

LÉMAN PLASTIC ACTION

RAPPORT FINAL



2025



association
pour la sauvegarde
du Léman

Impressum

Les chiffres utilisés dans ce document ont été calculés par le bureau d'étude EA - Earth Action et ne sont pas de la responsabilité de l'ASL.

Auteurs

Mélissa Gomis (EA), Adrien Bonny (ASL), Raphaëlle Juge (ASL), Julien Boucher (EA)

Soutiens

Fondations Seedling et Pratos

Proposition bibliographique

ASL, 2025 : Léman Plastic Action – Rapport final. Genève, 37pp.

Remerciements

Nous tenons à remercier Serge Stoll, Alexis Pochelon et Suzanne Mader-Feigenwinter de leurs conseils judicieux et de leur relecture attentive de cette étude.

Contacts

Association pour la sauvegarde du Léman
Adrien Bonny
adrien.bonny@asleman.org

EA – Earth Action
Julien Boucher
julien.boucher@e-a.earth

Ce rapport est consultable en ligne sur le site de l'ASL : www.asleman.org

Edition de janvier 2025

© ASL 2025

Table des matières

Résumé.....	3
Introduction	4
Présentation de l'étude.....	5
Contexte national.....	5
Contexte lémanique.....	6
Double objectif de l'étude	7
Marche à suivre	8
1) Identification des sources de pollution due au plastique.....	8
2) Identification de l'option la plus prometteuse pour obtenir une diminution des rejets de plastiques	9
Modélisation	10
Modèle « top-down »	10
Mécanismes de perte.....	11
Mécanismes de fuite.....	11
Hypothèses et considérations.....	12
Évolution depuis l'étude de 2018	13
Scénarios d'évolution de la pollution due au plastique	14
Résultats D'où viennent et où vont les plastiques ?.....	15
Sources et modes de perte	15
Importance du mode de fuite.....	19
Trajectoires d'évolution potentielles de la pollution par le plastique d'ici 2040	21
Conclusion et perspectives.....	25
Références.....	26
Annexes	27
Annexe 1 : Résumé des éléments considérés et qualité des données d'entrée	27
Annexe 1 a. données d'entrée pour les éléments considérés.....	27
Annexe 1 b. paramètres géographiques du bassin versant pris en compte pour la modélisation.....	30
Annexe 2 : Taux de fuite	31
Annexe 3 : Hypothèses sur le potentiel de réduction maximale pour chaque source	32
Annexe 4 : Liste d'actions prises en compte dans les trajectoires.....	34
Annexe 5 : Résultats par élément évalué.....	36

Résumé

L'association pour la sauvegarde du Léman a mandaté le bureau EA – Earth Action pour développer, avec la contribution de l'expertise de l'ASL, un modèle de prédiction de la pollution due au plastique dans le Léman, ainsi que des scénarios visant à la réduire à l'horizon 2040.

La modélisation a démontré que près de 100 tonnes de plastique parviennent chaque année dans le Léman, principalement via les eaux de ruissellement sur les sols imperméables (83%). Le secteur automobile en est le principal contributeur (33%), suivi du secteur de la construction (24%) et des infrastructures publiques (11%).

Huit scénarios de réduction ont été analysés et offrent chacun une perspective de diminution de la pollution due au plastique dans le bassin lémanique selon les actions entreprises et les niveaux d'ambition. Le plus radical d'entre eux permettrait d'atteindre 75% de réduction d'ici 2040 en combinant des actions en amont et en aval de la production de plastique à des changements de comportement individuel et collectif.



Introduction

« La pollution plastique est bien plus qu'un simple problème environnemental ; c'est une crise qui menace directement la santé publique et la biodiversité. Les microplastiques se propagent dans nos écosystèmes, contaminant nos sources d'eau et pénétrant même nos chaînes alimentaires. Leurs effets néfastes ne se limitent pas aux océans lointains, mais se retrouvent jusque dans nos propres maisons, nos aliments et nos corps. Les études scientifiques révèlent des niveaux alarmants de microplastiques dans l'air que nous respirons, dans la neige qui orne les sommets de nos montagnes, dans les aliments que nous consommons et même dans notre sang et le placenta de notre progéniture. Cette contamination généralisée engendre des risques graves pour notre santé et celle des générations futures. »

Extrait du rapport « Swiss Plastic Action » publié en mai 2024 par Earth Action (EA)

Il y a 50 ans, lorsqu'il était question de pollution des eaux, notre inconscient collectif imaginait des nappes de pétrole dérivant au gré des courants, piégeant la faune aquatique, engluée dans une masse noire et visqueuse. Il y a 25 ans, notre inconscient collectif a intégré la notion de continent de plastiques, « îles » flottant entre deux eaux qui, elles aussi, dérivent au gré des courants. Et maintenant ?

Les images d'animaux enchevêtrés et prisonniers de déchets de plastiques en tout genre fusent sur la toile, dans les kiosques ou sur le petit écran. Elles illustrent les conséquences d'une société du toujours plus mais qui ne se soucie guère de l'incidence de ses actes, parfois de l'autre côté du planisphère. Ce paradigme est-il en train de changer ?

Les études sur le sujet sont toujours plus nombreuses, la littérature ne fait que s'enrichir et le savoir évolue, se précise. Une science toute jeune qui étudie l'impact du plastique sur les organismes et n'attend qu'une chose : se défouler. En parallèle, les psychologues se posent la question de savoir comment modifier les comportements, quel est le juste message qui induira une prise de conscience sur le fond et qui perdurera. La problématique a donc fait le tour du monde et est entrée dans la cour des plus grands problèmes environnementaux que l'humanité a engendrés et auxquels elle doit faire face.

Le Léman n'échappe pas à cette invasion de plastique et c'est dans ce contexte que l'ASL a, depuis 2014, souhaité s'attaquer à cette thématique, un combat qu'elle mène depuis 10 ans maintenant avec d'un côté, des actions concrètes sur le terrain comme Net'Léman – le grand nettoyage du lac et des actions de science participative comme l'App Net'Léman, de l'autre des études scientifiques comme Pla'stock ou Léman Plastic Action.

Présentation de l'étude

L'ASL a mandaté Earth Action (EA, ci-après) en 2023 pour développer, avec la contribution de l'expertise ASL, un modèle de prédiction de la pollution due au plastique dans le Léman et de scénarios visant à la réduire, nommé « Léman Plastic Action », LPA ci-après. Il s'agit d'une mise à jour d'une première étude scientifique réalisée en 2018 par le Dr Julien Boucher, cofondateur du bureau EA, sur mandat de l'ASL qui avait démontré que le Léman reçoit chaque année plus de 50 tonnes de plastiques. A noter que LPA a contribué au développement de « Swiss Plastic Action », modèle équivalent réalisé à l'échelle suisse et publié en mai 2024.

Le but ultime de cette étude consiste à sensibiliser le public, les autorités et les entreprises à la mise en place de plans d'actions et à fournir un outil d'aide à la décision aux autorités suisses et françaises.

Précisons que cette étude constitue une approche théorique, une modélisation des flux de plastiques parvenant au lac, basée sur des hypothèses et données existantes (sociales, économiques, démographiques, liées aux modes de vie...), contrairement à « Pla'stock » (2022-2024), autre étude phare de l'ASL qui se réfère à l'analyse et à la valorisation de données acquises sur le terrain pour évaluer les stocks de plastiques déposés sur les plages du Léman (*Lémaniques* no127, juin 2023).

Contexte national

En Suisse, par exemple, la consommation de plastique dépasse 1 million de tonnes par an. Selon les données disponibles provenant d'études et d'extrapolations pour la Suisse (voir bibliographie), ce sont près de 14'000 t (fig. 1) de macroplastiques et de microplastiques qui se disséminent dans la nature chaque année, rejetées dans les sols, les eaux de surface et leurs sédiments, échappant ainsi aux mécanismes de rétention et à l'élimination. Ces déchets se fragmentent en confettis invisibles qui se logent insidieusement partout (fig. 2).

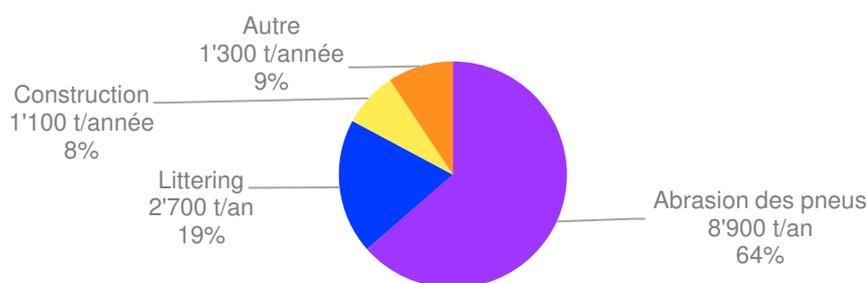


Figure 1 : Contribution annuelle des sources de pollution due au plastique en Suisse, soit près de 14'000 t/an, dont environ 64% de microplastiques issus de l'abrasion des pneus. Données admin.ch

Les macroplastiques correspondent aux plastiques dont la taille est supérieure à 5mm. Quant aux microplastiques, leurs tailles sont inférieures à 5 mm et comprennent, dans le cadre de cette étude, les nanoplastiques dont la taille est inférieure à 1 micron.



Figure 2 : Sachet de plastique en cours de fragmentation. Photo Naja Bertolt-jensen/Unsplash

Précisons que ces fragments sont susceptibles de contenir une multitude de produits qui ne sont pas forcément désirables, voire potentiellement toxiques. Actuellement, cette accumulation n'est pas près de s'arrêter, ni même de diminuer, si des mesures drastiques ne sont pas prises en amont et en aval, non seulement au niveau national mais aussi sur l'ensemble de la planète.

Contexte lémanique

Le bassin lémanique (7'419km²) héberge plus de 1.4 millions de personnes dont 88 % en Suisse et 12 % en France (env. 190 hab/km²) et le Léman alimente environ 65 % de cette population en eau potable (Cipel, 2023).

Ces chiffres datent probablement déjà un peu car la région lémanique est caractérisée par une forte croissance démographique (20 % en 15 ans, env. 2 % au cours de l'année 2023).

Ainsi, l'attractivité sociale et économique de l'arc lémanique ne tarit-elle pas, bien au contraire, mais, revers de la médaille, la qualité de l'environnement s'en ressent et le Léman en particulier en paie un lourd tribut au vu de la pression qui s'exerce sur la qualité de ses eaux. Rappelons-le, le Léman est en convalescence ! Parmi les nouveaux problèmes qui surgissent, les conséquences écologiques du dérèglement climatique et l'accumulation de plastiques dans les eaux, les êtres vivants et les sédiments semblent constituer les menaces prédominantes.

Les multiples opérations de collecte de déchets présentent le double avantage d'extraire beaucoup de macroplastiques de l'environnement avant leur fragmentation et de sensibiliser la population mais ce n'est pas suffisant. Les **près de 100 tonnes** (fig. 3), de plastique qui parviennent au lac chaque année, se fragmentent et envahissent tout l'écosystème. Elles proviennent de sources complexes et variées et c'est ce que démontre le modèle réalisé dans l'étude présentée ici.

Macroplastiques
25 t/an (25%)
valeur basse = 2 t/an
valeur haute = 122 t/an



Microplastiques
74 t/an (75%)
valeur basse = 51 t/an
valeur haute = 116 t/an

Figure 1 : Charge de plastiques arrivant annuellement dans le Léman, dont près de 75% de microplastiques

Double objectif de l'étude

Se référant à l'infographie de 2018 qui a présenté l'origine de la pollution annuelle du Léman par les plastiques, l'objectif principal est ici d'actualiser la quantification des flux de macro- et microplastiques dans le lac par les différentes **sources** identifiées (fig.4) en intégrant les dernières connaissances et données acquises et d'explorer, dans un second temps, des scénarios de réduction de la pollution due au plastique envisageable à l'horizon 2040 : les **trajectoires d'atténuation potentielles**.

Sachant que les actions déjà planifiées ne suffiront pas à éliminer la pollution due au plastique, il est également attendu que le modèle nous renseigne sur la meilleure stratégie de lutte à adopter.

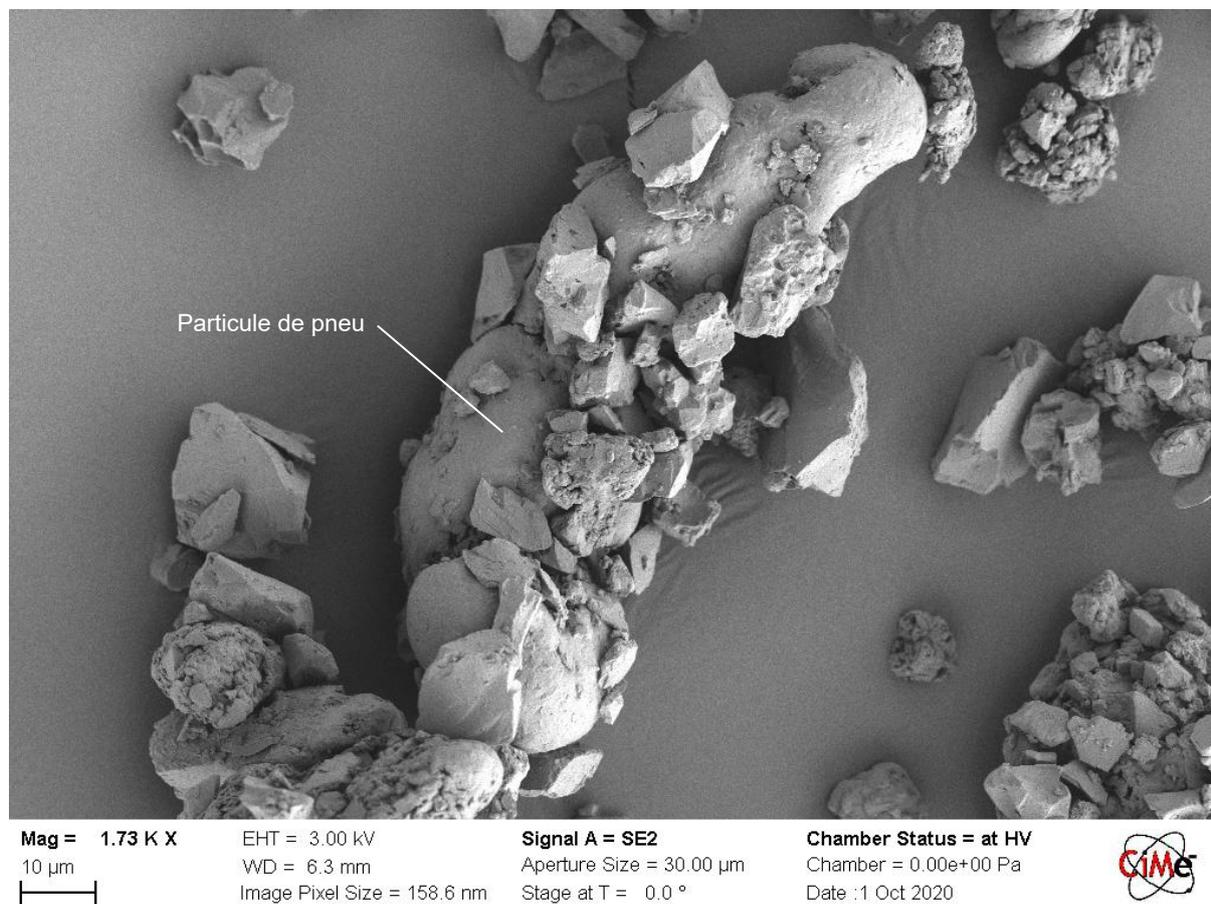


Figure 2 : Particule de pneu (au centre) avec des incrustations provenant de la route, observée au microscope électronique à balayage. EPFL

Marche à suivre

1) Identification des sources de pollution due au plastique

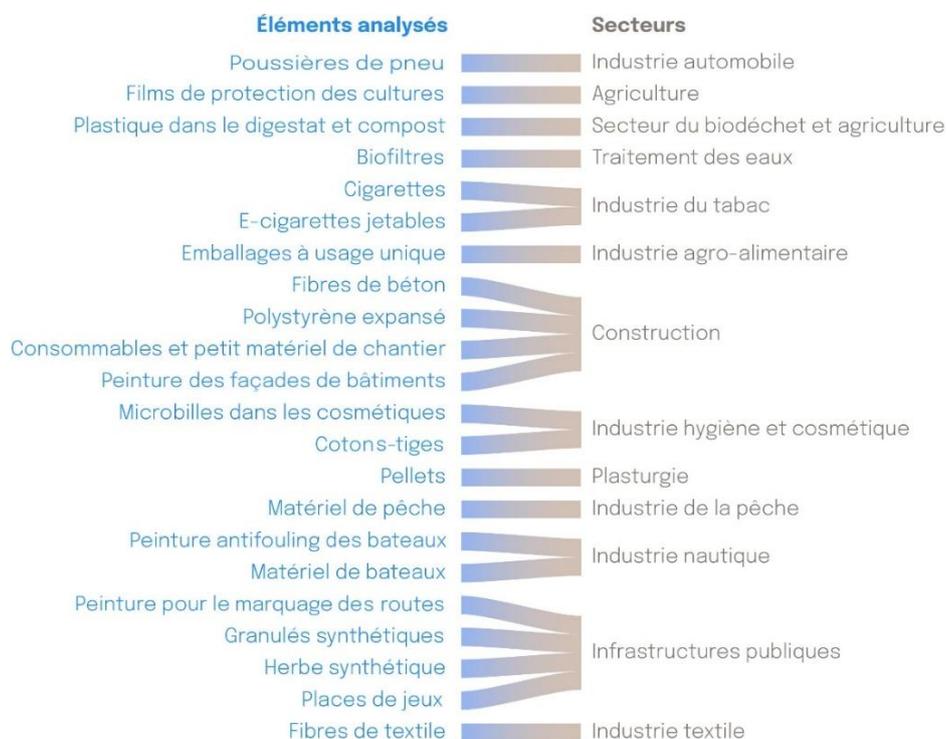
1. Effectuer un inventaire des différentes sources en fonction des particules et déchets en plastique préalablement recensés/évalués sur les berges, dans l'eau du lac, les eaux usées, etc. lors des divers travaux de recherche réalisés entre 2018 et 2024
2. Relever les mécanismes de perte et de fuite propres à chaque source
3. Classer les résultats par type de déchets, puis par secteur d'activités, mécanismes de perte et de fuite (Annexe 1 et 2)

Ces sources à identifier et à définir appartiennent en gros à quatre grands domaines très généraux d'activités et/ou de comportements liés au cycle de vie des objets en plastique :

- la production
- l'usage et l'utilisation
- le transport
- le littering et les fuites

La liste de ces sources fait peut-être davantage penser à un inventaire à la Prévert qu'à une démarche strictement scientifique. Cela tient à la diversité des situations recensées lors des campagnes de collecte (Net'Léman, Pla'stock, App Net'Léman, IQAASL¹, etc.) des déchets présents dans le lac et ses abords, auxquels s'ajoutent des éléments issus de phénomènes encore peu explorés, tels que, par exemple, les biofiltres pour le traitement des eaux. Les principales sources de pollution due au plastique sont listées ci-dessous (tab.1).

Tableau 1 : Liste des sources considérées et les secteurs d'activité auxquels elles appartiennent. Plus de détails sur les sources analysées ainsi que sur la qualité des données d'entrée sont disponibles à l'Annexe 1.



¹ [Identification, quantification and analysis of observable anthropogenic litter along Swiss lake systems](#)

2) Identification de l'option la plus prometteuse pour obtenir une diminution des rejets de plastiques

En fonction du niveau d'ambition et des types de mesures d'atténuation, il s'agit d'explorer les trajectoires possibles de réduction de la pollution due au plastique :

1. Effectuer un inventaire le plus exhaustif possible d'actions permettant d'obtenir une atténuation de la pollution tout au long du cycle de vie du plastique
2. Formuler des hypothèses sur la portée potentielle que ces actions peuvent avoir sur les sources évaluées
3. Elaborer un modèle qui prenne en compte la faisabilité et la temporalité hypothétique des actions à l'échelle du bassin lémanique

Modélisation

Elle comprend un modèle « **top-down** » qui rend compte de l'état des lieux des flux de plastique parvenant au Léman et un modèle prédictif d'évolution d'ici à 2040 des flux de plastique en fonction des actions d'atténuation mises en œuvre.

Modèle « top-down »

Les flux de pollution sont modélisés à l'échelle du bassin lémanique (fig. 5) en caractérisant les activités socio-économiques à l'origine de la pollution due au plastique. Les données les plus récentes (articles scientifiques, études et actions de l'ASL et d'autres associations ou institutions, statistiques de la Confédération helvétique et de l'Etat français, CIPEL) ont été utilisées (Annexes 1b et 2).

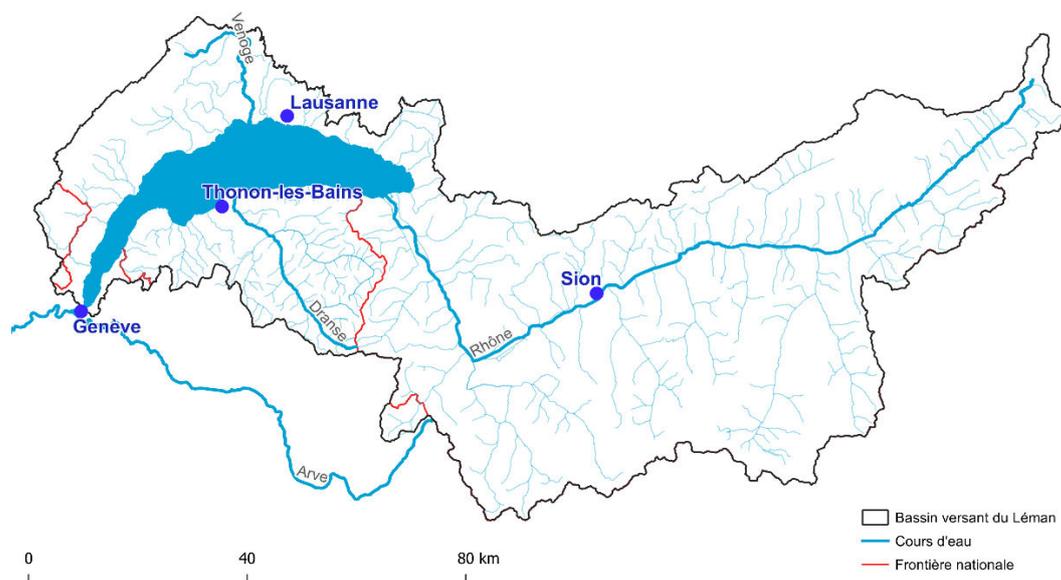


Figure 5 : bassin versant du Léman. ASL

Le système modélisé prend en compte trois éléments : la quantification de flux en lien avec l'activité, de pertes spécifiques et de fuites dans l'environnement, en l'occurrence, le Léman.

La notion de perte de plastique fait référence au mécanisme d'échappement du plastique dans l'environnement (abrasion, mauvaise gestion, contamination volontaire ou non, fuite accidentelle ponctuelle ou involontaire, littering, fabrication de matériaux, perte lors de l'utilisation du produit).

La notion de fuite se rapporte au mouvement de plastique hors de la technosphère², son acheminement jusque dans l'environnement naturel entraînant son accumulation dans les sols et les eaux, ainsi que son transport dans l'air. Cette étude se concentre sur les fuites directes ou indirectes susceptible de contaminer les eaux du Léman : fuites dans les eaux et les sols perméables, contamination des eaux usées et ruissellement sur sols imperméables (partiellement retenues par le traitement des eaux). À noter que les dépôts aériens et les phénomènes météorologiques (vent, pluie) ont été modélisés mais représentent une part infime des mécanismes de fuite (moins de 0,5 %).

² La technosphère désigne la partie physique de l'environnement affectée par les modifications d'origine anthropique, humaine. Elle forme, avec la noosphère (sphère de la pensée humaine), l'anthrosphère (partie de la planète créée ou modifiée par l'humain pour être utilisée dans ses activités et ses habitats).

Mécanismes de perte

- **Abrasion** : perte de plastique sous forme de particules par frottement, par érosion ou par friction
- **Déchets mal gérés** : perte de déchets de macroplastiques suite à leur mauvaise gestion
- **Contamination du produit par du plastique** : présence volontaire ou involontaire de plastique dans l'élément évalué
- **Fuite accidentelle** : perte de plastique ponctuelle et involontaire lors de l'utilisation du produit
- **Littering** : perte de déchets dans l'espace public en jetant ou abandonnant des déchets de plastiques par terre, sans utiliser les infrastructures de collecte prévues
- **Processus de mise en œuvre** : mécanismes impliqués dans la gestion, la transformation ou l'utilisation des matériaux en plastique, incluant leur production, leur transport, leur transformation industrielle et leur utilisation

Mécanismes de fuite

Pour évaluer les fuites de plastique, l'analyse est focalisée sur les éléments qui ont été retrouvés dans l'environnement lors de collectes, à savoir les biofiltres, les cotons-tiges, les emballages, les e-cigarettes jetables, les films de protection des cultures, les filtres de cigarettes, le matériel de construction et certains matériels de pêche et de bateaux.

- **Ruissellement sur sols imperméables** : les plastiques sont transportés par l'eau qui ruisselle sur les sols imperméables tels que des routes et des sols bitumés. Une partie de ces plastiques peut être retenue par un système de traitement des eaux (séparatif, unitaire) ou par la présence d'un SETEC³.
- **Ruissellement sur sols perméables (organique et minéral)** : les plastiques se trouvant dans les sols agricoles et naturels sont en partie transportés par le ruissellement des sols perméables aux eaux de surface. Les rivières jouent un rôle intermédiaire en véhiculant jusqu'au lac les plastiques acheminés par le ruissellement des pluies sur les sols organiques.
- **Eaux usées** : les microplastiques qui ne sont pas capturés par le système de traitement des eaux usées (STEP) se déversent dans les eaux de surfaces.
- **Fuite directe** : Le plastique est rejeté directement dans les eaux de surface.
- **Phénomène météorologique** : les macroplastiques sont transportés par la pluie et le vent vers les eaux de surfaces et les sols naturels.
- **Dépôt aérien** : les particules de microplastique sont transportées par voie aérienne puis déposées sur les sols (négligeable à cette échelle en termes de tonnage).

Le rejet de plastique dans le Léman (Rejet) est calculé selon la formule suivante :

$$\text{Rejet (t)} = \text{Masse de plastique (t)} * \text{Taux de Perte (\%)} * \text{Taux de Fuite (\%)}$$

Le taux de perte (= fraction perdue au cours de l'activité (ex. : abrasion des pneus pendant la conduite ou perte de fibres textiles pendant le lavage), défini par le mécanisme de perte, est utilisé pour quantifier la part de la masse de plastique utilisée lors d'une activité (par exemple, une cigarette fumée) qui se retrouve hors du système de gestion prévu une fois devenue déchet. Le taux de fuite (= fuite dans les eaux de surface ou dans le sol) exprime le rapport entre les fuites et le total des déchets de plastiques perdu à l'issue d'une mauvaise gestion. Ce taux est influencé par divers facteurs, comme la taille de l'objet et la présence ou non de

³ [Systèmes d'évacuation et de traitement des eaux de chaussée](#)

systèmes de captation des eaux de ruissellement. Les taux de fuites varient également selon les compartiments environnementaux, avec un taux spécifique pour les eaux de surface, ainsi qu'un autre pour les compartiments terrestres. Les eaux de surface correspondent ici au Léman, considéré comme le compartiment final du modèle. Le taux de rétention des déchets dans les rivières étant peu documenté et difficilement mesurable, la contribution des affluents est considérée dans cette étude de 100%.

Les taux de perte et de fuite sont présentés dans l'Annexe 1 et 2.

L'identification des sources de ces pertes et fuites permet également de mettre en place des mesures de prévention et de gestion efficaces pour réduire la pollution due au plastique. La pertinence de ces mesures est analysée grâce à l'élaboration de divers scénarios de lutte contre la pollution due au plastique.

Hypothèses et considérations

Rejets

- Les rejets ont été estimés pour chaque source, du côté suisse comme du côté français du bassin versant, à l'exception des sources suivantes :
 - Les boues d'épuration ont été retirées des estimations du côté suisse, car cette pratique y est interdite depuis 2006.
 - Les microbilles dans les cosmétiques et les cotons-tiges en plastique ont été intégrés à la modélisation du côté suisse uniquement, car leur utilisation est interdite sur le territoire français depuis 2018. À noter que l'effet d'une interdiction au niveau national est difficile à quantifier. Dans cette étude, le modèle interprète l'interdiction comme un arrêt net et non graduel de pollution.
- Pour l'évaluation de la poussière de pneus, seul le trafic routier (bus, véhicules privés et de livraison en Suisse et en France) a été pris en compte. Le trafic lié au tourisme n'a pas été modélisé.

Pertes

Les pertes sont définies entre autres par la mauvaise gestion des déchets, l'usure, le processus de mise en œuvre, tels que la pose de peinture ou son retrait. Elles prennent en compte différentes caractéristiques en fonction des sources. Voici quelques points à noter :

- Pour les pneus, la perte dépend du poids du véhicule et prend en compte uniquement la part de polymère présente dans les poussières de pneu, estimée entre 35 et 50 % (PFN, 2023). Un pneu est composé de caoutchouc naturel et synthétique, ainsi que d'adjuvants (silice, noir de carbone, résine, soufre, etc.).
- Les taux de déchets mal gérés (cf. cotons-tiges jetés dans les toilettes) et le taux de littering sont plus difficilement quantifiables puisqu'ils dépendent de paramètres comportementaux. Cependant, quelques études existent, notamment sur le taux de littering des e-cigarettes (Truth Initiative, 2021). Ce dernier a été utilisé et reporté dans le modèle ou adapté le cas échéant.
- L'usure est prise en compte dans le mécanisme d'abrasion qui s'applique principalement aux peintures en extérieur.
- Pour les pertes liées à un processus de mise en œuvre, tels que l'application ou le retrait de peinture, ou encore l'application de béton projeté, les facteurs de rebonds (béton projeté), les pertes dues au ponçage (polystyrène expansé) ou encore les différences entre l'application de peinture à la brosse ou au spray sont prises en compte.

Fuites

- Les fuites dues au ruissellement sur sols imperméables prennent en compte la présence de réseaux séparatifs et unitaires, ainsi que les SETEC. Elles varient en fonction de la taille du plastique (micro ou macro).
- Les fuites issues des eaux usées dépendent aussi de la taille du plastique (macro ou micro).
- Tous les plastiques trouvés dans les rivières du bassin versant du Léman suite au ruissellement des pluies (sur sols imperméables ou à partir des sols organiques, agricoles et naturels) parviennent dans le lac.

Évolution depuis l'étude de 2018

Ce travail de modélisation (fig.6) se base sur l'étude de Boucher *et al.* dont les chiffres ont été publiés par l'ASL dans une infographie en 2018. Le modèle a été adapté pour intégrer l'évolution des connaissances sur la pollution due au plastique :

- La plupart des chiffres des paramètres d'entrée du modèle ainsi que les méthodologies de calcul de rejets et de pertes ont été mis à jour.
- Les sources suivantes ont été ajoutées : terrains de jeux, microplastiques dans le digestat et compost, biofiltres, (e-)cigarettes, béton fibré et petit matériel de chantier, cotons-tiges, matériel de navigation.
- Les champs d'études des sources suivantes ont été agrandis : poussières de pneus (prend en compte les transports de livraison), peinture (inclut les bâtiments et l'antifouling), les films de protection des cultures (prend en compte la fragmentation en microplastiques des films plastiques abandonnés).

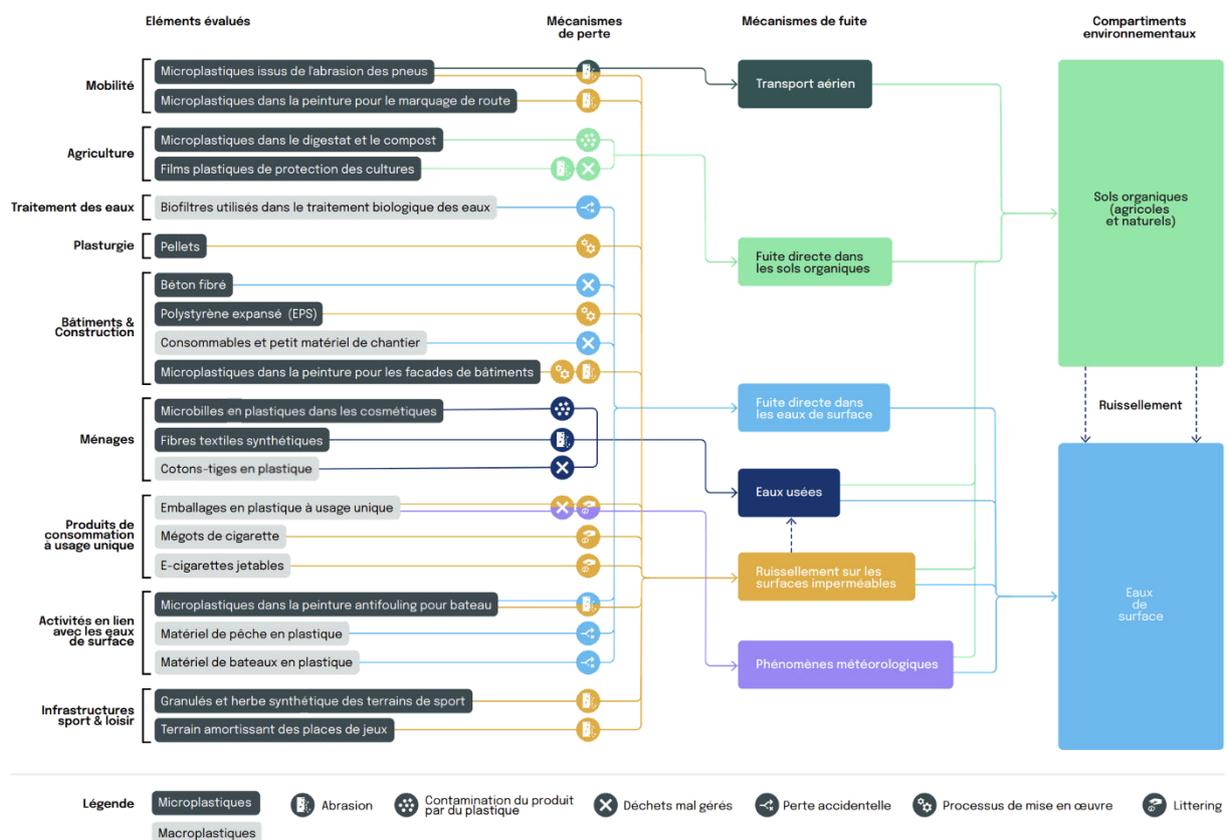


Figure 6 : Représentation du système de flux de macro- et microplastiques du modèle.

Scénarios d'évolution de la pollution due au plastique

Les scénarios et trajectoires d'atténuation envisageables de la pollution due au plastique dans le bassin du Léman sont basés sur divers critères analysés et sélectionnés de manière empirique. Un potentiel de réduction de pollution due au plastique a été attribué à chaque source sur la base d'une expertise professionnelle sur les enjeux de la pollution due au plastique.

Ensuite, vingt-cinq actions potentielles et onze mesures partiellement en vigueur, regroupées en trois classes selon l'endroit où elles interviennent dans la chaîne de valeur du plastique - 1) en amont, 2) en aval, 3) liées au changement de comportement - sortent du chapeau, assignées aux sources pour lesquelles elles sont pertinentes. Au cas où, pour certaines sources, une combinaison des trois groupes d'actions peut être réalisée, le taux de réduction de pollution estimé possible pour chaque source est pondéré en fonction du niveau d'ambition du scénario, de modéré à élevé. En tout, huit scénarios sont testés (voir plus loin, page 20).

Une approche plus analytique et documentée, partant de chaque action et quantifiant de manière plus fiable son impact, serait souhaitable pour affiner les scénarios. Cependant, l'approche retenue ici tient compte des contraintes de temps pour la collecte des données et du manque d'informations quantitatives disponibles. Elle nécessiterait certes davantage de recherches mais permet d'éviter le double comptage, assurant ainsi des résultats cohérents qui peuvent guider la mise en œuvre des stratégies de lutte pour réduire la pollution due au plastique.

La faisabilité technique et économique d'une solution influence la rapidité d'implémentation et son efficacité. Malgré le manque de données sur ce sujet, le modèle intègre une notion de temporalité et de faisabilité d'implémentation en fonction de la nature de chaque action envisagée.

Résultats

D'où viennent et où vont les plastiques ?

En préambule, rappelons que les résultats présentés ci-dessous découlent d'un modèle théorique « **top-down** » basé sur des données existantes et n'ont fait l'objet d'aucun prélèvement *in situ*. Il s'agit donc d'estimations basées sur des calculs statistiques et non sur des mesures quantitatives effectuées sur des échantillons.

Sources et modes de perte

La répartition quantitative des 98,55 tonnes de déchets de plastiques par secteur d'activité (fig. 7) est présentée dans la figure 9 où l'on constate que 68 % de ces sources de déchets sont des plastiques provenant du secteur automobile, de la construction et des infrastructures publiques. Suivent des macroplastiques issus des secteurs du tabac et de l'agro-alimentaire (18 %).

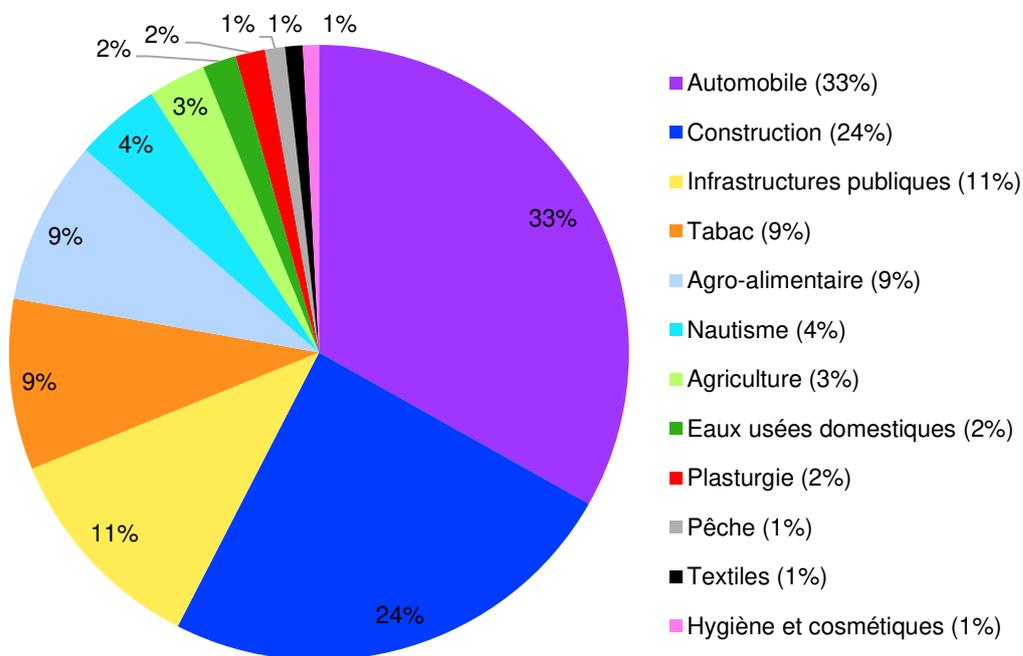


Figure 7 : Répartition des sources de macro- et microplastiques parvenant annuellement dans le Léman par secteur d'activité.

La variabilité (tab.2) des masses annuelles est importante selon les valeurs pris en considération. En effet, ce sont les valeurs centrales moyennes qui ont été retenues ici pour la présentation des résultats (98,5 t/an). Le total sur les valeurs basses est de 51,8 t/an et de 239,2 t/an pour les valeurs hautes.

Tableau 2 : Variabilité des masses annuelles de plastiques produites par secteur d'activité

Secteur impacté	Valeur basse (t/a)	Valeur centrale moyenne (t/a)	Valeur haute (t/a)
Automobile	26,1	32,7	54,3
Construction	15,6	24,0	59,1
Infrastructures publiques	4,6	11,1	18,4
Tabac	0,7	8,9	31,4
Agroalimentaire	0,2	8,5	33,4
Nautique	2,6	4,4	5,6
Agriculture	0,4	3,0	7,9
Eaux usées domestiques	0,2	1,7	17,4
Plasturgie	0,6	1,5	2,4
Pêche	0,5	1,0	1,5
Textiles	0,3	0,9	2,9
Hygiène et cosmétique	0,0	0,8	4,9

La proportion de chacun des principaux types de déchets de plastiques parvenant au lac chaque année est exposée dans la figure 8. Elle met en évidence la prépondérance des poussières de micro- et nanoplastiques résultant de l'abrasion des pneus et celles issues des peintures revêtant les façades des bâtiments (cf. fig. 3), mais aussi les macroplastiques provenant des emballages à usage unique et des mégots de cigarettes.

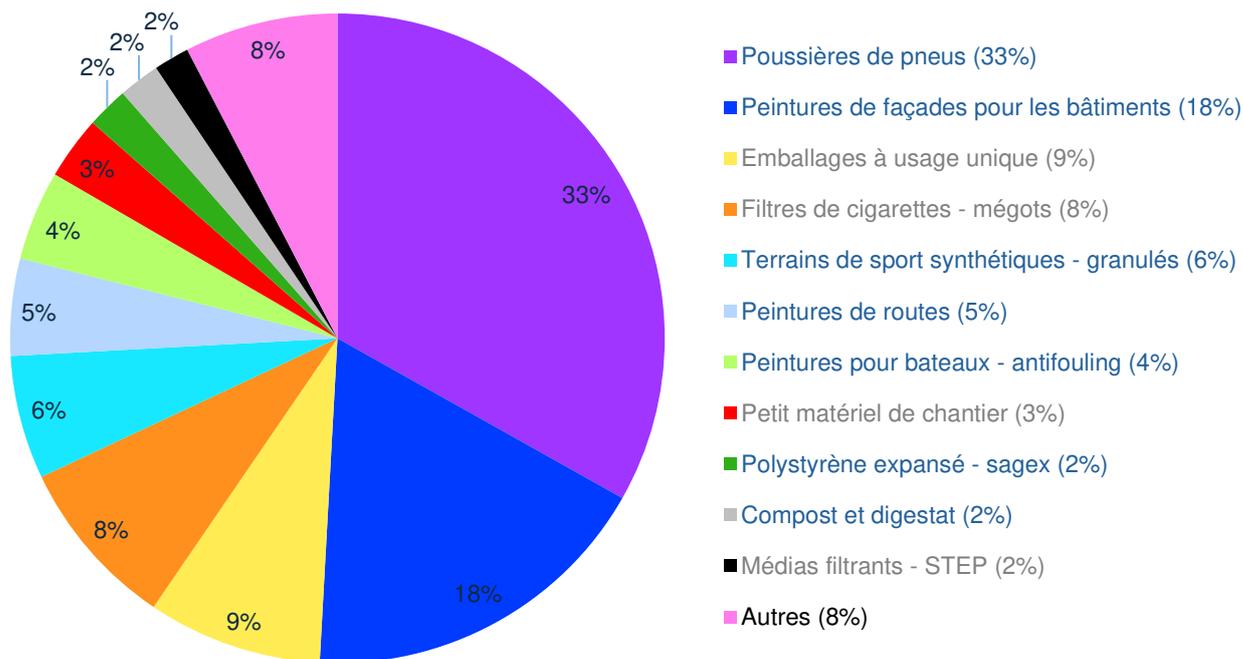


Figure 8 : Contribution relative des divers types de déchets de plastiques à la pollution annuelle du Léman (en gris, déchets de macroplastiques, en bleu, de microplastiques)

En termes de tonnage, la figure 9 montre la quantité de ces principales sources de pollution par les plastiques qui se déversent annuellement dans le lac sans prendre en compte la participation largement majoritaire des poussières de pneus (33 tonnes/an). Ce sont alors les peintures (microplastiques) qui remportent la palme de plastiques potentiellement nuisibles à l'environnement lacustre, suivis des emballages alimentaires et des mégots de cigarettes (macroplastiques).

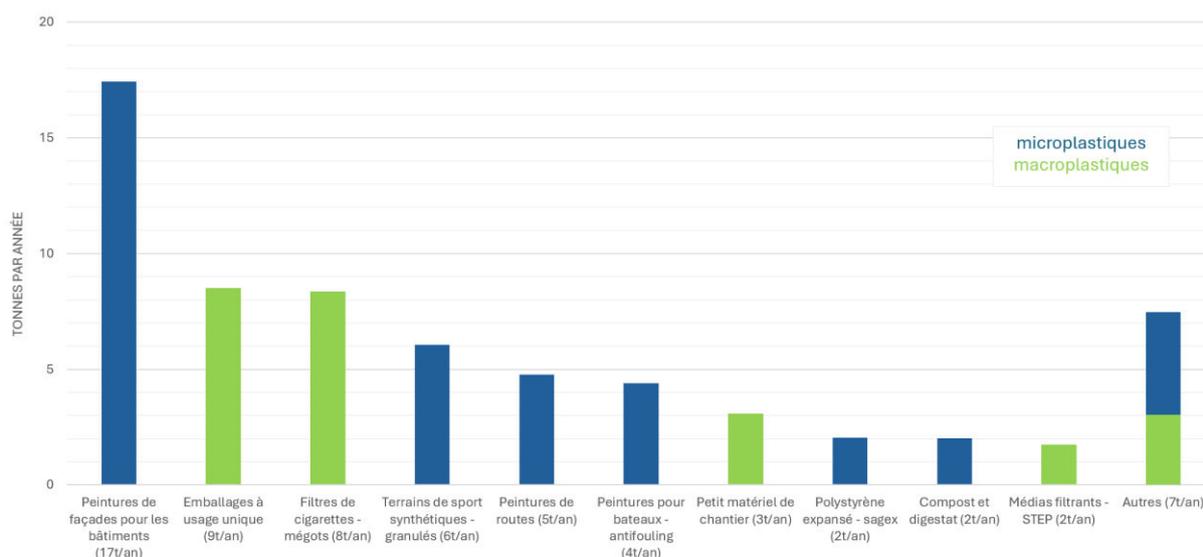


Figure 9 : Apport des principaux types de déchets de plastiques (sources) à la contamination annuelle de l'écosystème lémanique (hors poussières de pneus)

La quantité, en tonnes/an, de plastiques rejetés dans l'environnement est illustrée par l'infographie présentée sur la figure 10, mettant en évidence l'importance des secteurs liés à la circulation routière et au bâtiment, responsables de près de 60 % des flux de plastique dans le lac.

L'estimation de 98,5 t/a de plastique parvenant au Léman présente 48,5 tonnes de plus que l'estimation communiquée en 2018 lors de la précédente modélisation. Cette différence s'explique par la prise en compte de sources supplémentaires (médias filtrants, peintures pour bateaux, peintures de façades pour les bâtiments, terrains de sport et fibres de béton) et l'affinement de certains calculs (méthodologie Plastic Footprint Network⁴). Les valeurs brutes sont disponibles dans l'Annexe 5.

Attention ! Les résultats de la modélisation présentés ici font état de poids de plastique et non de nombre d'objets ou fragments. Aussi est-il important de ne pas minimiser les petits tonnages, surtout dans le cas des microplastiques. En ce qui concerne le textile, par exemple, même si le poids peut paraître faible, il est présent sous la forme de dizaines de millions de fibres rejetées chaque année dans le Léman qui ont un impact bien plus important sur la biodiversité qu'une bouteille en PET, par exemple (Pla'stock, 2024). En effet, ne serait-ce qu'en raison de la surface offerte par de multiples petites fibres susceptibles de contenir des substances toxiques (additifs) ou d'adsorber des polluants, qui est largement supérieure à celle d'un gros objet. Par ailleurs les microplastiques sont plus facilement ingérés par les organismes, ce qui augmente les risques de bioaccumulation et de transfert le long de la chaîne alimentaire.

⁴ Le [Plastic Footprint Network](#) a été créé pour unifier les méthodologies permettant d'évaluer l'empreinte plastique des organisations.

Importance du mode de fuite

Le ruissellement des eaux sur les sols imperméables est largement responsable (83%) du cheminement des macro- et microplastiques dans le Léman (fig. 10).

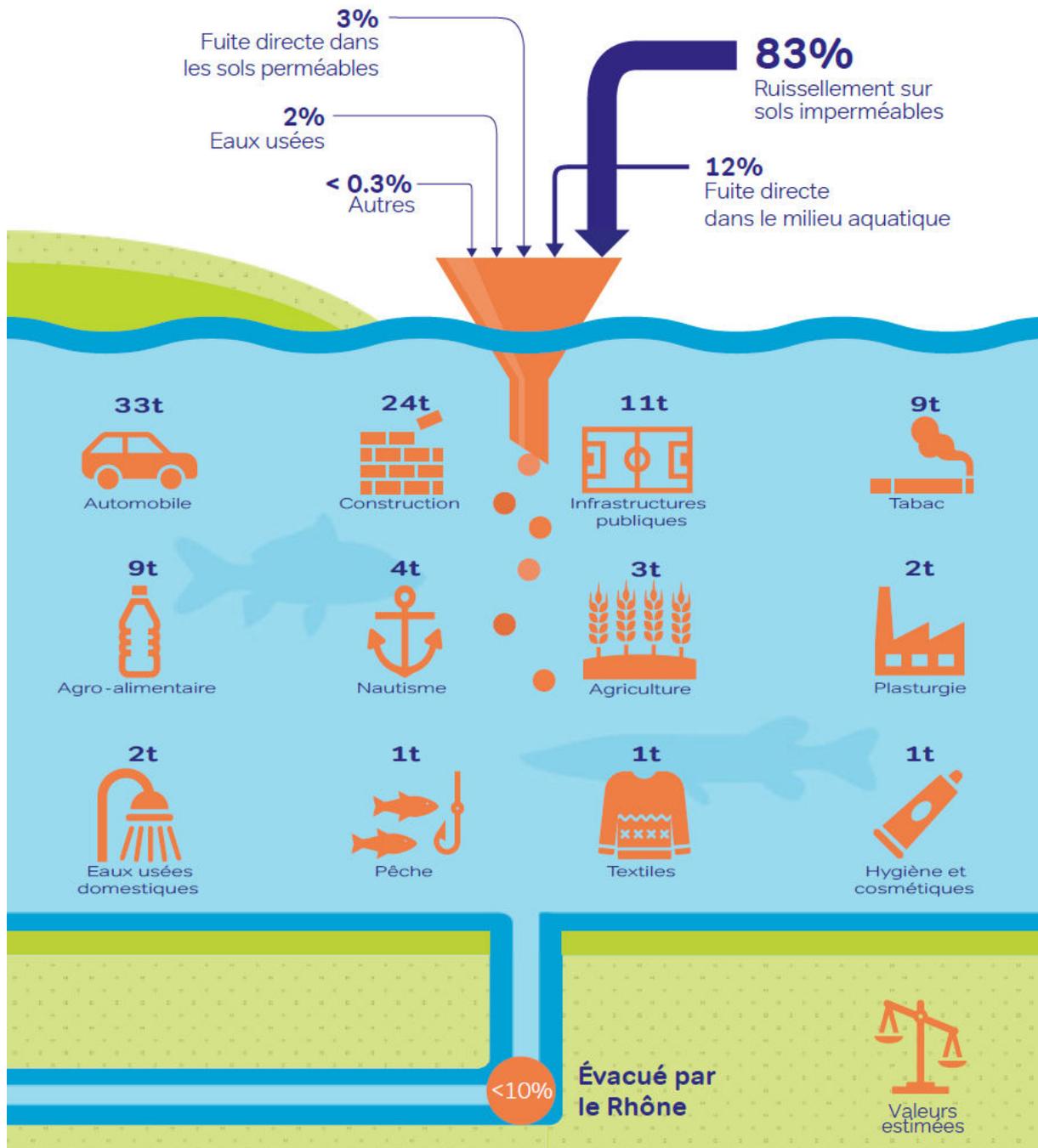


Figure 10 : Répartition des quantités (poids arrondis) de plastique parvenant au Léman par secteur d'activité

Le rejet direct dans les eaux de surface est élevé pour les macroplastiques (24 %), faiblement accompagné de l'apport d'effluents de STEP (3 %) (fig. 11). En revanche, les microplastiques migrent principalement par ruissellement sur sols imperméables ou dans les sols perméables (>90 %) (fig. 12).

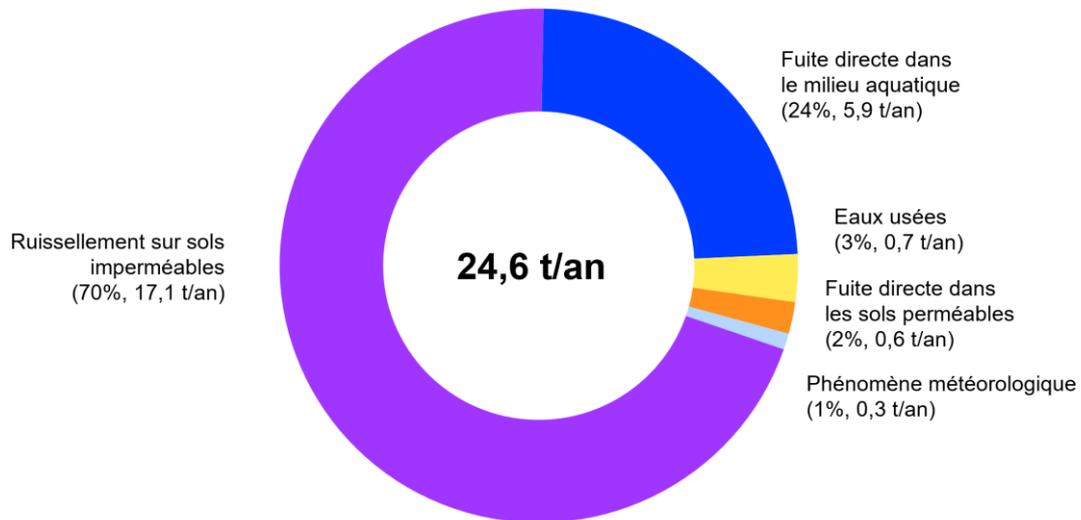


Figure 11 : Répartition des fuites de macroplastiques dans les eaux de surface du bassin lémanique

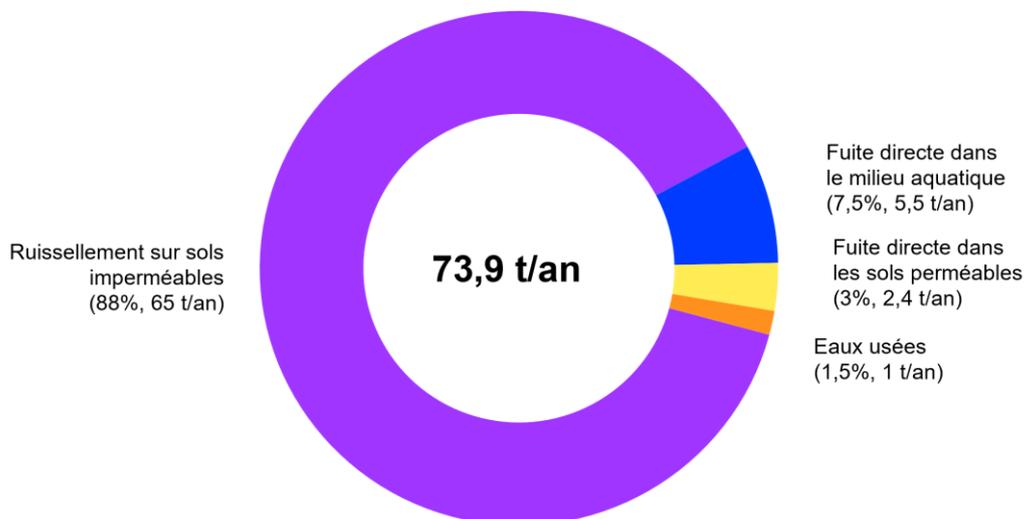


Figure 12 : Répartition des fuites de microplastiques dans les eaux de surface du bassin lémanique

Trajectoires d'évolution potentielles de la pollution par le plastique d'ici 2040

Les huit scénarios évoqués plus haut offrent chacun une perspective de diminution de la pollution par le plastique dans le bassin lémanique en fonction des actions entreprises et des niveaux d'ambition envisagés d'ici 2040 (fig. 13).

1. **Statu quo** : augmentation du flux de pollution jusqu'à 120t/an en 2040 (22 %). Ce scénario fait l'hypothèse qu'aucune action n'est entreprise en matière de réduction de la pollution par le plastique, que ce soit en amont ou en aval de la chaîne de valeur ou en termes de changement de comportements.
2. **Engagement minimal** : mise en œuvre et respect des engagements pris par la Confédération (cf. 3. et 4.) qui ne devraient permettre d'atténuer cette pollution que de 8% d'ici à 2040.
3. **Changements en amont** : production et utilisation réduite de plastique, usage de produits alternatifs, etc.
4. **Changements en aval** : valorisation et transformation des déchets plastiques (collecte, tri, recyclage et gestion des déchets)
5. **Changements des comportements** : consommation réduite de la part de la population et des entreprises (abolition des emballages à usage unique, promotion des objets réutilisables, économie circulaire, sensibilisation et formation pour atténuer les pertes)
6. **Actions combinées** des scénarios 3. à 5. avec **ambition modérée** : actions visibles mais transition lente vers un économie sans plastique
7. **Actions combinées** avec **ambition moyenne** : production réduite de plastique, meilleure gestion des déchets, adoption de comportements responsables
8. **Actions combinées** avec **ambition élevée** : transformation radicale, actions audacieuses entreprises rapidement sur la gestion du plastique et le comportement.

Vingt-cinq actions possibles ont été prises en compte pour définir les trajectoires selon les 3 différents scénarios : changements de comportement (ex. : interdiction de fumer, sanction contre le littering...), changements en amont (ex. : utilisation de peintures sans plastique, diminution de la vitesse de conduite et du trafic...), changements en aval (ex. : machines à laver avec filtre, déploiement du traitement des eaux de routes...)

Outre ces vingt-cinq actions, onze mesures qui sont déjà opérationnelles (M1 à M11) ont également été prises en compte (ex. : limitation de la vaisselle jetable, diminution de la vitesse de conduite...). La liste des 36 actions adoptées figure à l'annexe 4.

Les hypothèses sur le potentiel de réduction maximale pour chaque source de pollution figurent dans l'annexe 3.

Les trajectoires potentielles de réduction des flux de plastiques dans le bassin lémanique (t/an) sont présentées pour la source dominante constituée par l'abrasion des pneus (fig. 13a) et pour les autres sources de plastique (fig. 13b). En appliquant le scénario 8, la réduction des flux de plastique pourrait atteindre 75 % en 2040.

La valeur de telles prédictions dépend bien sûr du nombre et des types d'actions entreprises ainsi que de l'intensité, de la temporalité et de la faisabilité de chacune.

Il faut tout de même se rendre compte que si le flux de pollution annuel peut être réduit au moins de moitié en concentrant les efforts sur les secteurs de l'automobile et de la gestion du trafic, des infrastructures publiques et de la construction, la portée des actions à l'échelle locale reste potentiellement très limitée dans le secteur de l'automobile étant donné que la problématique des poussières de pneus dépasse largement les frontières de la région.

En outre, une approche mieux documentée partant de chaque action et quantifiant de manière plus fiable son impact sera souhaitable pour justifier et affiner les scénarios.

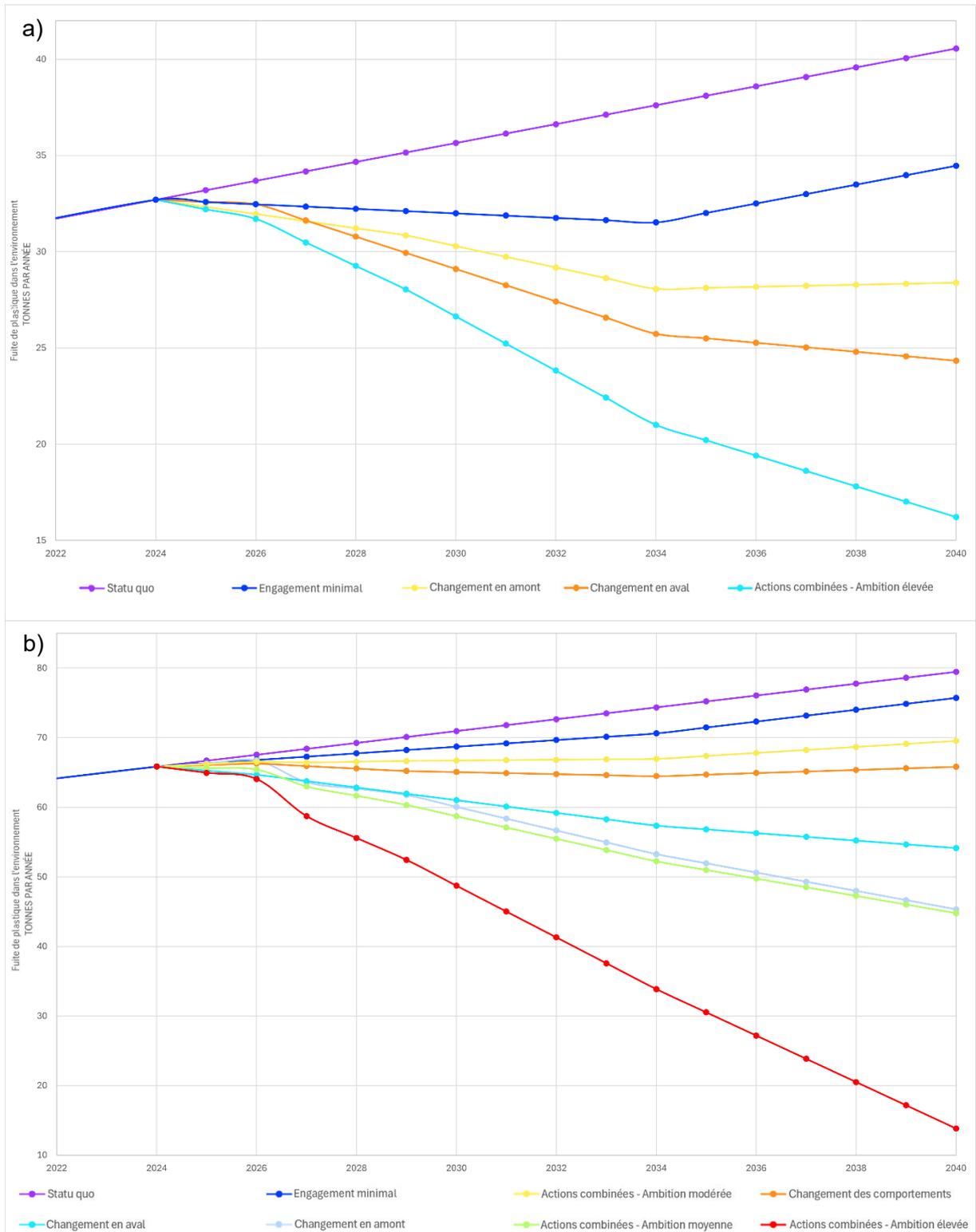
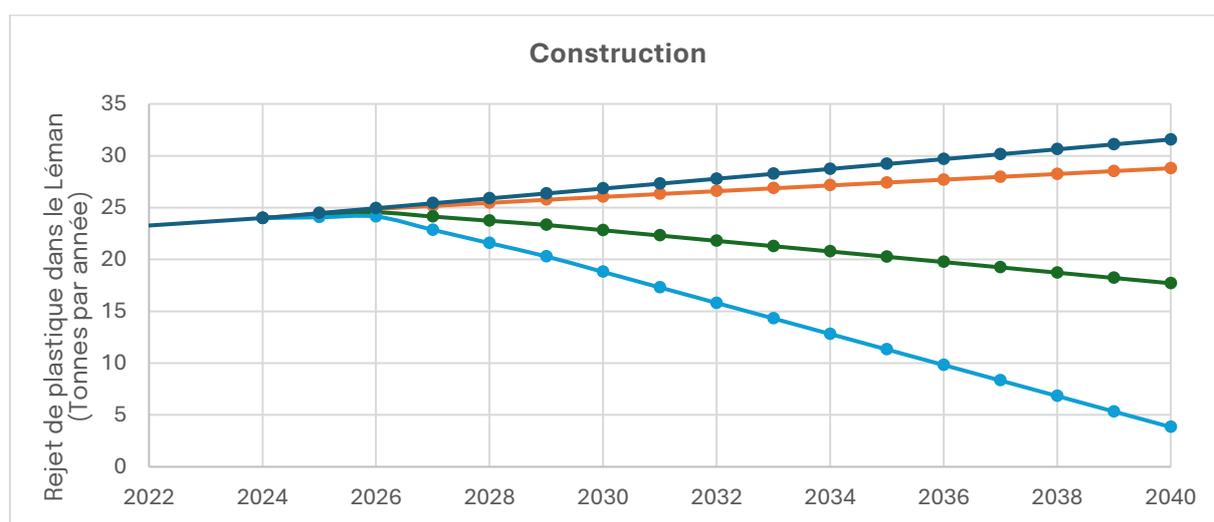
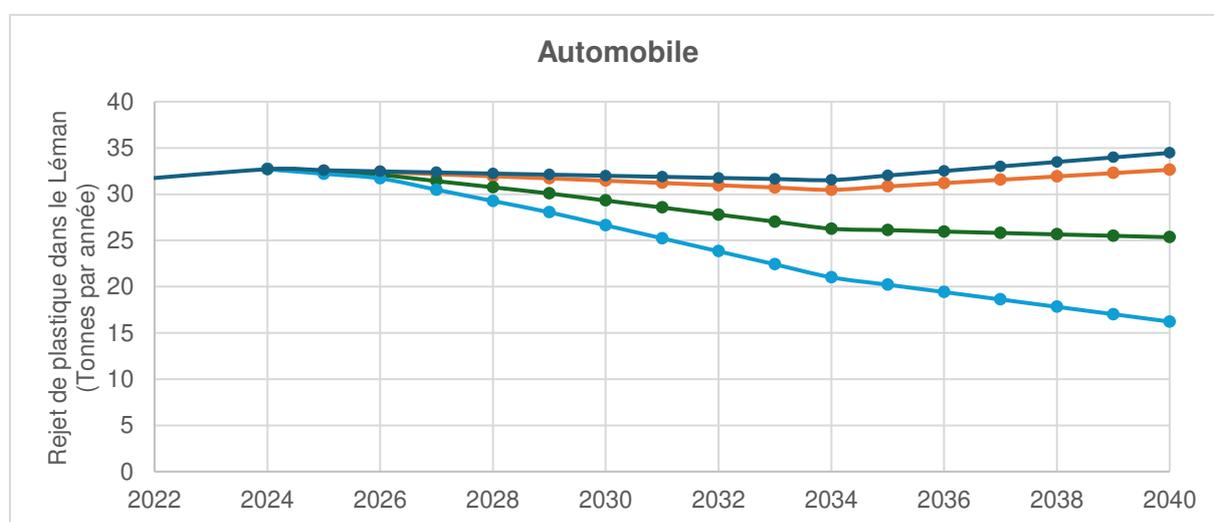


Figure 13 : Trajectoires d'évolution potentielle du flux annuel de pollution par le plastique (en tonnes) dans le bassin lémanique d'ici 2040. Scénarios d'actions combinées, avec trois niveaux d'ambition (modérée, moyenne et élevée) pour la pollution due a) aux poussières de pneus, b) aux autres sources de plastique.

En référence à la figure 13 a), l'augmentation de la pollution à partir de 2034 provient de l'hypothèse que, dans le secteur automobile, un nombre limité de SETEC seront installés dans les 10 prochaines années. Ces installations onéreuses ont une portée géographique limitée et ne peuvent absorber l'augmentation du trafic sur tout le territoire.

En ne prenant en compte que l'option optimale d'actions combinées pour les secteurs les plus polluants, on constate qu'il y a plus à espérer en agissant sur les infrastructures publiques, notamment par le biais de changements de comportement de la population (tri, consommation, sensibilisation) et sur la construction (plus de 80% de diminution dans les deux cas) que sur le secteur automobile qui a peu de chances de modifier beaucoup le rythme de ses activités. Néanmoins, si l'on tient compte d'une augmentation probable de la population - donc des nuisances - d'ici 2040, on peut se réjouir d'obtenir dans le secteur automobile une diminution éventuelle du flux de pollution d'environ 50 % soit de plus de 15 tonnes annuelles (fig.14) pour autant que des mesures telles que la réduction de la vitesse de conduite ou l'installation de SETEC soient mises en place.



- Engagement minimal
- Actions combinées - Ambition modérée
- Actions combinées - Ambition moyenne
- Actions combinées - Ambition élevée

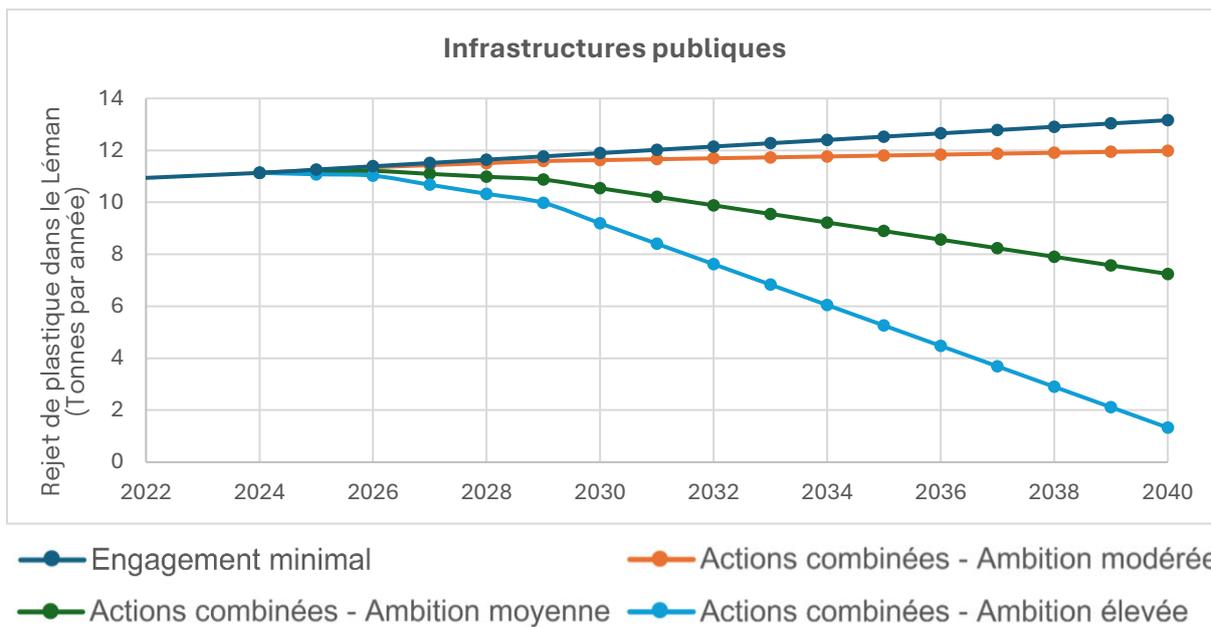


Figure 34 : Trajectoires d'évolution potentielle du flux annuel de pollution par le plastique (en tonnes) dans le bassin lémanique d'ici 2040. Scénarios d'actions combinées, avec trois niveaux d'ambition (modérée, moyenne et élevée) pour les 3 secteurs contribuant le plus à la pollution due au plastique dans le Léman.

Conclusion et perspectives

La région lémanique est confrontée à un défi environnemental majeur, en particulier concernant la pollution par les plastiques qui contaminent l'eau, le sol et l'air, menaçant ainsi la santé publique et l'intégrité écologique de l'écosystème lacustre et de ses affluents.

Le plastique a longtemps été associé à la modernité, au progrès et aux avancées technologiques. Pourtant, les données théoriques et empiriques révèlent que nous avons omis un aspect essentiel : la pollution engendrée par la production et l'utilisation de plastique et ses effets sur la santé humaine, lors de son utilisation et surtout en tant que déchet quasi non dégradable. Il est donc essentiel de repenser notre approche vis-à-vis du plastique, une démarche qui nécessite une remise en question profonde de notre relation avec ce matériau qui, en définitive, se révèle être moins bénéfique que nous l'avions initialement supposé.

Le modèle réalisé démontre que les actions déjà planifiées ne suffisent pas à réduire drastiquement la pollution due au plastique, seule une approche combinant réduction de la production de plastique (à la source), meilleure gestion des déchets engendrés et changements de comportement permettra une amélioration significative.

À travers l'analyse des flux de plastique en provenance de la technosphère et la proposition de divers scénarios susceptibles de modifier l'évolution de leur stockage dans l'environnement, il est évident que des actions collectives (secteur privé et public), gouvernementales et individuelles concertées peuvent être entreprises dans le but de réduire progressivement notre dépendance au plastique afin de préserver l'environnement et notre santé, ainsi que celle des générations futures.

Dans la prolongation de cette étude, l'ASL prévoit de mettre en place un plan d'action de lutte contre le plastique à destination du secteur public et privé sous la forme d'un programme d'informations spécifiques par secteur d'activité. En effet, l'impact réel de cette pollution est mal connu. L'objectif est donc de divulguer largement ces résultats auprès du public mais aussi de cibler les infrastructures publiques et privées concernées pour engendrer des actions efficaces.

Le modèle d'évaluation des flux de plastique dans l'environnement, de leur origine, de leur parcours et les prédictions de changements potentiels de ces flux qui sont réalisés dans cette étude montrent qu'il est non seulement possible mais surtout nécessaire d'imaginer une région lémanique où le plastique ne serait pas synonyme de pollution, de contamination et de risque sanitaire mais utilisé de manière limitée, responsable et durable (Swiss plastic action, 2024).

Références

- Assessment methodology, 2023. Plastic Footprint Network. Accessible [ici](#).
- Boucher J., Faure F., et al.. 2019. (Micro) plastic fluxes and stocks in Lake Geneva basin, TrAC Trends in Analytical Chemistry, Volume 112, Pages 66-74, ISSN 0165-9936.
- CIPEL, 2021. Rapport de la Commission internationale pour la protection des eaux du Léman, Campagne 2020, 2021.
- Fidra, 2022. Microplastic loss from artificial (3G) pitches in context of the ECHA proposed restriction of microplastics intentionally added to products. Accessible [ici](#).
- ICF, 2018. Assessment of measures to reduce marine litter from single use plastics. Accessible [ici](#).
- Kalberer, A., Kawecki-Wenger D., Bucheli, T. D. 2019. Flux plastiques dans l'agriculture suisse et risques potentiels pour les. Agroscope. Recherche Agronomique Suisse 10 (11–12): 416–423. Accessible [ici](#).
- Kunststoffxtra, 2022. Wirtschaftsdaten 2021 der Schweizer Kunststoffindustrie. Accessible [ici](#).
- Nordic Council of Ministers, 2020. Plastics in the sea from blasted rock - prevention and measures. Accessible [ici](#).
- OSPAR Commission, 2018. Background document on pre-production Plastic Pellets. Accessible [ici](#).
- Paruta P., Pucino M., Boucher J. 2022. Plastic Paints the Environment, EA, ISBN 978-2-8399-3494-7
- Peano, L., Kounina, A., et al. 2020. Plastic Leak Project – methodological guidelines, Quantis & EA. Accessible [ici](#).
- Plasteax, 2023. Accessible [ici](#).
- Plastic Footprint Network, 2023. Technical modules. Accessible [ici](#).
- Realsport, 2019. Terrain de football synthétique et environnement. Accessible [ici](#).
- Truth Initiative, 2021. A toxic, plastic problem: E-cigarette waste and the environment. Accessible [ici](#).
- Wessling, 2023. Protéger les milieux aquatiques de la pollution en réalisant des tests de biodégradabilité. Accessible [ici](#).

Annexes

Annexe 1 : Résumé des éléments considérés et qualité des données d'entrée

Annexe 1 a. données d'entrée pour les éléments considérés

Élément analysé	Définition	Paramètres* et mécanisme de perte	Taux de perte (annuelle)	Qualité des données**
Microplastiques issus de l'abrasion des pneus	<p>Type de plastique : micro Secteur : Automobile</p> <p>Particules de plastique provenant de l'abrasion des pneus de véhicules au contact de la route</p>	<p>Mécanisme de perte : Abrasion Paramètres principaux : Véhicule de tourisme, moto, bus et véhicule de livraison (camion et voiture) à l'échelle des citoyens suisses et français du bassin versant Distance parcourue à l'année</p>	<p>Bus : 160 à 301 mg/km Voiture : 22 à 37 mg/km Moto : 6 à 20 mg/km Camion : 288 à 516 mg/km Voiture de livraison : 38 à 51 mg/km Source : Plastic Footpring Network, 2023</p>	Haute
Film plastique de protection des cultures	<p>Type de plastique : micro et macro Secteur : Agriculture</p> <p>Matériaux plastiques utilisés dans les pratiques agricoles, tels que les films pour balles d'ensilage, les films de protection des serres ou contre les intempéries, les filets de protections contre oiseaux et insectes</p>	<p>Mécanisme de perte : Abrasion (effritement) de films plastiques Paramètres principaux : Quantité de plastique transférée dans le sol Films plastiques oubliés/égarés</p>	<p>Fraction oubliée : 3 à 5% Proportion d'effritement : 5% Source : Boucher et al., 2019</p>	Moyenne/Haute
Microplastiques dans le digestat et le compost	<p>Type de plastique : micro Secteur : Agriculture</p> <p>Résidus de matières organiques, y compris les déchets de cuisine et de jardin, ainsi que les produits de digestion anaérobie</p>	<p>Mécanisme de perte : Contamination du produit par du plastique Paramètres principaux : Quantité de plastique dans les engrais épandus</p>	<p>Transfert dans les sols: 100% Source : Kalberer et al., 2019</p>	Haute
Biofiltres utilisés dans le traitement biologique des eaux	<p>Type de plastique : macro Secteur : Eaux usées domestiques</p> <p>Matériaux plastiques utilisés dans les filtres biologiques et les supports de croissance des bactéries dans les systèmes de traitement des eaux</p>	<p>Mécanisme de perte : Fuite accidentelle Paramètres principaux :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Nombre de STEP utilisant des bassins de filtration dans le bassin versant • Nombre d'entreprises prétraitant leurs eaux usées dans le bassin versant • Nombre de bassins à poissons dans les jardins du bassin versant • Caractéristiques d'un biofiltre (taille, poids, quantité par traitement) 	<p>Perte accidentelle : 0,01 à 1% Source : Jugement d'experts</p>	Faible
Mégots de cigarettes	<p>Type de plastique : macro Secteur : Tabac</p> <p>Filtres de cigarettes</p>	<p>Mécanisme de perte : Littering Paramètres principaux :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Quantité de cigarettes fumées dans le bassin versant par année • Poids d'un mégot de cigarette 	<p>Littering : 29% Source : ICF, 2018</p>	Faible
E-cigarettes etables	<p>Type de plastique : macro Secteur : Tabac</p> <p>Dispositifs électroniques de vapotage conçus pour être utilisés puis jetés après utilisation</p>	<p>Mécanisme de perte : Littering Paramètres principaux :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Durée de vie d'une e-cigarette jetable • Proportion de plastique par objet • Nombre de fumeurs d'e-cigarette 	<p>Littering : 10% Source : Truth Initiative, 2021</p>	Moyenne

Emballages en plastique à usage unique	Type de plastique : macro Secteur : Industrie agroalimentaire Emballages plastiques à usage unique tels que les sacs, les bouteilles et les emballages alimentaires	Mécanisme de perte : Littering ; débordement de poubelles occasionnel Paramètres principaux : <ul style="list-style-type: none"> Quantité d'emballages 'on the go' Part de déchets dans les poubelles publiques étant exposées aux conditions météorologiques 	Littering : 5% Source : GESDEC, non publié Portion des déchets dans les poubelles de rue emportée par les événements météorologiques : 0,014% Source : Jugement d'experts	Faible/Moyenne
Béton fibré	Type de plastique : micro Secteur : Construction Fibres de plastique présentes dans les bétons standard et projeté	Mécanisme de perte : Déchets mal gérés sur le chantier ; processus de mise en œuvre – rebonds lors de l'application du béton projeté Paramètres principaux : <ul style="list-style-type: none"> Part du marché du béton fibré et du béton projeté Part de béton dans les déchets de construction à l'année 	Perte lors de la pose : 1 à 10% Déchets mal gérés : 5% Source : Nordic council of Ministers, 2020	Moyenne
Polystyrène expansé (EPS)	Type de plastique : micro Secteur : Construction Matériaux plastiques utilisés comme isolants dans le domaine de la construction	Mécanisme de perte : Processus de mise en œuvre – polissage durant l'installation Paramètres principaux : <ul style="list-style-type: none"> Part du polystyrène expansé dans l'utilisation de plastique dans le secteur de la construction. 	Perte lors de la pose : 3,4g/kg Source : Boucher et al., 2019	Moyenne/Haute
Consommables et petit matériel de chantier	Type de plastique : macro Secteur : Construction Petits matériaux et déchets de construction tels que les serflex, les déchets de câbles électriques	Mécanisme de perte : Déchets mal gérés sur le chantier Paramètres principaux : <ul style="list-style-type: none"> Proportion de déchets plastiques issus de la construction en Suisse, adaptée au bassin versant Part attribuée aux consommables (Serflex, bâche d'échafaud, emballage, fil électrique, morceaux d'EPS) 	Déchets mal gérés : 10 à 40% Source : Boucher et al., 2019	Faible
Microbilles plastiques dans les cosmétiques	Type de plastique : micro Secteur : Hygiène et cosmétiques Microplastiques utilisés comme exfoliants dans les produits de beauté et les cosmétiques	Mécanisme de perte : Contamination du produit par du plastique Paramètres principaux : <ul style="list-style-type: none"> Utilisation de cosmétiques comportant des microbilles, par personne et par année 	Taux de perte : 100%	Moyenne
Cotons-tiges en plastique	Type de plastique : macro Secteur : Hygiène et cosmétiques Bâtonnets de coton avec des tiges en plastique	Mécanisme de perte : Déchets mal gérés – coton-tige jeté dans les toilettes Paramètres principaux : <ul style="list-style-type: none"> Poids du coton-tige (part de plastique) Quantité de cotons-tiges utilisée par personne et par année 	Déchets mal gérés : 10 à 40% Source : Boucher et al., 2019	Faible
Pellets	Type de plastique : micro Secteur : Plasturgie Granulés de plastique utilisés comme matière première dans la fabrication de divers produits en plastique	Mécanisme de perte : Processus de mise en œuvre – logistique (import de pellets et utilisation) Paramètres principaux : <ul style="list-style-type: none"> Quantité de pellets importés en Suisse 	Perte sur le site industriel et lors du transport : 0,01 à 0,04% Source : OSPAR commission, 2018	Moyenne
Matériel de pêche en plastique	Type de plastique : micro Secteur : Pêche Leurres en plastique	Mécanisme de perte : Fuite accidentelle Paramètres principaux : <ul style="list-style-type: none"> Nombre de pêcheurs professionnels et amateurs (à l'année) Quantité moyenne de plastique par leurre 	Quantité de leurres perdue par années et par pêcheur : 12 à 36 Source : Wessling, 2023	Moyenne
Microplastiques dans la peinture pour la façade de bâtiments	Type de plastique : macro Secteur : Construction Revêtements et peintures utilisés pour protéger et décorer les surfaces des bâtiments	Mécanisme de perte : Abrasion ; processus de mise en œuvre Paramètres principaux : <ul style="list-style-type: none"> Quantité de plastique dans les peintures de bâtiment 	Perte par abrasion et usure : 8% Perte lors de la pose et du retrait : 3% Source : Paruta et al., 2022	Haute

		<ul style="list-style-type: none"> • Nombre de logements dans le bassin versant • Proportion de peinture utilisée sur les murs extérieurs 		
Microplastique dans la peinture antifouling pour bateaux	<p>Type de plastique : micro Secteur : Industrie nautique</p> <p>Revêtements et peintures spécialement conçus pour les coques de bateaux et les structures marines</p>	<p>Mécanisme de perte : Abrasion ; processus de mise en œuvre Paramètres principaux :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Quantité de plastique dans les peintures antifouling • Nombre de bateaux de loisirs à l'eau • Quantité de peinture utilisée à l'année 	<p>Perte par abrasion et usure : 35% Perte lors de la pose et du retrait : 16% Source : Paruta et al., 2022</p>	Haute
Microplastiques dans la peinture de marquage des routes	<p>Type de plastique : micro Secteur : Infrastructures publiques</p> <p>Revêtements et peintures utilisés pour marquer les routes et les chaussées</p>	<p>Mécanisme de perte : Abrasion Paramètres principaux :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Durée de vie du marquage de routes • Surface de routes dans le bassin versant • Proportion de routes marquées • Masse de peinture appliquée • Proportion de peinture contenant du plastique 	<p>Perte par abrasion et usure : 30% Perte lors de la pose et du retrait : 5% Source : Paruta et al., 2022</p>	Haute
Matériel de bateaux en plastique	<p>Type de plastique : macro Secteur : Industrie nautique</p> <p>Matériaux plastiques utilisés dans la construction et l'aménagement intérieur des bateaux de plaisance et des navires commerciaux.</p>	<p>Mécanisme de perte : Fuite accidentelle Paramètres principaux :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Inventaire d'éléments susceptibles d'être perdus (pare battage, corde, bâche, latte de grande voile, etc.) • Nombre de bateaux de loisirs à l'eau 	<p>Perte accidentelle : 0,03 à 0,1 % Source : Jugement d'experts</p>	Faible
Herbe synthétique des terrains de sport	<p>Type de plastique : micro Secteur : Infrastructures publiques</p> <p>Herbe ou gazon synthétique ou pelouse artificielle = surfaces de jeu fabriquées à partir de fibres synthétiques imitant l'apparence de l'herbe naturelle.</p>	<p>Mécanisme de perte : Abrasion Paramètres principaux :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Quantité de fibres synthétiques au mètre carré • Nombre de terrains de foot en pelouse synthétique dans le bassin versant 	<p>Perte par abrasion et usure : 0,5 à 0,8% Source : Fidra, 2022</p>	Haute
Granulés synthétiques des terrains de sport	<p>Type de plastique : micro Secteur : Infrastructures publiques</p> <p>Terrains en herbe synthétique munis d'une sous-couche constituée de granulés de remplissage en caoutchouc</p>	<p>Mécanisme de perte : Abrasion Paramètres principaux :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Estimation de la quantité annuelle de granulés en caoutchouc de remplissage • Nombre de terrains de foot munis d'un remplissage synthétique dans le bassin versant 	<p>Perte par abrasion et usure : 50% Source : Realsport, 2019</p>	Haute
Terrains amortissant des places de jeux	<p>Type de plastique : micro Secteur : Infrastructures publiques</p> <p>Aires de jeux et équipements de loisirs pour enfants construits à partir de matériaux synthétiques et de plastiques</p>	<p>Mécanisme de perte : Abrasion Paramètres principaux :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Nombre d'aires de jeux et surface moyenne • Proportion de surface sécurisée par un revêtement en caoutchouc • Densité de caoutchouc par mètre cube 	<p>Perte par abrasion et usure : 0,5 à 0,8% Source : Fidra, 2022</p>	Moyenne
Fibres textiles synthétiques	<p>Type de plastique : micro Secteur : Textiles</p> <p>Vêtements, tissus et produits textiles contenant des fibres synthétiques et des plastiques</p>	<p>Mécanisme de perte : Abrasion Paramètres principaux :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Nombre moyen de personnes par ménage • Nombre annuel de lavages par ménage • Poids d'habits synthétiques par lavage 	<p>Perte de fibre durant le lavage en machine : 24 à 202 mg/kg Source : Plastic Footpring Network, 2023</p>	Haute

Annexe 1 b. paramètres géographiques du bassin versant pris en compte pour la modélisation

Paramètre général	Définition	Unité	Commentaire	Source
Surface totale du bassin versant sans le lac	7419	km ²		Cipel, 2021
Surface du bassin versant suisse	6528,72	km ²		Cipel, 2021
Surface du bassin versant français	890,28	km ²		Cipel, 2021
Nombre d'habitants sur le bassin versant Suisse	1054146	personnes	Valeurs initiales datant de 2011 corrigée avec un facteur d'augmentation démographique de 12% pour la Suisse entre 2012 et 2022 (selon l'OFEV) et de 1% entre 2011 et 2019 (selon l'INSEE).	Cipel, 2021
Nombre d'habitants sur le bassin versant français	143651	personnes		Cipel, 2021

Annexe 2 : Taux de fuite

Taux de fuite	Sol %	Eau %	Commentaires	Référence
Dépôt aérien	98	2		Peano et al., 2020
Fuite directe	NA	100	La fuite directe dans les sols est couverte par le paramètre "Fuite directe dans les sols organiques".	Paruta et al., 2021
Fuite directe dans les sols organiques	94	6		Plastic Footprint Network
Eaux usées (microplastiques)	10	7	La fuite dans les sols provient des boues d'épuration.	Plastic Footprint Network
Eaux usées (macroplastiques)	NA	6	Quantité d'eau non filtrée provenant des déversoirs d'orage	Boucher et al., 2019
Phénomènes météorologiques	50	50	Très peu d'informations ou de publications sur ce sujet	Jugement d'experts
Ruissellement sur sols imperméables (petits macroplastiques)	NA	11	Prend en compte les fuites directes et les fuites indirectes concernant ? le réseau séparatif, SETEC, et unitaire. Taux moyen établi sur les mégots à Genève.	GESDEC, non publié
Ruissellement sur sols imperméables (grands macroplastiques)	NA	4	Prend en compte les fuites directes et les fuites indirectes considérant idem ? le réseau séparatif, SETEC, et unitaire. Taux moyen établi sur les emballages à Genève.	GESDEC, non publié
Ruissellement sur sols imperméables (microplastiques)	70	15		Plastic Footprint Network
Ruissellement du sol vers les eaux de surface	NA	6		Paruta et al., 2021

Annexe 3 : Hypothèses sur le potentiel de réduction maximale pour chaque source

Élément considéré	Taux de réduction maximale %	Justification
Cotons-tiges Microbilles	100	Possibilité de réduction prometteuse au vu des interdictions déjà en vigueur sur les plastiques intentionnellement ajoutés (microbilles) à l'échelle européenne et sur certains plastiques à usage unique tels que les cotons-tiges (France)
Peintures bateaux antifouling	100	Possibilité de réduction potentiellement élevée au vu des démarches entreprises dans certains pays européens. Législation forte à l'échelle européenne et dans certains pays comme la Suède pour certains composés. Alternatives à l'antifouling déjà existantes (machine à brosse)
Polystyrène expansé Consommable de chantier	90	Stratégies plus ciblées possibles. L'espace où la perte a lieu est, dans la majorité des cas, relativement restreint comparé à d'autres secteurs (par exemple l'agriculture, où les terrains peuvent s'étendre sur de nombreux hectares). Plusieurs niveaux d'action peuvent être pris en compte : installation de filtres aux abords des chantiers, plan de gestion et collecte des déchets laissés au sol, techniques adaptées pour minimiser la production de microplastiques, etc.
Terrains de foot synthétiques	90	Ces terrains peuvent être remplacés par des terrains naturels. Des systèmes d'assainissement adaptés peuvent être mis en place pour les quelques terrains restants. Il resterait cependant une faible perte causée par les joueurs qui emportent sous leurs chaussures les 10% de perte inévitables.
Biofiltres	90	Sur la base d'une étude française (Surfrider Foundation Europe, 2018), plusieurs solutions sont envisageables à l'échelle des STEP pour minimiser la perte de biofiltre. L'étude relativement complète ne fournit cependant pas d'informations quantitatives. Du fait du nombre de recommandations et de leur faisabilité, il est probable qu'une réduction drastique de ces émissions est possible.
Fibres textiles	80	Des actions sont déjà appliquées à l'étranger, à l'image de la France : tout lave-linge neuf devra être doté d'un filtre à microfibres à compter de 2025. Sur cette base, il est supposé que le remplacement par des lave-linges à filtre se fera progressivement d'ici à 2040, laissant une faible quantité de fibres non capturée. Des processus de lavage adaptés et un filtrage au niveau des STEP sont aussi des actions d'atténuation possibles. Cependant, une action directe sur les habits synthétiques demande un changement de fond de l'industrie textile qui est actuellement incertain.
Terrains de jeux pour enfants	80	Les terrains synthétiques ont une fonction d'amortissement des chutes. La possibilité de substitution par des terrains naturels est donc moins évidente que pour les terrains de foot. Certaines aires de jeux avec des installations en hauteur ne pourront donc pas être remplacées par du sol naturel.
Compost et digestat	80	Les plastiques peuvent, entre autres, être introduits par les citoyens durant le tri de leurs déchets verts en utilisant des sacs plastiques biodégradables et recyclables. Il serait donc possible d'encourager tout le monde à utiliser des sacs compostables. Des techniques de filtration par le secteur du biodéchets pourraient être optimisées pour limiter la présence de plastique dans le compost et le digestat. Des lacunes techniques et des comportements inappropriés pourraient cependant limiter la réduction de cette source de pollution.
Cigarettes E-cigarettes Emballages «on-the-go»	80	Selon certaines études, entre 50 et 55% de réduction (de Kort et al., 2008 ; KAB, 2021) du Littering est possible grâce à diverses actions sur plusieurs années. Par ailleurs, la rétention de pollution par les filets à la sortie des bouches d'égout retiendrait 21% des déchets transportés par les eaux de ruissellement.
Pellets	75	Selon les recommandations de l'Union européenne, la pollution issue des pellets pourrait être réduite de 74%.

Films de protection des cultures	60	Actuellement, il semblerait que les matériaux alternatifs sont rares et peu efficaces dans le contexte des cultures agricoles. Par ailleurs, le plastique biodégradable prend un certain temps pour être entièrement dégradé. Des technologies et processus nouveaux pourraient voir le jour ces prochaines années, laissant une marge de réduction possible d'ici 2040. Par ailleurs, une bonne pratique de la gestion des films de protection pourrait avoir un impact positif considérable.
Fibres de bétons	60	Cette source est fortement dépendante du marché international du béton. Cependant, former les professionnels de la construction à une bonne gestion des déchets pour diminuer la perte sur les chantiers peut être efficace.
Poussières de pneu	50	Voir Steiner, 2022.
Matériel de pêche et bateau	30	La perte de plastique prise en compte dans cette étude est difficile à quantifier car elle est accidentelle. Elle reste cependant marginale.

Annexe 4 : Liste d'actions prises en compte dans les trajectoires

	Action	Scénario
1	Interdiction de fumer	Changement de comportement
2	Zone de fumeur désignée	Changement de comportement
3	Utilisation de peintures sans plastique	Amont
4	Installation de filtres	Aval
5	Sanction contre le Littering	Changement de comportement
6	Formation et sensibilisation dans les différents secteurs privé/public	Changement de comportement
7	Sensibilisation de la population (citoyen)	Changement de comportement
8	Distribution de cendriers	Changement de comportement
9	Sensibilisation des fumeurs de puffs	Changement de comportement
10	Substitution de plastique par un autre matériel 'inerte'	Amont
11	Utilisation d'alternatives pour palier à l'usage unique.	Changement de comportement
12	Utilisation de sachets compostables pour les déchets verts	Amont
13	Substitution par des produits biodégradables	Amont
14	Procédé alternatif sans plastiques ou en diminuant la perte	Amont
15	Densification de l'infrastructure de collecte dans l'espace public	Aval
16	Déploiement du traitement des eaux de route	Aval
17	Optimisation de la collecte de déchets	Aval
18	Augmentation de la fréquence de collecte dans l'espace public	Aval
19	Machines à laver avec filtre	Aval
20	Déploiement de sites et de systèmes de bioremédiation	Aval
21	Recyclage et valorisation	Aval
22	Renforcement d'un produit et augmentation de sa durée de vie	Amont
23	Diminution de la vitesse de conduite et du trafic	Amont
24	Abandon des microplastiques volontairement introduits dans les cosmétiques	Amont
25	Sécurisation des infrastructures et des processus	Amont
M1	Amélioration des infrastructures d'élimination de déchets dans l'espace public	Mesure en vigueur (confédération)
M2	Limitation de la fabrication et de l'usage de la vaisselle jetable	Mesure en vigueur (confédération)

M3	Sensibilisation au nettoyage de la pollution	Mesure en vigueur (confédération)
M4	Amende pour le Littering	Mesure en vigueur (confédération)
M5	Collecte, recyclage et valorisation de ?	Mesure en vigueur (confédération)
M6	Réduction de sacs plastiques jetables	Mesure en vigueur (confédération)
M7	Gestion des déchets électroniques	Mesure en vigueur (confédération)
M8	Interdiction d'épandage des boues	Mesure en vigueur (confédération)
M9	Abandon de microplastiques volontaires dans les cosmétiques	Mesure en vigueur (confédération)
M10	Traitement des eaux usées aux abords des routes	Mesure en vigueur (confédération)
M11	Réduction de la vitesse de conduite	Mesure en vigueur (confédération)

Annexe 5 : Résultats par élément évalué

Élément évalué	Secteur	Mécanisme de fuite	Macro/micro	Valeur basse (t/a)	Valeur moyenne (t/a)	Valeur haute (t/a)
Poussières de pneu	Industrie automobile	Ruissellement sur sols imperméables	micro	26,1	32,7	54,3
Peinture pour les façades de bâtiment	Construction	Ruissellement sur sols imperméables	micro	14,1	17,4	20,7
Emballages à usage unique	Industrie agroalimentaire	Ruissellement sur sols imperméables	macro	0,2	8,2	32,8
Emballages à usage unique	Industrie agroalimentaire	Phénomènes météorologiques	macro	0,03	0,28	0,56
Filtres de cigarettes - mégots	Industrie du tabac	Ruissellement sur sols imperméables	macro	0,7	8,4	28,9
Peintures de routes	Infrastructures publiques	Ruissellement sur sols imperméables	micro	4,0	4,8	5,6
Terrains de sport synthétiques granulés	Infrastructures publiques	Ruissellement sur sols imperméables	micro	0,5	6,1	12,1
Peinture antifouling pour les bateaux	Industrie nautique	Fuite directe	micro	2,3	4,1	5,3
Peinture antifouling pour les bateaux	Industrie nautique	Ruissellement sur sols imperméables	micro	0,3	0,3	0,3
Petit matériel de chantier	Construction	Fuite directe	macro	0,1	3,1	29,6
Polystyrène expansé - sagex	Construction	Ruissellement sur sols imperméables	micro	1,2	2,0	3,0
Granulés industriels - pellets	Plasturgie	Ruissellement sur sols imperméables	micro	0,6	1,5	2,4
Plastiques dans le digestat et le compost	Secteur du biodéchet et agriculture	Fuite directe dans les sols perméables	micro	0,3	2,0	4,9
Médias filtrants - STEP	Traitement des Eaux	Fuite directe	macro	0,2	1,7	17,4
Fibres de béton	Construction	Fuite directe	micro	0,6	1,5	2,4
Matériel de pêche	Industrie de la pêche	Fuite directe	macro	0,2	1,5	5,7
Fibres de textile	Industrie textile	Eaux usées	micro	0,5	1,0	1,5
Cotons-tiges	Industrie de l'hygiène et des cosmétiques	Eaux usées	macro	0,3	0,9	2,9
Film de protection des cultures	Agriculture	Fuite directe dans les sols perméables	macro	0,1	0,7	2,0
Film de protection des cultures	Agriculture	Fuite directe dans les sols perméables	micro	0,03	0,48	2,49
E-cigarettes jetables	Industrie du tabac	Ruissellement sur sols imperméables	macro	0,03	0,48	2,49
Herbe synthétique	Infrastructures publiques	Ruissellement sur sols imperméables	micro	0,06	0,21	0,58
Place de jeux	Infrastructures publiques	Ruissellement sur sols imperméables	micro	0,07	0,11	0,16
Microbilles dans les cosmétiques	Industrie de l'hygiène et des cosmétiques	Eaux usées	micro	0,01	0,08	0,17
Matériel de bateaux	Industrie nautique	Fuite directe	macro	0,01	0,01	0,02

Léman Plastic Action – Rapport final

Edition de janvier 2025

© ASL 2025