industriels impliqués.

7 Références

7.1 Bibliographie générale sur la pollution plastique et les leviers d'action

ADEME, Marek C., Parisot F. ; ECOGEOS, Guyomard M., Marcoux M., Rondel M. ; LEESU, Tramoy R. 2020. Lutte contre la pollution par les déchets plastiques en milieu marin. Rapport final. 119 pages.

CEN 2006. CEN/TR 15351 technical report on Plastics. Guide for vocabulary in the field of degradable and biodegradable polymers and plastic items; CEN 2013. ISO 472:2013 plastics a vocabulary.

Cordier M., Uehara T., "How much innovation is needed to protect the ocean from plastic contamination?", *Science of The Total Environment*, Volume 670, 2019, Pages 789-799, <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.03.258>.

De Souza Machado, A. A.; Kloas, W.; Zarfl, C.; Hempel, S.; Rillig, M. C. Microplastics as an emerging threat to terrestrial ecosystems. *Glob. Chang. Biol.* 2018, 24, 1405– 1416, DOI: 10.1111/gcb.14020

ECHA, 2019, ANNEX XV RESTRICTION REPORT PROPOSAL FOR A RESTRICTION, intentionally added microplastics, <https://echa.europa.eu/documents/10162/05bd96e3-b969-0a7c-c6d0-441182893720>

EUNOMIA 2018. Investigating options for reducing releases in the aquatic environment of microplastics emitted by (but not intentionally added in) products; Report for DG Environment of the European Commission.

Evangelidou, N., Grythe, H., Klimont, Z. et al. Atmospheric transport is a major pathway of microplastics to remote regions. *Nat Commun* 11, 3381 (2020). <https://doi.org/10.1038/s41467-020-17201-9>

Frias J.P.G.L., Nash R., Microplastics: Finding a consensus on the definition Marine Pollution Bulletin Volume 138, January 2019, Pages 145-147

GEYER, R., JAMBECK, J. R. & LAW, K. L. 2017a. Production, use, and fate of all plastics ever made. *Science advances*, 3, e1700782.

HARTMANN, N. B., HÜFFER, T., THOMPSON, R. C., HASSELLÖV, M., VERSCHOOR, A., DAUGAARD, A. E., RIST, S., KARLSSON, T., BRENNHOLT, N., COLE, M., HERRLING, M. P., HESS, M. C., IVLEVA, N. P., LUSHER, A. L. & WAGNER, M. 2019. Are We Speaking the Same Language? Recommendations for a Definition and Categorization Framework for Plastic Debris. *Environmental Science & Technology*

Haward, M. Plastic pollution of the world's seas and oceans as a contemporary challenge in ocean governance. *Nat. Commun.* 2018, 9, 667, DOI: 10.1038/s41467-018-03104-3

Ineris, 2020, « Faisabilité de la transposition du principe de "Responsabilité Elargie du Producteur" aux rejets dans l'eau - Etude préliminaire », Ineris-20-179438-2032726-v2.0

Jambeck, J. R., Geyer, R., Wilcox, C., Siegler, T.R., Perryman, M. and Andrady, A. (2015). 'Plastic waste inputs from land into the ocean'. *Science* 347. <https://doi.org/10.1126/science.1260352>

Lavender Law K., 2017. Plastics in the Marine Environment. Annual Review of Marine Sciences 9, pp. 205–29.

LAU W.Y, YONATHAN SHIRAN, RICHARD M. BAILEY, ED COOK, MARTIN R. STUCHTEY, JULIA KOSKELLA, COSTAS A. VELIS, LINDA GODFREY, JULIEN BOUCHER, MARGARET B. MURPHY, RICHARD C. THOMPSON, EMILIA JANKOWSKA, ARTURO CASTILLO CASTILLO, TOBY D. PILDITCH, BEN DIXON, LAURA KOERSELMAN, EDWARD KOSIOR, ENZO FAVOINO, JUTTA GUTBERLET, SARAH BAULCH, MEERA E. ATREYA, DAVID FISCHER, KEVIN K. HE, MILAN M. PETIT, U. RASHID SUMAILA, EMILY NEIL, MARK V. BERNHOFEN, KEITH LAWRENCE, JAMES E. PALARDY, Evaluating scenarios toward zero plastic pollution, Science, PUBLISHED ONLINE 23 JUL 2020, DOI: 10.1126/science.aba9475

Li W.C., Tse H.F., Fok L., 2016. Plastic waste in the marine environment: A review of sources, occurrence and effects. Science of The Total Environment. 566-567:333-349.

Lin, V. S. Research highlights: impacts of microplastics on plankton. Environ. Sci.: Processes Impacts 2016, 18, 160– 163, DOI: 10.1039/c6em90004f

Meng, Yuchuan & Kelly, Frank & Wright, Stephanie. (2019). Advances and challenges of microplastic pollution in freshwater ecosystems: A UK perspective. Environmental Pollution. 256. 113445. 10.1016/j.envpol.2019.113445.

PLASTICS EUROPE 2017. Plastics – the Facts 2017 An analysis of European plastics production, demand and waste data. Plastics Europe (Association for Plastics Manufacturers).

Ribeiro, F.; O'Brien, J. W.; Galloway, T.; Thomas, K. V. Accumulation and fate of nano-and microplastics and associated contaminants in organisms. TrAC, Trends Anal. Chem. 2018, 111, 139–147, DOI: 10.1016/j.trac.2018.12.010

Slat B., How the Oceans Can Clean Themselves. A Feasibility Study, vol. 535, The Ocean Cleanup (2014)

Surfrider Foundation Europe, 2015, Monitoring marine litter across Europe, 82pp. https://surfrider.eu/wp-content/uploads/2016/04/rapport_ospar_2015-hd.pdf

UICN, Boucher, J., Billard, G., Simeone, E. and Sousa, J. (2020). The marine plastic footprint. Gland, Switzerland: IUCN. viii+69 pp.

World Economic Forum et al., 2016

World Economic Forum, Ellen MacArthur Foundation, McKinsey & Company **The New Plastics Economy — Rethinking The Future of Plastics** 120, Project MainStream (2016)

WWF, 2019. Pollution plastique : à qui la faute ? Identification des défaillances systémiques et présentation du scénario zéro plastique dans la nature en 2030. https://www.wwf.fr/sites/default/files/doc-2019-03/20190305_Rapport_Pollution-plastique_a_qui_la_faute_WWF.pdf (consulté en juillet 2017)

7.2 Bibliographie sélective sur les sources de microplastiques dans l'environnement

Browne M.A. , Sources and pathways of microplastics to habitats

Bergmann M., Gutow L., Klages M. (Eds.), *Marine Anthropogenic Litter*, Springer International Publishing, Cham (2015), pp. 229-244

Brignon, J.-M & Cantuarias-Villesuzanne, C. & Chapon, Valentin & Mombelli, E.. (2019). Rejets de micropolluants : un essai de comparaison économique entre traitement et substitution à la source. *Techniques Sciences Méthodes*. 27-42. 10.1051/tsm/201903027

Delayahe M., 2019, Le traitement des microplastiques en station d'épuration, Résultats du FUI Microplastiques, Journées Plastiques et Environnement, 27 et 28 Juin 2019

Dris R., Gasperi J., Tassin B., 2018, *Sources and fate of microplastics in urban areas: a focus on Paris megacity*, Springer International Publishing, ISBN: 978-3-319-61614-8

Dris, R., Gasperi, J., Saad, M., Mirande, C., and Tassin, B. (2016) Synthetic fibers in atmospheric fallout: A source of microplastics in the environment?, *Marine Pollution Bulletin*, Vol.104, Nos.1–2, pp.290–29

Wagner M., Lambert S. (Eds.), *Freshwater Microplastics . The Handbook of Environmental Chemistry*, 58 (2017), pp. 69-83

A. Lechner, H. Keckeis, F. LumesbergerLoisl, B. Zens, R. Krusch, M. Tritthart, E. SchludermannT he Danube so colourful: a potpourri of plastic litter outnumbers fish larvae in Europe's second largest river *Environment Pollution*, 188 (2014), pp. 177-181, 10.1016/j.envpol.2014.02.006

Meng, Yuchuan & Kelly, Frank & Wright, Stephanie. (2019). Advances and challenges of microplastic pollution in freshwater ecosystems: A UK perspective. *Environmental Pollution*. 256. 113445. 10.1016/j.envpol.2019.113445.

G. Peng, B. Zhu, D. Yang, L. Su, H. Shi, D. Li, *Microplastics in sediments of the Changjiang Estuary, China Environ. Pollut.*, 225 (2017), pp. 283-290, 10.1016/j.envpol.2016.12.064

Zbyszewsk M., P.L. Corcoran, A. Hockin, Comparison of the distribution and degradation of plastic debris along shorelines of the Great Lakes, *North America J. Great Lakes Res.*, 40 (2) (2014), pp. 288-299 (doi:<https://doi.org/10.1016/j.jglr.2014.02.012>)

7.3 Bibliographie sélective sur le transport des microplastiques par la voie aérienne :

Evangelidou, N., Grythe, H., Klimont, Z. et al. Atmospheric transport is a major pathway of microplastics to remote regions. *Nat Commun* 11, 3381 (2020). <https://doi.org/10.1038/s41467-020-17201-9>

Luhana et al. (2004) Characterisation of exhaust particulate emissions from road vehicles - Measurement of non-exhaust particulate matter

Ntziachristos, L., and Boulter, P. (2016) European Environment Agency - EMEP/EEA Air Pollutant Emission Inventory Guidebook - 1.A.3.b.vi-vii Road tyre and brake wear, accessed 16 March 2017,

7.4 Bibliographie sélective sur les microplastiques liés aux cosmétiques

Napper, I. E.; Bakir, A.; Rowland, S. J.; Thompson, R. C. Characterisation, quantity and sorptive properties of microplastics extracted from cosmetics. *Mar. Pollut. Bull.* 2015, 99, 178– 185, DOI: 10.1016/j.marpolbul.2015.07.029

7.5 Bibliographie sélective sur les microplastiques liés aux textiles

7.5.1 Présence dans l'environnement

Browne, M. A.; Crump, P.; Niven, S. J.; Teuten, E.; Tonkin, A.; Galloway, T.; Thompson, R. Accumulation of microplastic on shorelines worldwide: sources and sinks. *Environ. Sci. Technol.* 2011, 45, 9175– 9179, DOI: 10.1021/es201811s

Kole, P. J.; Löhr, A. J.; Van Belleghem, F.; Ragas, A. Wear and tear of tyres: a stealthy source of microplastics in the environment. *Int. J. Environ. Res. Public Health* 2017, 14, 1265, DOI: 10.3390/ijerph14101265

Mishra, S.; Rath, C. c.; Das, A. P. Marine microfiber pollution: a review on present status and future challenges. *Mar. Pollut. Bull.* 2019, 140, 188– 197, DOI: 10.1016/j.marpolbul.2019.01.039

Salvador Cesa, F.; Turra, A.; Baroque-Ramos, J. Synthetic fibers as microplastics in the marine environment: A review from textile perspective with a focus on domestic washings. *Sci. Total Environ.* 2017, 598, 1116– 1129, DOI: 10.1016/j.scitotenv.2017.04.172

IUCN, Boucher, J. & Friot, D. Primary Microplastics in the Oceans: a Global Evaluation of Sources. IUCN, Gland, Switzerland, <https://doi.org/10.2305/IUCN.CH.2017.01>. en, 43pp (2017).

7.5.2 Influence des conditions de lavage :

De Falco, F.; Gullo, M. P.; Gentile, G.; Di Pace, E.; Cocca, M.; Gelabert, L.; Brouta-Agnésa, M.; Rovira, A.; Escudero, R.; Villalba, R.; Mossotti, R.; Montarsolo, A.; Gavignano, S.; Tonin, C.; Avella, M. Evaluation of microplastic release caused by textile washing processes of synthetic fabrics. *Environ. Pollut.* 2018, 236, 916– 925, DOI: 10.1016/j.envpol.2017.10.057

De Falco, F.; Di Pace, E.; Cocca, M.; Avella, M. The contribution of washing processes of synthetic clothes to microplastic pollution. *Sci. Rep.* 2019, 9, 6633, DOI: 10.1038/s41598-019-43023-x

Kelly M.R. et al. (2019) "Importance of Water-Volume on the Release of Microplastic Fibers from Laundry", *Environ. Sci. Technol.* 2019, 53, 20, 11735-11744

Napper, I. E.; Thompson, R. C. Release of synthetic microplastic plastic fibres from domestic washing machines: Effects of fabric type and washing conditions. *Mar. Pollut. Bull.* 2016, 112, 39– 45, DOI: 10.1016/j.marpolbul.2016.09.025

Sillanpää, M.; Sainio, P. Release of polyester and cotton fibers from textiles in machine washings. *Environ. Sci. Pollut. Res.* 2017, 24, 19313– 19321, DOI: 10.1007/s11356-017-9621-1

Yang, L.; Qiao, F.; Lei, K.; Li, H.; Kang, Y.; Cui, S.; An, L. Microfiber release from different fabrics during washing. *Environ. Pollut.* 2019, 249, 136– 143, DOI: 10.1016/j.envpol.2019.03.011

7.6 Bibliographie sélective sur les microplastiques liés aux pneumatiques et aux freins

European Commission (2014) Non-exhaust Traffic Related Emission: Brake and Tyre Wear PM, JRC Science and Policy Report, available at <http://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC89231/jrc89231-online%20final%20version%202.pdf>

Kole, P. J.; Löhr, A. J.; Van Belleghem, F.; Ragas, A. Wear and tear of tyres: a stealthy source of microplastics in the environment. *Int. J. Environ. Res. Public Health* 2017, 14, 1265, DOI: 10.3390/ijerph14101265

Ntziachristos, L., and Boulter, P. (2016) European Environment Agency - EMEP/EEA Air Pollutant Emission Inventory Guidebook - 1.A.3.b.vi-vii Road tyre and brake wear, accessed 16 March 2017, <http://www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-guidebook-2016/part-b-sectoral-guidance-chapters/1-energy/1-a-combustion/1-a-3-b-vi>

7.7 Bibliographie sélective sur les microplastiques liés à quelques produits de consommation

Laura M. Hernandez, Elvis Genbo Xu, Hans C. E. Larsson, Rui Tahara, Vimal B. Maisuria, Nathalie Tufenkji, Plastic Teabags Release Billions of Microparticles and Nanoparticles into Tea, *Environ. Sci. Technol.* 2019, 53, 21, 12300–12310 Publication Date: September 25, 2019 <https://doi.org/10.1021/acs.est.9b02540>

