Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Berne, le 23 septembre 2022

Matières plastiques dans l'environnement

Rapport du Conseil fédéral donnant suite aux postulats

18.3196 Thorens Goumaz du 14.3.2018
18.3496 Munz du 12.6.2018
19.3818 Flach du 21.6.2019
19.4355 Groupe PDC du 27.9.2019

Table des matières

Vue d'ensemble **4**

1 Mandat **6**

2 Contexte **8**

3 Flux de matières **10**

3.1 Système **10**
3.2 Cycle de vie **13**
3.3 Empreinte écologique **14**

4 Principales sources **16**

4.1 Émissions, transport et apports **16**
4.2 Abrasion des pneus et autres sources routières **17**
4.3 Littering et autres déchets plastiques éliminés de manière inappropriée **17**
4.4 Matières plastiques dans les déchets verts **18**
4.5 Fabrication et élimination **19**
4.6 Construction **20**
4.7 Agriculture et exploitation forestière **20**
4.8 Terrains de sport et de jeux **21**
4.9 Ménages **22**

5 Élimination et valorisation **23**

5.1 Valorisation matière et valorisation thermique **23**
5.2 Évacuation et épuration des eaux usées **23**
5.3 Élimination dans les centrales hydroélectriques **24**
5.4 Recyclage **24**
5.5 Exportations de déchets plastiques **26**

6 Charge environnementale **28**

6.1 Puits **28**
6.2 Sols **28**
6.3 Eaux **29**
6.4 Air **29**
6.5 Océans **30**
6.6 Dégradation **30**

7 Effets **32**

7.1 Effets sur l'environnement **32**
7.1.1 Animaux 32
7.1.2 Écosystèmes 33
7.1.3 Défis 34

7.2 Effets sur la santé **34**
7.2.1 Potentiel de danger 35
7.2.2 Exposition 35
7.2.3 Défis 36

8 Mesures **38**

8.1 Mesures prises jusqu'à présent et mesures en cours **38**
8.1.1 Gestion des déchets 38
8.1.2 Recherche, développement et information 40
8.1.3 Engagement au niveau international 42
8.1.4 Autres mesures visant à réduire les apports de matières plastiques dans l'environnement 43

8.2 Travaux en cours au niveau politique 45
8.2.1 En Suisse 45
8.2.2 Dans l'UE 45

8.3 Mesures supplémentaires possibles 47
8.3.1 Emballages 49
8.3.2 Écoconception et recyclage 50
8.3.3 Littering 51
8.3.4 Plastiques dans les applications industrielles et artisanales 53
8.3.5 Réduction des microplastiques 55

Annexe 1 Termes spécifiques 57

Annexe 2 Références 58

Vue d'ensemble

Le présent rapport fait suite à quatre postulats consacrés à la thématique des matières plastiques. Il décrit dans une première partie le cycle de vie des plastiques, de la fabrication à l'élimination. Il expose également les principales sources, les voies d'apport et les puits de matières plastiques dans l'environnement, ainsi que les effets de celles-ci sur l'environnement et la santé. Dans une seconde partie, le rapport présente les mesures déjà mises en œuvre et les mesures en cours ainsi que des potentiels d'amélioration à exploiter.

Le cycle de vie des matières plastiques, de la fabrication à l'élimination

Les matières plastiques peuvent s'avérer polyvalentes et utiles, mais elles peuvent aussi constituer un problème écologique. Bien que la Suisse soit dotée d'un système d'élimination efficace, l'environnement se retrouve pollué du fait d'émissions non intentionnelles et de modes d'élimination inappropriés.

La production et la consommation de matières plastiques ont augmenté ces dernières années, ces matières étant utilisées tout au long de la chaîne d'approvisionnement. Les domaines d'application qui consomment le plus de plastiques sont notamment les emballages, la construction ainsi que les biens de consommation et les biens ménagers, tels que les articles médicaux et d'hygiène ou les meubles.

En Suisse, toutes les matières plastiques doivent faire l'objet d'une valorisation matière ou thermique à l'issue de leur cycle de vie. La mise en décharge est interdite. À l'heure actuelle, plus de 80 % des déchets plastiques en Suisse sont valorisés thermiquement, et près de 10 % sont recyclés. Quasiment 6 % des déchets plastiques sont exportés pour être recyclés et réutilisés, presque exclusivement vers des pays de l'Union européenne (UE). En vertu des nouvelles dispositions de la Convention de Bâle sur le contrôle des mouvements transfrontières de déchets dangereux et de leur élimination (RS *0.814.05*)*, les mélanges de déchets plastiques sont désormais soumis au régime de contrôle. Ainsi, depuis 2021, tous les États concernés par l'exportation doivent donner leur accord préalable aux transports transfrontières prévus.*

Voies d'apport des matières plastiques dans l'environnement

Des plastiques peuvent être émis dans l'environnement au cours de leur fabrication, de leur utilisation ou de leur élimination. Grâce aux mécanismes de rétention mis en place et à une élimination appropriée, les apports dans les sols, les eaux et les sédiments de celles-ci sont réduits, sans toutefois être totalement évités.

Environ 14 000 tonnes de macroplastiques et de microplastiques sont rejetées dans l'environnement chaque année en Suisse. Ces plastiques sont émis par de multiples sources : plus de la moitié des apports proviennent de l'abrasion des pneus, malgré le recours à différents mécanismes de rétention. Les déchets abandonnés ou jetés négligemment dans l'environnement (littering) constituent une autre source importante. Bien que près de 99 % des matières plastiques destinées à la consommation à l'emporter soient éliminées correctement, leurs apports dans l'environnement se montent à quelque 2700 tonnes par an. Ce phénomène coûte de plus chaque année environ 200 millions de francs à la collectivité. Outre l'élimination inappropriée en général, des matières plastiques se retrouvent également dans les déchets verts, qui parviennent dans l'environnement de manière involontaire par le biais des engrais. Les processus de fabrication et d'élimination, le secteur de la construction, l'agriculture et l'économie forestière, les terrains de sport et de jeux ainsi que les ménages sont des sources supplémentaires d'apports de plastiques dans l'environnement.

Du fait de l'importance des taux d'apport et de la faiblesse des taux de dégradation, les plastiques s'accumulent, ce qui peut entraîner des conséquences négatives pour l'environnement et la santé. Il convient en outre de souligner que tout au long de leur cycle de vie, les matières plastiques génèrent aussi bien des émissions de gaz à effet de serre que des poussières fines. Ces émissions sont tout particulièrement produites lors de la fabrication (production primaire), qui a lieu exclusivement à l'étranger. Toutefois, de par sa consommation importante sur toute la chaîne d'approvisionnement, la Suisse contribue indirectement à la détérioration de la situation.

Mesures existantes et potentiels d'amélioration

À ce jour, de nombreuses mesures ont été adoptées et mises en œuvre à tous les niveaux en Suisse dans le but de réduire l'impact environnemental des matières plastiques. La taxe au sac permet de répartir les coûts conformément au principe de causalité et crée une incitation à limiter les déchets. Différentes mesures ont de plus été engagées afin de lutter contre le littering, notamment par le développement de l'infrastructure d'élimination des déchets, des sanctions et des campagnes de sensibilisation. La Suisse s'engage aussi en faveur de cette problématique environnementale dans le cadre de la coopération internationale. Le secteur de l'économie apporte quant à lui, à travers l'autorégulation, des contributions importantes à la réduction et à la collecte des déchets plastiques.

Nonobstant les efforts déployés jusqu'ici, il reste une marge de progression pour réduire encore davantage les apports de plastiques dans l'environnement. En l'occurrence, l'accent pourrait être mis sur la limitation des déchets ainsi que sur le développement de matériaux recyclables et de solutions de substitution respectueuses de l'environnement. Il existe notamment des leviers en ce qui concerne les emballages et les produits à usage unique, le recyclage ainsi que la limitation du littering et des matières plastiques dans les déchets verts. De plus, une utilisation ciblée et écologiquement rationnelle des matières plastiques dans les secteurs de la construction, de l'agriculture et de l'économie forestière pourrait être encouragée, et les apports de microplastiques (p. ex. résidus d'abrasion des pneus) dans l'environnement pourraient être davantage réduits. Il est dans ce contexte judicieux de combiner amélioration de l'information, mise en œuvre de mesures de sensibilisation, développement de nouvelles technologies, optimisation de procédés ainsi qu'édiction de prescriptions et d'interdictions.

En sa qualité d'actrice au sein de l'économie mondiale interconnectée des plastiques, la Suisse se mobilise également au niveau international. Elle contribue, dans le cadre des négociations, à la mise en place d'un traité juridiquement contraignant portant sur les matières plastiques (« Convention sur les plastiques ») sous l'égide de l'Assemblée des Nations Unies pour l'environnement. L'objectif est de combattre le problème international de la pollution de l'environnement par les matières plastiques sur l'ensemble du cycle de vie. Enfin, l'UE a posé, avec sa stratégie sur les matières plastiques dans une économie circulaire, des jalons importants que la Suisse suit aussi de près.

1 Mandat

Une série d'interventions parlementaires portant sur le thème des déchets plastiques et de leur valorisation ainsi que sur les apports de matières plastiques dans l'environnement ont été déposées depuis 2018. Le présent rapport vise à répondre aux quatre postulats suivants sur cette thématique.

- *Postulat Thorens Goumaz 18.3196 : « Comment assurer à l'avenir une gestion écologique, efficiente et économiquement viable des matières plastiques ? »*
  Le Conseil fédéral montre de quelle manière il peut assurer à l'avenir une gestion écologique, efficiente et économiquement viable des matières plastiques.

- *Postulat Munz 18.3496 : « Plan d'action pour réduire la dispersion du plastique dans l'environnement »*
  Le Conseil fédéral est chargé d'établir un aperçu des sources de déchets plastiques, des voies par lesquelles ils se dispersent dans l'environnement et des effets que cette dispersion a sur l'environnement et la santé. Il déterminera aussi si la mise en place d'un plan d'action pour réduire la dispersion du plastique dans l'environnement pourrait être un instrument efficace pour lutter contre la pollution engendrée.

- *Postulat Flach 19.3818 : « Réduire, remplacer ou recycler les matières plastiques au lieu de les incinérer ou de les exporter par millions de tonnes »*
  Le Conseil fédéral est prié d'examiner les possibilités de réduire les quantités de matières plastiques utilisées dans l'agriculture et le bâtiment, de les remplacer par des produits ménageant les ressources, d'en augmenter la proportion recyclée, et de présenter un rapport à ce sujet.

- *Postulat Groupe PDC 19.4355 : « Déchets plastiques. Les réutiliser au lieu de les exporter, et surtout éviter d'en produire »*
  Le Conseil fédéral est chargé de présenter un rapport dans lequel il indiquera la manière dont la Suisse pourrait non seulement assumer ses responsabilités en matière de pollution de l'environnement par les plastiques à usage unique, mais aussi améliorer les procédures existantes pour mettre en place une économie circulaire. Le rapport contiendra en particulier :

  1. une analyse de la situation en Suisse par rapport à l'étranger. Il indiquera la quantité de plastique consommée par habitant en Suisse et dans les pays voisins, la quantité soumise à une valorisation matière et à une valorisation thermique, la quantité soumise uniquement à un recyclage matière et la quantité exportée. Sur la base des chiffres recueillis, on présentera le potentiel effectif de l'économie circulaire du plastique en Suisse et on en déduira les mesures politiques à prendre, notamment la fixation des taux de collecte, l'édiction des dispositions d'exécution ainsi que la mise en œuvre des révisions de lois et d'ordonnances qui s'imposent ;
  2. une analyse du plastique qui est exporté et un état des lieux de la manière dont le Conseil fédéral fait en sorte qu'il n'y ait pas de plastique de moindre qualité qui soit exporté dans des pays où il finit par aboutir dans la mer ;
  3. une stratégie sur la manière dont on pourrait, parallèlement aux négociations en cours avec des pays asiatiques, créer dans ces pays des programmes ou des projets débouchant sur une économie circulaire du plastique. On intégrera dans les réflexions en la matière les programmes environnementaux du SECO et de la Direction du développement et de la coopération, qui doivent constituer une priorité dans le secteur du plastique ;
  4. un rapport sur la manière dont l'Office fédéral de l'énergie et l'Office fédéral de l'environnement pourraient soutenir des projets pilotes consacrés à la technique des

plasmas, l'objectif étant de produire de l'électricité à partir de gaz stockable obtenu à partir du plastique.

Compte tenu de la proximité thématique de ces quatre postulats, une réponse commune est rendue. Le présent rapport fournit un état des lieux consolidé des connaissances sur les problématiques soulevées dans les postulats, en s'appuyant sur de nombreuses études scientifiques récentes. Il se fonde sur le rapport « Le plastique dans l'environnement Suisse » (Erny, O'Connor et Spörri 2020). Sauf indication contraire, les contenus proviennent de cette méta-étude. Le rapport se concentre sur la Suisse (délimitation du système) et les passages se rapportant à d'autres pays sont signalés comme tels. La thématique est abordée dans un contexte international notamment en ce qui concerne l'empreinte écologique (cf. *point 3.3*), les exportations de déchets plastiques (cf. *point 5.5*), les océans (cf. *point 6.5*), l'engagement au niveau international (cf. *point 8.1.3*) ainsi que les travaux en cours au niveau politique en Suisse et dans l'UE (cf. *point 8.2.2*).

Dans son avis du 25 novembre 2020 sur la motion Suter 20.4233 « Halte aux déchets plastiques rejetés par les exploitants de centrales hydroélectriques », le Conseil fédéral a indiqué qu'il approfondirait dans le présent rapport la problématique abordée par la motion. Celle-ci demande d'adapter la loi fédérale sur la protection des eaux (LEaux, RS *814.20*) de telle sorte que les exploitants de centrales hydroélectriques n'aient plus le droit de rejeter dans les eaux les déchets plastiques présents dans les détritus flottants recueillis. Cette requête est abordée au *point 5.3*.

Enfin, les réponses du Conseil fédéral aux interpellations Chevalley 18.3721, 18.4110 et 19.3775 et Schneider Schüttel 19.3560 font référence au présent rapport. Les questions soulevées dans ces interpellations sont également examinées ici.

La motion de la Commission de l'environnement, de l'aménagement du territoire et de l'énergie du Conseil national (CEATE-N) 18.3712 « Réduire la pollution plastique dans les eaux et les sols », adoptée par les deux conseils, charge le Conseil fédéral d'examiner et de prendre, en collaboration avec les branches concernées, des mesures permettant de lutter efficacement contre les atteintes à l'environnement dues aux matières plastiques en adoptant une approche globale et en tenant compte des principales sources d'émission. Sur le plan thématique, cette motion se recoupe avec le présent rapport, qui non seulement présente les bases techniques mais esquisse aussi les mesures pouvant être élaborées dans le cadre de la mise en œuvre de la motion 18.3712. Le Conseil fédéral soumettra toutefois au Parlement de manière séparée des propositions de mise en œuvre de la motion.

2 Contexte

Les impacts environnementaux liés à l'utilisation et à l'élimination des matières plastiques font l'objet de vives discussions dans les milieux politiques et scientifiques, dans les médias et au sein de la société. Les matières plastiques sont devenues indispensables au quotidien. Sur les plans écologique et sanitaire, elles ne sont pas dénuées d'intérêt pendant leur durée d'utilisation, par exemple lorsqu'elles sont employées comme emballage de denrées alimentaires et qu'elles en prolongent la durée de conservation, réduisant de ce fait le gaspillage alimentaire, ou qu'elles permettent d'éviter une contamination microbienne. Néanmoins, les matières plastiques peuvent occasionner des dommages à long terme lorsqu'elles parviennent dans l'environnement. La Suisse est dotée d'un système d'élimination performant : la valorisation thermique et la valorisation matière d'une grande partie des déchets plastiques sont assurées dans le cadre de la gestion des déchets urbains et des eaux usées, et les contaminations sont réduites grâce à des mesures efficaces de nettoyage et de rétention. Toutefois, il existe deux grandes sources de problèmes. Il s'agit, d'une part, de certaines émissions non intentionnelles générées pendant la phase d'utilisation (p. ex. résidus d'abrasion des pneus ou des fibres textiles synthétiques) et, d'autre part, de l'élimination inappropriée (p. ex. littering, restes d'emballages dans les déchets verts collectés). Dans certains pays dont la gestion des déchets est insuffisante, les matières plastiques finissent de plus souvent directement dans les cours d'eau et les mers. Les particules de plastiques se retrouvent par conséquent partout dans l'environnement : dans les sols, les eaux et leurs sédiments, l'air, ainsi que les organismes vivants.

Une étude réalisée en Allemagne sur la base d'une enquête montre que l'appréciation de la population à l'égard des matières plastiques est en baisse et que les préoccupations liées à la pollution de l'environnement par ces dernières s'accroissent (Bertling, Bertling et Hamann 2018). Ces résultats semblent également s'appliquer à la Suisse, notamment pour les produits en plastique à usage unique : l'utilisation des matières plastiques comme matériau d'emballage est de plus en plus décriée par de nombreux consommateurs, qui souhaitent des solutions respectueuses de l'environnement. Selon les connaissances scientifiques, le bilan environnemental d'un achat tient toutefois bien davantage à la quantité, à l'origine, à la fabrication ainsi qu'à l'utilisation réelle du produit. En outre, les matières plastiques ont l'avantage d'être moins lourdes que d'autres types d'emballages (p. ex. le verre), ce qui réduit la charge environnementale lors du transport (Dinkel et Kägi 2014, Dinkel, Roberts et Zschokke 2021).

Malgré les avantages évoqués, les matières plastiques constituent pour différentes raisons un problème environnemental, aussi bien en Suisse (potentiel d'optimisation non exploité dans la gestion des plastiques) que dans le reste du monde (pollution des mers par des déchets plastiques du fait d'une gestion insuffisante de ces déchets dans de nombreux pays). Par ailleurs, de par sa consommation de produits en plastique élevée en comparaison des autres pays, la Suisse contribue de manière notable à ce problème environnemental croissant au niveau mondial.

Les émissions proviennent de multiples sources diffuses et difficiles à cerner, puis se répandent dans le monde entier, libérant un très grand nombre de particules de microplastiques. Il est très difficile de limiter l'abrasion et la dégradation de produits en plastique. En outre, les matières plastiques se dégradent peu, ou seulement sur une très longue durée, si bien qu'elles s'accumulent dans l'environnement. L'élimination technique de ces particules de microplastiques, une fois rejetées dans la nature, est pratiquement impossible. S'il existe encore d'importantes lacunes dans les connaissances sur le comportement de dégradation et d'accumulation des matières plastiques dans l'environnement et sur les conséquences à long terme de la pollution aux plastiques pour l'être humain, les animaux et les écosystèmes, il est probable que ces effets seront largement irréversibles si le monde politique, les milieux économiques et la société ne parviennent pas à infléchir à temps la tendance par des mesures et des changements de production et de comportement tout au long de la chaîne d'approvisionnement.

Matières plastiques dans l’environnement

Différentes prescriptions ont déjà été édictées et des mesures, mises en œuvre tant au niveau national qu’international en vue de réduire l’utilisation de matières plastiques par le recours à d’autres solutions plus écologiques. Cependant, des mesures supplémentaires plus poussées pourraient contribuer en Suisse à limiter l’impact des matières plastiques conformément aux exigences de la loi sur la protection de l’environnement (LPE, RS *814.01*) et au principe de précaution qui y est posé (art. 1, al. 2, LPE).

3 Flux de matières

3.1 Système

Les matières plastiques parviennent dans différents compartiments environnementaux lors de leur production, de leur utilisation et de leur élimination. Si elles ne sont pas éliminées au moyen de mécanismes de rétention et de nettoyage, elles peuvent avoir des effets défavorables sur l'environnement et les organismes vivants (cf. *figure 1* ci-après).

Figure 1 : Pollution de l'environnement par les matières plastiques

Les flux de matières des sources à l'élimination, puis jusqu'à l'apport dans l'environnement sont multiples (cf. *figure 2*).

- **Principales sources d'émission**

  Les *macroplastiques* (particules supérieures à 5 mm et déchets plastiques) sont principalement rejetés dans l'environnement à la suite d'une élimination inappropriée de déchets plastiques (p. ex. littering, matières plastiques dans les déchets verts collectés).

  Les *microplastiques* (particules inférieures à 5 mm) sont majoritairement libérés dans les sols et les eaux par l'abrasion et la dégradation des produits en plastique (p. ex. abrasion des pneus). Il s'agit ainsi de microplastiques dits secondaires. En outre, des microplastiques utilisés volontairement (appelés microplastiques primaires, p. ex. en cosmétique) et des microplastiques secondaires (p. ex. provenant de l'usure des textiles synthétiques lors du lavage) sont directement rejetés dans les eaux usées et provoquent, bien que leur quantité soit faible par rapport à la charge globale, des apports dans les eaux de surface.

- **Mécanismes de rétention et élimination**

  Une série de mesures existantes (p. ex. épuration des eaux usées, élimination des déchets, nettoyage des routes) permettent de réduire considérablement l'apport de matières plastiques dans l'environnement. En Suisse, la gestion des déchets urbains et des eaux usées ainsi que les services communaux contribuent ainsi de façon substantielle à éviter que des matières plastiques soient rejetées dans l'environnement. Ces mesures de nettoyage et ces mécanismes de rétention ne permettent toutefois pas d'intercepter la totalité des émissions : les déchets abandonnés (littering)

ou les résidus de l'abrasion des pneus, par exemple, parviennent sous la forme d'apports diffus dans les eaux et les sols par ruissellement des eaux de pluie ou dispersion dans l'air.

- **Puits** (sites d'apport et d'accumulation dans l'environnement)

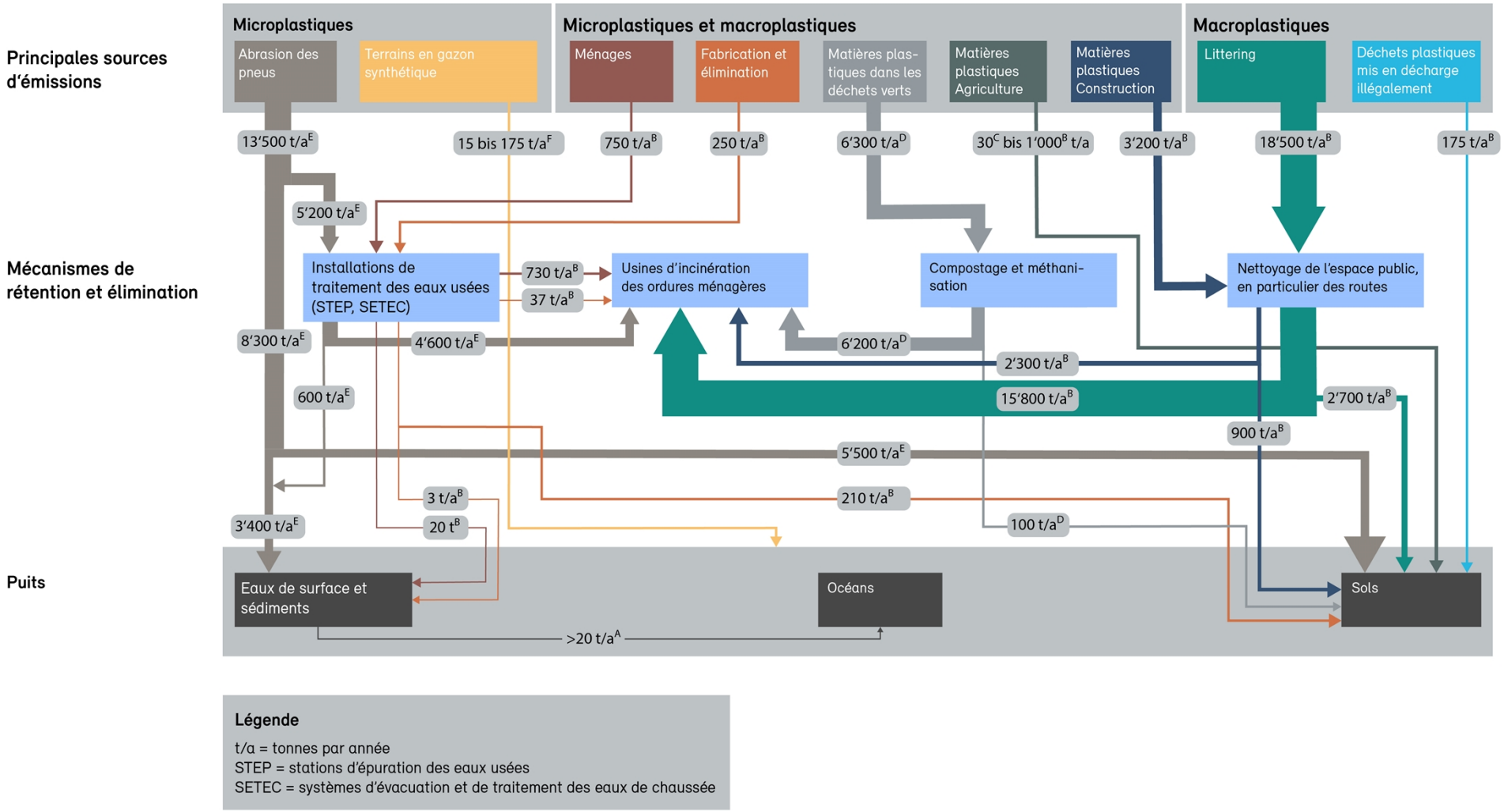
  Les matières plastiques libérées dans l'environnement restent durablement dans les puits, c'est-à-dire dans les sédiments des lacs et cours d'eau et dans les sols. Selon l'état actuel des connaissances, les apports suisses de matières plastiques sur les sols et dans ceux-ci sont plus importants que dans les eaux de surface. La pollution des océans par les matières plastiques constitue un problème supplémentaire, d'envergure internationale.

La *figure 2* à la page suivante montre les flux de matières des principales sources d'émission, les mécanismes de rétention les plus importants, l'élimination et les puits de matières plastiques en Suisse. Il convient à cet égard de formuler les commentaires suivants.

- Les chiffres présentés dans le diagramme des flux de matières sont issus de modélisations[1], grevées pour certaines de grandes incertitudes.
- Les connaissances sur les émissions et les apports de matières plastiques dans l'environnement suisse ne cessent de progresser grâce à des projets de recherche. À titre d'exemple, il ressort de récents travaux que 500 tonnes d'apports de matières plastiques dans l'environnement viennent s'ajouter aux flux de matières décrits ci-dessus (Liu et Nowack 2022)2.Les polymères faisant l'objet de cette étude ne peuvent toutefois pas être associés de façon univoque aux différentes sources présentées dans le diagramme.
- Les résidus d'abrasion des pneus se composent de trois groupes de substances (matières plastiques, matière de remplissage et substances inorganiques) ; aussi, la part de microplastiques purs représente 60 % de l'ensemble des particules issues de l'abrasion des pneus.
- Les ménages correspondent aux sources suivantes : abrasion de fibres lors du lavage de textiles synthétiques, microplastiques dans les cosmétiques et matières plastiques éliminées de manière inappropriée dans les toilettes, comme des produits hygiéniques.
- Les différentes sources ainsi que les quantités émises et introduites sont décrites en détail au chapitre 4.

[1] Références : A : Estimation OFEV pour les microplastiques, sur la base de l'étude (Faure et de Alencastro 2014) ; B : (Kawecki et Nowack 2019) ; C : (Kalberer, Kawecki-Wenger et Bucheli 2019) ; D : (Kawecki, Goldberg et Nowack 2021) ; E : (Steiner 2020, 2022) ; F : (Patrick et al. 2022).

[2] La modélisation de Kawecki et Nowack (2019) identifie et quantifie les sources, les voies d'apport et les puits dans l'environnement des sept types de matières plastiques les plus couramment utilisés. Ces travaux ont été complétés par une étude portant sur les cinq types les plus courants suivants (Liu et Nowack 2022). Sont ainsi à présent couverts environ 85 % des types de matières plastiques utilisés en Europe. L'utilisation des cinq polymères supplémentaires étudiés est à l'origine, chaque année, du rejet dans l'environnement de quelque 500 tonnes de matières plastiques.



Légende

t/a = tonnes par année
STEP = stations d'épuration des eaux usées
SETEC = systèmes d'évacuation et de traitement des eaux de chaussée

Figure 2 : Flux de matières (voir commentaires ci-dessus)

3.2 Cycle de vie

Le cycle de vie des matières plastiques englobe la chaîne d'approvisionnement dans son ensemble. Il comporte ainsi les phases suivantes : la production (y c. l'extraction et le traitement des matières premières, majoritairement fossiles), la transformation en produits en plastique, l'utilisation, la collecte, le tri, la réutilisation ou le recyclage, la valorisation thermique ainsi que la mise en décharge[3] (cf. *figure 3*).

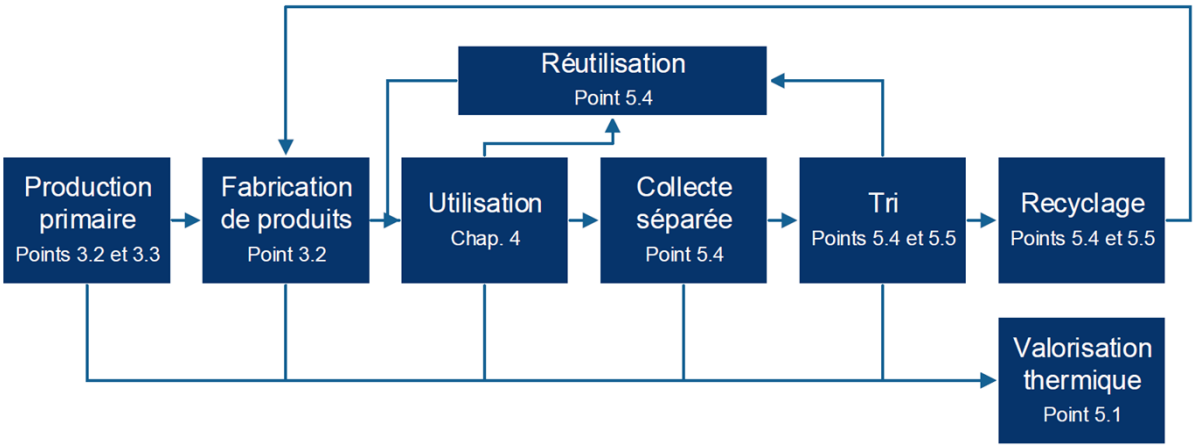


Figure 3 : Cycle de vie des matières plastiques

La *production* de matières plastiques ne cesse d'augmenter. En 2020, quelque 367 millions de tonnes de matières plastiques ont été produites dans le monde, dont environ 55 millions en Europe (Plastics Europe 2021). C'est quasiment plus de 200 fois la quantité fabriquée en 1950 (Geyer, Jambeck et Lavender Law 2017).

Malgré l'absence de production primaire de matières plastiques en Suisse, la *consommation* y est considérable : selon une modélisation pour l'année 2017, elle se monte à environ 1 million de tonnes par an (hors caoutchouc), soit 120 kg de matières plastiques par personne. Cette consommation inclut aussi bien les produits ayant une longue durée d'utilisation, comme des cadres de fenêtre, des composants de véhicules, des textiles ou des jouets, que des produits à usage unique tels que des emballages, des couverts jetables ou des masques d'hygiène (Klotz et Haupt 2022). À titre de comparaison, une étude portant sur la consommation de matières plastiques en Autriche a obtenu une masse d'environ 1,3 million de tonnes, ce qui correspond pour l'année de référence (2010) à une consommation annuelle de 156 kg par personne (Van Eygen et al. 2017). En Suisse, près de la moitié des matières plastiques sont importées sous la forme de granulés, et l'autre sous la forme de produits finis ou semi-finis.

Le million de tonnes de matières plastiques consommées en Suisse se répartit entre les *applications* suivantes (Klotz et Haupt 2022) :

- emballages : 350 000 tonnes/an ;
- construction : 230 000 tonnes/an ;
- biens de consommation et biens ménagers, divers (p. ex. articles médicaux et d'hygiène, articles ménagers, meubles, jouets, articles de sport, trains) : 230 000 tonnes/an ;
- textiles : 90 000 tonnes/an ;

[3] La mise en décharge est un aspect important au niveau mondial mais n'est pas pertinente en Suisse, où elle est interdite pour les déchets combustibles depuis 2000.

- industrie automobile : 60 000 tonnes/an ;
- appareils électriques et électroniques : 50 000 tonnes/an ;
- agriculture : 10 000 tonnes/an.

Outre leurs nombreuses applications, les matières plastiques présentent également une grande variété s'agissant de leur *composition* : le polyéthylène (PE), le polypropylène (PP) et le chlorure de polyvinyle (PVC) représentent plus de la moitié des matières plastiques employées. Les polymères PE, PP et PET tiennent une place prépondérante dans l'industrie de l'emballage, tandis que le PVC est principalement utilisé dans l'industrie de la construction. De plus, ces matières plastiques sont souvent enrichies de divers additifs (p. ex. plastifiants), teintées de différents coloris ou utilisées en association (p. ex. comme emballages multicouches).

En Suisse, cette consommation entraîne chaque année la production de 790 000 tonnes de *déchets plastiques*, soit 93 kg par personne, dont près de la moitié sont générés après une durée d'utilisation inférieure à un an (p. ex. en tant qu'emballages). Un bon tiers des déchets plastiques éliminés dans des usines d'incinération des ordures ménagères (UIOM) proviennent des ménages privés, et il s'agit principalement de déchets d'emballage. À cela s'ajoutent 35 000 tonnes de déchets de production issus de la fabrication de produits[4] (p. ex. chutes générées dans le cadre de la fabrication de cadres de fenêtres), qui sont soit valorisés thermiquement soit recyclés (Klotz et Haupt 2022).

3.3 Empreinte écologique

Tout au long de leur cycle de vie, les matières plastiques génèrent des émissions de gaz à effet de serre (presque exclusivement du CO_2), qui aggravent les changements climatiques. Elles contribuent également aux émissions de poussières fines, nocives pour la santé humaine. La consommation de matières plastiques entraîne ainsi une empreinte écologique, que l'on peut mesurer à l'aune des émissions de gaz à effet de serre et de celles de poussières fines (cf. *figure 4*).

L'*empreinte gaz à effet de serre* de la Suisse due aux matières plastiques a augmenté de 45 % ces 20 dernières années, et atteignait quelque 6 milliards de tonnes d'équivalents-CO_2 en 2015 (Cabernard et al. 2021)[5]. Ce chiffre correspond à 720 kg d'équivalents-CO_2 par personne et environ 5 % de l'empreinte gaz à effet de serre totale de la Suisse (OFEV 2021b).

Au cours des 20 dernières années, l'empreinte correspondante pour les *poussières fines* a enregistré une hausse de 62 %. En 2015, elle a entraîné en tout 6500 années de vie corrigées du facteur d'incapacité[6], soit 4,5 % de l'empreinte totale de la Suisse concernant les poussières fines.

La ventilation par *phase du cycle de vie* le long de la chaîne d'approvisionnement montre que 70 % de cette empreinte gaz à effet de serre et 85 % de cette empreinte poussières fines sont imputables à la phase de la production primaire des matières plastiques. La phase de la fabrication ainsi que le recyclage et la valorisation thermique (tous deux incluant la collecte et le tri) représentent une proportion moindre. Les émissions liées à la phase d'utilisation, peu significatives, n'ont pas été prises en compte. Lors de la production primaire, les deux tiers des émissions sont générées par la fourniture de chaleur et d'électricité. Une plus faible proportion est due à l'extraction et au traitement des ressources fossiles, au transport et à d'autres activités dans la chaîne en amont. Les principales raisons de l'augmentation

[4] Les déchets de production sont également appelés « déchets pré-consommation ». Il s'agit des déchets générés lors du processus de fabrication, donc avant la consommation du produit à proprement parler, et qui de ce fait ne passent jamais entre les mains des consommateurs. Les déchets dits « post-consommation », quant à eux, résultent des produits utilisés éliminés une fois leur usage terminé.

[5] Les chiffres indiqués dans le présent point sont basés sur la méthodologie de Cabernard et al. (2021) et les données d'Exiobase v3.4.

[6] Il s'agit ici des « disability adjusted life years », que l'on peut également traduire par « années de vie en bonne santé perdues ».

de l'empreinte sont ainsi la hausse de la consommation et la délocalisation de la production de matières plastiques en Asie, en particulier en Chine. Dans cette région, l'énergie (électricité et chaleur) pour la production de matières plastiques est encore majoritairement tirée du charbon, qui provoque d'importantes émissions de gaz à effet de serre et de poussières fines en comparaison d'autres sources. Il en a résulté, en 2015, que 85 % de l'empreinte gaz à effet de serre et 95 % de l'empreinte poussières fines de la Suisse en lien avec les matières plastiques ont été occasionnés à l'étranger, dont plus de la moitié en Asie.

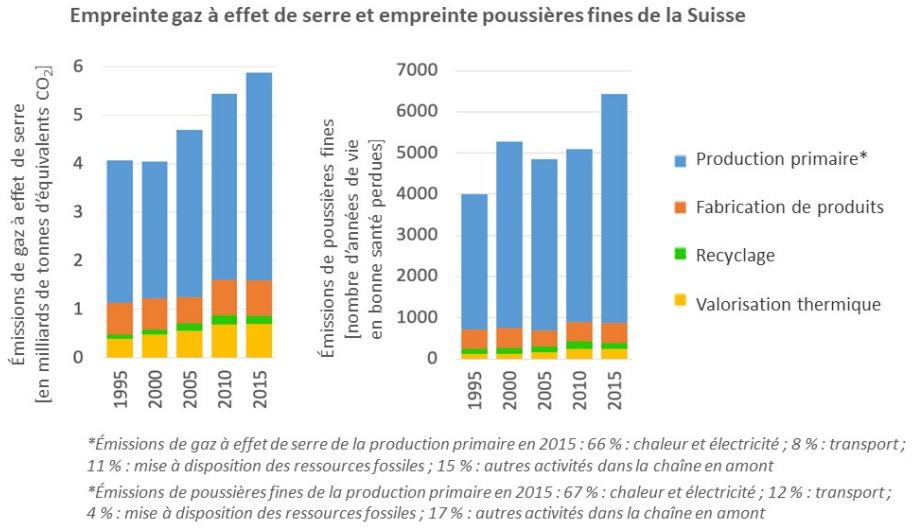


Figure 4 : Empreintes gaz à effet de serre et poussières fines de la Suisse liées aux matières plastiques de 1995 à 2015, selon les principales phases du cycle de vie (Cabernard et al. 2021)[7]

[7] Les chiffres indiqués sont basés sur la méthodologie de Cabernard et al. (2021) et les données d'Exiobase v3.4.

4 Principales sources

4.1 Émissions, transport et apports

Tout au long de leur cycle de vie, à savoir de la fabrication à l'utilisation puis à l'élimination, les matières plastiques sont susceptibles d'être libérées dans l'environnement. Les émissions de macroplastiques et de microplastiques proviennent ainsi de nombreuses sources différentes. Les premières sont principalement dues à une élimination inappropriée (notamment le littering et les plastiques dans les déchets verts). La majeure partie des émissions de microplastiques est générée pendant la phase d'utilisation des produits, par abrasion (microplastiques secondaires, p. ex. particules d'abrasion des pneus). Une part nettement inférieure provient des microplastiques fabriqués intentionnellement pour être ajoutés à certains produits à des fins spécifiques (p. ex. granulés de remplissage pour terrains en gazon synthétique, engrais, produits phytosanitaires, cosmétiques, nettoyants ménagers et industriels). Les microplastiques sont également issus de la lente décomposition des macroplastiques.

En fonction de leur taille et de leur densité, les matières plastiques peuvent par ailleurs être *transportées* d'un compartiment environnemental à un autre par ruissellement ou dispersion dans l'air. Au sein d'un même compartiment, elles peuvent rester au même endroit pendant une période prolongée ou parcourir de longues distances. Les processus de transport et de transfert dépendent fortement de facteurs spatiaux et temporels (p. ex. vitesse d'écoulement réduite dans un barrage ou accrue lors d'épisodes d'intempéries).

Dans l'*eau*, ce sont surtout les particules ayant une densité similaire ou inférieure à celle de l'eau qui sont transportées (p. ex. les emballages en PE ou les mousses plastiques). Les particules fines, par exemple, restent en suspension dans l'eau, puis sont rejetées sur les rives ou transportées plus loin, et ne sédimentent qu'après s'être agrégées (coagulation) avec d'autres particules. Les particules plus grossières de densité plus élevée, comme les élastomères issus de l'abrasion des pneus, ont tendance à sédimenter plus rapidement. On peut ainsi supposer qu'une grande partie des matières plastiques est déposée dans les sédiments des lacs et des cours d'eau et qu'une plus petite partie, restée en suspension dans l'eau, est déposée sur les rives ou transportée par les cours d'eau.

La mobilité des particules de plastiques dans les *sols* est faible en comparaison des autres compartiments. L'évacuation des plastiques est possible par lessivage ou érosion. Dans les sols, les particules plastiques peuvent être transportées par écoulement préférentiel ou par le biais d'organismes du sol (p. ex. vers de terre).

Grâce aux mécanismes de rétention et à l'élimination mis en place, les *apports*, c'est-à-dire les quantités de matières plastiques réellement introduites dans l'environnement, sont nettement inférieurs aux quantités émises (cf. *figure 1 et figure 2*), à l'exception des apports directs. Selon les données disponibles provenant d'études et d'extrapolations pour la Suisse, près de 14 000 tonnes de macroplastiques et de microplastiques sont rejetées chaque année dans les sols, les eaux de surface et leurs sédiments, échappant aux mécanismes de rétention et à l'élimination. Les principales sources libérant des matières plastiques et leurs apports annuels dans l'environnement suisse sont les suivants :

- l'abrasion des pneus (env. 8900 tonnes, dont quelque 5300 tonnes de microplastiques purs) ;
- le littering (2700 tonnes) ;
- la fragmentation de matériaux en plastique, par exemple lors de la fabrication ou de l'élimination et dans le secteur de la construction (env. 1100 tonnes) ;
- les terrains de sport et de jeux, en particulier les terrains de football en gazon synthétique (de 15 à 175 tonnes) ;
- la présence de plastiques dans le compost et les digestats (100 tonnes) ;
- l'agriculture (de 30 à 1000 tonnes).

Les sources susmentionnées, et d'autres encore, sont décrites ci-après de façon plus détaillée, accompagnées d'informations sur leurs émissions et leurs apports issues de travaux de recherche récents pour la Suisse.

4.2 Abrasion des pneus et autres sources routières

En Suisse, l'abrasion des pneus est la plus grande source de matières plastiques, en particulier de microplastiques, dans l'environnement. Les résidus d'abrasion des pneus se composent approximativement de 60 % de caoutchouc (également une matière plastique), de 30 % de suie utilisée comme matière de remplissage et de 10 % de substances inorganiques (métaux lourds tels que le zinc). Les résultats calculés pour la Suisse indiquent que plus de 13 500 tonnes de résidus d'abrasion des pneus sont générés chaque année dans le pays (Steiner 2020, 2022). Sur cette quantité, près de 40 % (5500 tonnes env.) sont emportés sur de vastes distances et pénètrent dans les sols sous la forme d'apports diffus. Les 60 % restants (8000 tonnes env.) se retrouvent drainés et, sur cette quantité, quelque 4600 tonnes sont retenues dans les différents systèmes d'évacuation des eaux :

- dans des systèmes d'évacuation et de traitement des eaux de chaussée (SETEC) ;
- dans les boues des bassins de décantation et des bouches d'égout ;
- dans les boues d'épuration des stations d'épuration ;
- dans les sols des bas-côtés lors de l'évacuation par la banquette.

En fin de compte, environ 3400 tonnes de résidus d'abrasion des pneus pénètrent dans les eaux de surface.

Il en résulte que sur les 13 500 tonnes annuelles de résidus d'abrasion des pneus, 8900 sont libérées dans l'environnement. Étant donné que les résidus d'abrasion des pneus sont un conglomérat de trois groupes de substances, les émissions de *microplastiques* purs représentent chaque année, avec une part de 60 % de l'ensemble des particules issues de l'abrasion des pneus, environ 8100 tonnes et les apports dans l'environnement s'élèvent à près de 5300 tonnes (Steiner 2020, 2022).

En plus de l'abrasion des pneus, il existe diverses autres sources de microplastiques sur les *routes.* L'abrasion des semelles de chaussures, du marquage routier et des balais et des balayeuses, par exemple, génère également des émissions et des apports dans l'environnement. Les apports de ces sources sont moins importants que ceux de l'abrasion des pneus. Ils peuvent être retenus par les mêmes mécanismes de filtrage que les résidus de l'abrasion des pneus.

Les dispositions sur la protection des eaux imposent que les eaux de chaussée des routes très fréquentées soient traitées. Un raccordement au système de canalisation d'eaux mixtes ou à un SETEC permet de retenir en grande partie les résidus d'abrasion des pneus (cf. *point 5.2*). Pour les autres routes, les résidus d'abrasion des pneus sont, selon la situation, rejetés dans les eaux avec les eaux usées ou déposés sur le talus bordant la route. Par temps sec, notamment, ces particules sont mises en suspension dans l'air par le trafic. Elles sont ensuite déposées sur le talus bordant la route ou emportées par le vent sur de plus longues distances.

4.3 Littering et autres déchets plastiques éliminés de manière inappropriée

On appelle littering l'action consistant à abandonner ou à jeter négligemment de petites quantités de déchets urbains sur la voie publique sans utiliser les poubelles ou les postes de collecte prévus à cet effet. Le littering demeure une forme d'élimination illégale des déchets largement répandue et

représente en Suisse l'une des principales sources de macroplastiques dans l'environnement, occasionnant des dommages et des coûts considérables.

Une large majorité des produits à usage unique utilisés dans la restauration à l'emporter sont éliminés correctement avec les ordures ou recyclés après utilisation. Une petite partie est cependant rejetée par le biais du littering dans l'environnement, où elle se décompose lentement en microplastiques secondaires si les produits ne sont pas ramassés. Selon une étude récente, 98,8 % des produits en plastique destinés à la consommation à l'emporter (p. ex. sacs en plastique, emballages alimentaires, bouteilles à boissons, couverts jetables) sont éliminés correctement, tandis que 1,2 % se retrouvent dans l'environnement (Kawecki et Nowack 2019). L'étude estime que, chaque année, près de 18 500 tonnes de produits en plastique destinés à la consommation à l'emporter sont abandonnés (littering), dont environ 2700 tonnes finissent dans les sols et les eaux de surface suisses.

Une collecte de déchets réalisée sur les berges de lacs et de cours d'eau de toute la Suisse entre 2020 et 2021 a permis d'obtenir des données actuelles sur les déchets effectivement retrouvés dans la nature. Les calculs réalisés sur cette base montrent que 86 % des objets trouvés sont en plastique (Erismann et Erismann 2021).

Il s'avère que les *mégots de cigarettes* et leurs filtres sont, avec les emballages d'en-cas, les déchets les plus fréquemment abandonnés de la sorte dans l'environnement. Les filtres de cigarettes sont composés d'acétate de cellulose, une matière plastique guère biodégradable. De plus, les mégots contiennent de nombreux produits chimiques toxiques provenant du tabac à proprement parler, de sa culture (pesticides et engrais), de la fabrication de la cigarette ainsi que de la combustion de cette dernière. Ils libèrent ainsi dans l'environnement environ 4000 substances chimiques (p. ex. arsenic, nicotine, hydrocarbures aromatiques polycycliques et métaux lourds), qui peuvent être très toxiques par exemple pour les organismes aquatiques (Schäfer 2019).

Outre le littering, d'*autres modes d'élimination inappropriée* des déchets plastiques sont aussi à l'origine de dommages environnementaux en Suisse. Par exemple, 600 tonnes de cotons-tiges et d'autres produits d'hygiène jetés de manière inappropriée dans les toilettes sont rejetées chaque année dans les eaux usées, dont 10 tonnes se retrouvent effectivement dans les eaux de surface. La *mise en décharge illégale* de matières plastiques avec les ordures ménagères, qui représente 175 tonnes par an, constitue une autre source de déchets éliminés de manière inappropriée (Kawecki et Nowack 2019).

Le relevé des déchets collectés sur les berges de lacs et cours d'eau suisses de 2020 à 2021 a également mis en évidence la présence fréquente dans l'environnement d'objets en plastique provenant d'autres secteurs, comme des objets issus de la construction, de l'agriculture ou de l'industrie (p. ex. morceaux de polystyrène, autres morceaux de plastiques fragmentés, films industriels, granulés plastiques).

Les coûts de l'élimination des déchets abandonnés (littering) en Suisse ont fait l'objet d'un relevé en 2011 pour la dernière fois. Ils se montaient alors à près de 200 millions de francs par an, soit 150 millions de francs à la charge des communes et 50 millions à celle des transports publics. (Berger et Sommerhalder 2011). Les coûts pour les particuliers et notamment pour les exploitations agricoles n'ont pas été calculés dans ce contexte.

4.4 Matières plastiques dans les déchets verts

Les déchets verts comprennent les déchets biodégradables, comme les déchets de cuisine ou de jardin et les coupes de bois ou de gazon, qui sont collectés séparément par les communes. Ils sont livrés à des installations industrielles de compostage ou de méthanisation, où sont produits du compost et du digestat (engrais de recyclage) et du biogaz.

Du fait d'une élimination inappropriée, une quantité importante de matières plastiques arrive avec les déchets verts des ménages ou les déchets biodégradables des secteurs industriel et artisanal dans les installations de compostage et de méthanisation :

- Pour ce qui est des *ménages*, l'apport de matières plastiques résulte d'erreurs liées notamment à un manque de connaissances sur l'élimination correcte des déchets, de raisons de commodité (p. ex. élimination des denrées alimentaires dans leur emballage) ou d'une volonté d'éviter les coûts de l'élimination.
- Pour ce qui est des *secteurs industriel et artisanal*, l'apport de matières plastiques découle principalement des déchets alimentaires emballés. Les invendus sont en effet souvent éliminés, avec leur emballage, dans les déchets verts. À cela s'ajoutent les étiquettes autocollantes sur les fruits et les légumes (p. ex. autocollants de labels), qui contiennent également des matières plastiques.

La pureté du compost et du digestat varie fortement selon l'origine : le compost à partir de déchets de jardin est généralement moins pollué par des matières plastiques que le digestat issu de collectes mélangées de déchets verts, par exemple des déchets de jardin avec des déchets de cuisine et des restes de nourriture. La qualité des déchets verts est principalement compromise par la présence d'emballages alimentaires et de sacs plastiques. Malgré des processus de préparation et de tri complexes et coûteux, ces fragments de matières plastiques ne peuvent généralement pas être complètement éliminés des déchets verts, et donc du compost et du digestat. Les matières plastiques qui restent dans ces produits finaux se retrouvent par cette voie dans l'environnement.

Le recours accru aux *matières plastiques biodégradables* pour fabriquer des sacs, des emballages ou d'autres produits n'est en l'occurrence pas une solution pour réduire l'apport en matières plastiques. Du fait des propriétés des matériaux utilisés ainsi que des conditions ambiantes dans les installations de compostage et de méthanisation, ces objets ou ces emballages ne se décomposent souvent pas ou qu'en partie. De plus, il est impossible de distinguer visuellement les matières plastiques biodégradables des conventionnelles lors du processus de préparation et de tri (cf. *point 6.6*).

Une étude récente a mis en évidence que 6300 tonnes de matières plastiques se retrouvent chaque année dans les déchets verts (année de référence : 2013), dont 6200 tonnes sont éliminées lors du processus de préparation et de tri (Kawecki, Goldberg et Nowack 2021). Malgré ces étapes de nettoyage en amont, environ 100 tonnes de matières plastiques pénètrent ainsi chaque année dans les sols avec les engrais de recyclage, dont près de 70 tonnes se retrouvent sur des surfaces agricoles utiles, plus de 20 tonnes dans l'horticulture et quelque 5 tonnes chez les particuliers. Les déchets verts contaminés comptent ainsi parmi les sources les plus importantes de matières plastiques dans les sols. Bien qu'une valeur limite plus stricte soit applicable depuis 2016 aux matières plastiques dans le compost et le digestat, la part de substances étrangères (dont les matières plastiques) dans les déchets verts était trois à dix fois plus importante en 2018 qu'en 2000/2001 (Hüsch et al. 2018). Si le compost ou le digestat dépassent les concentrations de matières plastiques admises, ils doivent être incinérés dans des UIOM, ce qui engendre des coûts supplémentaires.

4.5 Fabrication et élimination

Au cours du processus industriel et artisanal de fabrication, de transport et d'élimination des produits en plastique, des pertes peuvent se produire (p. ex. pertes liées à la transformation, pertes de granulés pendant le transport ou le transvasement ou par le biais de l'abrasion des bandes transporteuses). Les émissions correspondantes surviennent principalement à proximité immédiate et en aval des sites de production. Une modélisation a mis en évidence que la quantité de microplastiques directement rejetés dans les sols en Suisse du fait du *processus de fabrication* s'élève à environ 70 tonnes par an. Une part

beaucoup plus faible (1 tonne) pénètre dans les eaux de surfaces via les eaux usées (Kawecki et Nowack 2019).

L'*élimination des déchets* et le *recyclage* contribuent également à la pollution aux microplastiques, à savoir par le broyage des déchets plastiques aux fins du recyclage. Des microplastiques se forment par ailleurs pendant le broyage de véhicules ou d'appareils électriques et électroniques. La modélisation pour la Suisse a chiffré à quelque 50 tonnes par an la quantité de microplastiques directement introduits dans les sols par l'ensemble des processus de recyclage, auxquelles s'ajoutent 40 tonnes supplémentaires qui parviennent sur les sols et dans les eaux par voie aérienne et 40 tonnes dans les eaux usées, dont 2 tonnes finissent également dans les lacs et cours d'eau. Près de 50 tonnes de macroplastiques sont rejetées directement dans les sols par des pertes dues au transport dans le cadre de l'élimination des déchets (Kawecki et Nowack 2019).

4.6 Construction

Chaque année, environ 3200 tonnes de matières plastiques sont générées pendant la construction et la démolition de bâtiments ainsi que pendant le transport des matériaux et des déchets depuis et vers les chantiers. Les émissions de microplastiques proviennent par exemple de l'installation et du retrait de matériaux isolants dans les habitations, de l'altération des façades des bâtiments ou du découpage de tuyaux. Le secteur de la construction occasionne de plus des émissions de macroplastiques, par exemple du fait de la fragmentation et de la dispersion d'isolants en polystyrène ou de déchets de construction et de démolition perdus pendant la déconstruction et le transport. Le nettoyage des routes permet de récupérer une part notable de ces déchets et de les éliminer de manière appropriée. De par les processus décrits, le secteur de la construction est à l'origine chaque année du rejet effectif d'environ 760 tonnes de macroplastiques et 150 tonnes de microplastiques dans l'environnement. (Kawecki et Nowack 2019).

4.7 Agriculture et exploitation forestière

L'agriculture et l'exploitation forestière recourent à différents produits en plastique, comme les protections pour les jeunes arbres. La majeure partie des apports dans l'environnement liés à ce secteur peut être imputable aux *films plastiques*, utilisés dans diverses applications telles que les films pour balles d'ensilage, les films de paillage et les films pour serres, les non-tissés et les films perforés ou encore les protections contre les intempéries et les toiles de paillage. Les matières plastiques sont également employées dans l'agriculture pour les systèmes d'irrigation dotés de conduites ou encore les liens pour balles de paille, par exemple.

Une étude a mis en évidence qu'environ 16 000 tonnes de plastiques sont épandues chaque année sur les surfaces agricoles (Kalberer, Kawecki-Wenger et Bucheli 2019), dont environ 160 tonnes restent effectivement sur les sols et dans ceux-ci[8]. Sur cette quantité, 80 tonnes proviennent du littering et 50 tonnes, d'engrais composés de digestat et de compost contaminés par des matières plastiques[9]. Les 30 tonnes restantes sont constituées notamment des films mentionnés ci-dessus, des liants en matière synthétique et des liens pour balles de paille. À titre d'exemple, les apports de matières plastiques dans les sols dus aux films de paillage en PE représentent jusqu'à 3 tonnes par an.

[8] Dans l'étude de Kawecki et Nowack (2019), un apport de matières plastiques d'environ 1000 tonnes par an a été modélisé sur la base de taux d'apport résultant de l'enfouissement des produits agricoles considérés d'après une étude française. Or cela ne correspond pas à la pratique courante en Suisse concernant l'utilisation de ce type de produits, si bien que ce chiffre doit être pris comme une valeur extrême.

[9] Selon une étude plus récente de Kawecki, Goldberg et Nowack (2021), près de 70 tonnes de matières plastiques sont déversées chaque année sur des surfaces agricoles par le biais d'engrais composés de digestat et de compost contaminés (cf. *point 4.4*).

Les films polluent l'environnement lorsqu'ils ne sont pas éliminés de manière appropriée (p. ex. s'ils sont laissés ou enfouis sur place) ou qu'ils s'usent pendant l'utilisation ou l'élimination. L'emploi de films dans l'agriculture présente cependant aussi des avantages, car ces films permettent de réduire la consommation d'eau et l'utilisation de pesticides. Il convient en l'espèce de distinguer les films de paillage en PE non biodégradables, qui doivent dans la mesure du possible être entièrement retirés après utilisation, des films de paillage biodégradables, qui doivent être incorporés dans les sols après utilisation pour une dégradation complète. Une autre source de microplastiques dans les sols sont les produits phytosanitaires et les engrais enrobés de polymères, qui délivrent des quantités dosées de substances actives et nutritives.

4.8 Terrains de sport et de jeux

En raison du vieillissement ou de l'usure des terrains de sport et de jeux (p. ex. terrains en gazon synthétique ou en tartan) ainsi que de leur entretien, des microplastiques primaires ou secondaires sont susceptibles d'être libérés dans l'environnement par le biais du ruissellement, du déneigement ou de la dispersion par le vent. Une étude récente (Patrick et al. 2022) a analysé de manière exhaustive la distribution et le remplissage des terrains de football en gazon synthétique en Suisse. C'est pourquoi les sections suivantes sont consacrées à ce type de terrain de sport.

S'agissant des terrains de *football* en gazon synthétique, la surface de jeu est composée d'un tapis de gazon artificiel généralement rempli de granulés plastiques[10]. Il existe également à l'heure actuelle bon nombre de terrains contenant des granulés de remplissage organiques (p. ex. liège) ou sans remplissage. Ces granulés de remplissage synthétiques, précisément, revêtent quantitativement une importance particulière pour l'environnement, car ils peuvent être transportés sous la forme de microplastiques primaires du fait des conditions météorologiques et des travaux d'entretien. Les phénomènes de vieillissement et d'usure génèrent en outre des microplastiques secondaires sous la forme de résidus d'abrasion du tapis de gazon artificiel et du remplissage, dont la taille est 10 à 100 fois plus petite que celle des granulés.

Il ressort de l'étude de Patrick et al. (2022) qu'environ 275 terrains sont dotés d'un remplissage de granulés plastiques et environ 100, d'un remplissage de granulés organiques, tandis que 125 n'ont pas de remplissage. Sur la surface totale des terrains en gazon artificiel dotés d'un remplissage synthétique, la quantité de granulés de remplissage en plastique et de résidus d'abrasion représente une masse de 8000 à 24 000 tonnes. Pour compenser la densification des granulés liée à l'utilisation et les pertes vers l'extérieur de la surface de jeu, 1,2 tonne (de <0,2 à 5 tonnes) de granulés plastiques sont rajoutés en moyenne tous les ans à chaque terrain avec un remplissage synthétique. Pour les terrains en gazon synthétique sans remplissage et ceux dotés d'un remplissage organique, les estimations tablent sur une quantité de résidus d'abrasion (microplastiques secondaires) allant de 1 à 4 tonnes par an. La part de ces résidus qui pénètre dans l'environnement n'est toutefois pas connue.

La quantité de microplastiques émis chaque année aux environs des terrains de jeux représente 0,05 à 2 % de la masse de remplissage totale. Elle devrait ainsi être comprise entre 50 et 600 kg par terrain en gazon synthétique et entre 14 et 165 tonnes au total pour l'ensemble des terrains de football en gazon artificiel avec remplissage synthétique (Weijer, Knol et Hofstra 2017, Association internationale équipements de sports et de loisirs (IAKS) 2019, Løkkegaard, Malmgren-Hansen et Nilsson 2019 (Revised), Regnell 2019, Verschoor, van Gelderen et Hofstra 2021). Les indications relatives aux émissions ne sont que de simples estimations et comportent de ce fait une grande part d'incertitude.

[10] Ces granulés de remplissage sont principalement composés de caoutchouc synthétique ainsi que de polymères et d'élastomères thermoplastiques. Des polymères couramment utilisés sont par exemple le caoutchouc styrène-butadiène (SBR), le caoutchouc éthylène-propylène-diène monomère (EPDM), l'élastomère thermoplastique (TPE) et le polypropylène (PP).

Il est difficile de savoir quelles sont les proportions rejetées dans les sols et les eaux et celles qui sont collectées et éliminées de manière appropriée avec les ordures, faute d'études fondées sur une large base de données. Cette difficulté s'explique notamment par la multiplicité des facteurs qui influencent la dispersion, comme l'intensité d'utilisation et l'entretien du terrain de sport, l'aménagement des abords et les conditions météorologiques. Plus de 80 % de l'ensemble des terrains étant situés à plus de 30 m d'eaux de surface, on peut supposer que le risque d'apport aérien de granulés plastiques est plutôt faible.

4.9 Ménages

En ce qui concerne les ménages, les microplastiques sont principalement générés lors du lavage et du port de vêtements synthétiques et de l'utilisation de cosmétiques. Les produits de nettoyage à usage domestique et professionnel contiennent également des microplastiques qui, après utilisation, peuvent être rejetés dans les eaux usées.

Le lavage de *textiles synthétiques* produit chaque année 80 tonnes de résidus d'abrasion de fibres, dont 5 tonnes se retrouvent dans les eaux de surface (Kawecki et Nowack 2019). Le port de textiles synthétiques libère aussi des fibres. Ces particules sont rejetées dans l'air ; une partie parvient dans l'air extérieur puis va ensuite se déposer sur les eaux et les sols. Cette dispersion aérienne explique la présence de fibres textiles jusque dans des régions isolées.

Les émissions de microplastiques dues aux agents exfoliants dans les *cosmétiques* sont estimées à 75 tonnes par an. Ces particules parviennent dans les eaux usées, où les mécanismes de rétention éliminent la majeure partie de ces microplastiques primaires. Cependant, en cas de fortes précipitations, des eaux usées non traitées sont déversées dans les eaux en raison de la surcharge hydraulique des stations d'épuration des eaux usées (STEP) et des réseaux de canalisations. À la sortie des STEP, une petite partie s'échappe dans l'environnement malgré le traitement. Les eaux de surface et les sols sont pollués chaque année par environ 3 tonnes de microplastiques provenant des cosmétiques. Ces mêmes processus sont également responsables du fait que des produits contenant des plastiques jetés dans les toilettes peuvent pénétrer dans les eaux par le biais des eaux usées. La quantité annuelle de ces produits d'hygiène contenant des plastiques rejetés dans les eaux usées se monte à 600 tonnes, dont 10 finissent dans les eaux de surface (Kawecki et Nowack 2019, Nowack et Kawecki-Wenger 2020).

5 Élimination et valorisation

5.1 Valorisation matière et valorisation thermique

Après la phase d'utilisation, les plastiques constituent des déchets (généralement sous forme de macroplastiques) et font l'objet, selon leur type, d'une valorisation *matière* (recyclage, cf. *point 5.4*) ou d'une valorisation *thermique* dans des UIOM et des cimenteries. Puisque la Suisse, contrairement à de nombreux autres pays, n'autorise plus la mise en décharge des déchets combustibles depuis 2000 déjà, tous les déchets plastiques doivent faire l'objet d'une valorisation matière ou thermique respectueuse de l'environnement.

Le *tableau 1* ci-après présente les filières de valorisation finale des 790 000 tonnes de déchets plastiques produits chaque année en Suisse.

Type de valorisation	**Quantité** (en tonnes)	**Part** (en %)
Valorisation thermique en UIOM (collecte des ordures et résidus de tri et de recyclage)	660 000	83
Matière recyclée (matière secondaire)	70 000	9
Valorisation thermique dans des cimenteries de la part non recyclable issue de la collecte séparée[11]	10 000	2
Exportation pour réutilisation, réutilisation en Suisse (principalement véhicules, appareils électriques et électroniques, textiles)	50 000	6
Total	**790 000**	**100**

Tableau 1 : Valorisation finale des déchets plastiques en Suisse (Klotz et Haupt 2022), année de référence : 2017

Grâce à ces processus de valorisation prescrits et au système de gestion des déchets et ses mécanismes de rétention performants, la majeure partie des déchets plastiques en Suisse est retenue et éliminée dans le respect de l'environnement. Les mesures de nettoyage efficaces dans l'espace public permettent d'assurer qu'une partie au moins des déchets plastiques abandonnés ou des résidus d'abrasion des pneus soit aussi éliminée de manière appropriée. Les apports de microplastiques et de macroplastiques dans les sols, les eaux de surface et l'air sont considérablement réduits par les mesures déjà mises en œuvre dans le cadre de la gestion des déchets urbains et des eaux usées.

5.2 Évacuation et épuration des eaux usées

La plus grande part des macroplastiques qui parviennent dans le système technique d'assainissement y sont éliminés, pour être ensuite valorisés thermiquement. Les STEP peuvent également extraire des eaux usées la majeure partie des microplastiques : bien que quelque 220 tonnes de microplastiques soient libérées par les textiles, les cosmétiques et d'autres applications, seules 15 tonnes se retrouvent

[11] D'autres fractions sont également valorisées thermiquement dans des cimenteries, mais ne sont pas répertoriées ici. Il ressort des chiffres clés publiés annuellement par l'Association suisse de l'industrie du ciment (cf. https://www.cemsuisse.ch/fr/kennzahlen/ ; dernière consultation le 14 juillet 2022), qu'en 2017, quelque 57 200 tonnes de matières plastiques et environ 39 500 tonnes de pneus usagés et de déchets de caoutchouc ont été valorisées thermiquement dans des cimenteries en tant que combustibles de substitution. On ignore cependant de quels secteurs proviennent ces déchets ainsi que la proportion de déchets importés. L'étude de Klotz et Haupt (2022) s'appuyant sur les chiffres de 2017, c'est cette année de référence qui a été retenue ici également.

dans les eaux. Le reste est éliminé dans les stations d'épuration, puis incinéré avec les boues d'épuration (Nowack et Kawecki-Wenger 2020).

Les *eaux usées* des ménages, de l'artisanat et de l'industrie sont traitées dans les STEP, où 90 à 97 % des microplastiques et des nanoparticules présents peuvent être éliminés. Les modélisations indiquent que le débit sortant de l'ensemble des STEP ne contribue que dans une faible mesure aux apports de matières plastiques dans les eaux de surface (Boucher et al. 2019). Les matières plastiques retenues par l'épuration des eaux usées finissent dans les boues d'épuration, qui représentent ainsi un puits de plastiques important. L'épandage des boues d'épuration sur les sols est interdit en Suisse depuis 2006. Les boues d'épuration sont valorisées thermiquement et ne constituent donc pas une voie d'apport des matières plastiques dans l'environnement, contrairement à la situation à l'étranger.

Les eaux de chaussée doivent, à partir d'une certaine charge (dépendant du trafic journalier moyen), être traitées et ne peuvent ainsi être déversées directement dans les eaux de surface ou s'infiltrer dans les eaux souterraines. Ce traitement peut s'effectuer soit via une évacuation par le bas-côté, les eaux de chaussée s'infiltrant dans le talus sur le bas-côté de la route, soit dans une installation spécifique (SETEC) ou dans une station d'épuration.

5.3 Élimination dans les centrales hydroélectriques

Les macroplastiques sont retenus avec des détritus flottants naturels dans les grilles des centrales hydroélectriques. Il incombe à l'exploitant d'éliminer correctement les détritus flottants recueillis, et par conséquent les déchets plastiques. La LEaux autorise des exceptions pour les chaînes de centrales successives : en l'occurrence, les centrales en amont peuvent rejeter dans l'eau les matières plastiques avec les détritus flottants naturels en aval. Seule la centrale la plus en aval est tenue d'éliminer correctement les détritus flottants contenant les déchets plastiques. Si le rejet de détritus flottants naturels est tout à fait judicieux sur le plan écologique, le rejet de matières plastiques est quant à lui problématique. En effet, les déchets plastiques peuvent subir un broyage mécanique sous l'effet des tourbillons qui se forment et les microplastiques secondaires ainsi créés sont susceptibles de se retrouver dans la chaîne alimentaire des poissons et autres animaux aquatiques.

Les cantons étant responsables de la surveillance de l'élimination, il manque encore une vue d'ensemble à l'échelle de la Suisse concernant les endroits et les tronçons où cette pratique a cours. Ainsi, l'ampleur et le degré de l'impact écologique de celle-ci sont encore mal connus. L'Office fédéral de l'environnement (OFEV) est conscient que cette pratique est par exemple appliquée sur certains tronçons de l'Aar et du Rhin, sur longueur d'environ 100 km.

Pour clarifier l'éventuelle nécessité de réviser la base légale en vigueur aux fins de la protection des écosystèmes, il serait nécessaire de connaître, d'une part, l'ampleur de l'atteinte et le degré de détérioration de ces derniers et, d'autre part, les conséquences économiques d'une adaptation de l'exploitation de telles installations.

5.4 Recyclage

Sur les 790 000 tonnes de déchets plastiques produits chaque année, environ 120 000 sont collectées en tant que fractions spécifiques de matières plastiques au moyen de collectes séparées. Sur cette masse, environ 70 000 tonnes sont récupérées sous forme de matière recyclée (recyclat) et quelque 10 000 tonnes sont réutilisées en Suisse ou à l'étranger (année de référence : 2017). La réutilisation concerne surtout les textiles mais aussi, dans une moindre mesure, des pièces détachées de véhicules automobiles et des pièces d'appareils électriques et électroniques. Les quantités restantes issues des

collectes séparées sont valorisées thermiquement dans des cimenteries (10 000 tonnes) et des UIOM (30 000 tonnes) (Klotz et Haupt 2022).

En 2020, environ 36 000 tonnes de *bouteilles à boissons en PET* ont été valorisées en Suisse, ce qui représente un taux de valorisation matière de 82 % (OFEV 2021a).

Dans le cadre d'une enquête réalisée en 2020 par PET-Recycling Schweiz, presque la moitié des plus de 600 communes interrogées ont indiqué proposer dans leurs postes de collecte une *collecte séparée supplémentaire de matières plastiques* en plus des bouteilles à boissons en PET (p. ex. matières plastiques mélangées et/ou bouteilles en plastique). Les collectes mélangées de matières plastiques sont généralement organisées en collaboration avec des prestataires privés. Le plus souvent, seule la moitié de ces déchets peut faire l'objet d'une valorisation matière du fait de l'importante hétérogénéité des plastiques collectés et de la diversité des additifs employés. Le commerce de détail a, de plus, mis en place une collecte séparée des bouteilles en plastique avec bouchon (p. ex. bouteilles de shampooing, de détergents ou de lait) en vue d'une valorisation matière.

Il existe en outre un système de collecte pour le polystyrène expansé (EPS) aussi bien pour les ménages (p. ex. blocs de polystyrène utilisés dans les emballages d'expédition) que pour l'industrie (p. ex. chutes générées dans le cadre de l'utilisation de matériaux isolants). Les *emballages non destinés aux consommateurs*, comme les films d'emballage tertiaire ou les caisses de transport, utilisés dans le commerce de détail, l'industrie et le secteur de la restauration sont dans certains cas collectés séparément par des entreprises d'élimination, voire par le biais de systèmes de sacs. Les prestataires dans le secteur de la construction exploitent également des systèmes de collecte de films en PE pour le secteur de la construction (Klotz et Haupt 2022).

Outre le secteur de l'emballage, des systèmes de collecte séparée des déchets plastiques sont également mis en place pour les *produits d'autres segments* (cf. *point 3.2* concernant les déchets dits « post-consommation »). Il existe ainsi dans le secteur de la construction des systèmes de collecte séparée pour les revêtements de sol, les cadres de fenêtres et les membranes d'étanchéité de toitures en PVC ainsi que pour les tubes de protection de câbles en PE. En ce qui concerne les véhicules hors d'usage, il arrive dans certains cas que les pare-chocs soient démontés en vue d'un recyclage. Dans le cas de la collecte séparée des appareils électriques et électroniques, les entreprises de valorisation recyclent les types de plastiques qui s'y prêtent. Dans l'agriculture, les films pour balles d'ensilage sont recyclés. Les plastiques ménagers et les jouets sont en partie collectés dans les sacs de collecte pour les déchets plastiques mélangés provenant des ménages (Klotz et Haupt 2022).

Les matières plastiques utilisées dans *l'industrie, l'artisanat et l'agriculture* produisent des déchets généralement homogènes, disponibles en grandes quantités et le plus souvent propres. Ces déchets se prêtent donc aisément au recyclage. Ce potentiel n'est pourtant pas entièrement exploité : seuls 20 % environ des films en PE issus de l'industrie, de l'artisanat et de l'agriculture sont effectivement recyclés (Klotz et Haupt 2022).

En principe, le recyclage doit être préféré à la valorisation énergétique, car l'énergie utilisée initialement pour la fabrication de la matière plastique (dite « énergie grise ») n'est pas perdue. Différents écobilans ont pu le démontrer. Les collectes différenciées par types de matières plastiques se traduisent par un taux de recyclage plus élevé que celles de plastiques en vrac, qui doivent d'abord être triés dans des centres correspondants. Seule une partie de ces matières plastiques triées se prêtent au recyclage, et le reste est valorisé thermiquement.

C'est là que le *recyclage chimique* pourrait intervenir. En complément au recyclage matière, il permet d'éliminer les polluants et de valoriser les matériaux des déchets difficilement recyclables ou fortement souillés (p. ex. déchets restants après le tri et la préparation, déchets plastiques mélangés). Contrairement au recyclage matière, qui préserve la structure de polymère de la matière plastique, ce

processus décompose les polymères des plastiques en composants de base (monomères ou éléments chimiques de base). Le recyclage chimique inclut des procédés tels que la pyrolyse, la gazéification ou la liquéfaction (p. ex. conversion des plastiques en huile). Les produits du recyclage chimique peuvent, après traitement, de nouveau être employés dans l'industrie chimique ou dans la fabrication de matières plastiques. Certains sont également transformés en carburant ou en huile de chauffage. L'utilisation en tant qu'agent énergétique ou carburant ne présente cependant guère d'avantages d'un point de vue écologique par rapport à la valorisation thermique. En effet, comme dans le recyclage matière, le degré de souillure et l'hétérogénéité des déchets soumis au recyclage chimique nécessitent des opérations de préparation coûteuses en ressources et génèrent des rebuts. Selon l'office allemand de l'environnement, il convient d'éviter une redirection des flux de matières qui sont aujourd'hui valorisés par le recyclage matière vers le recyclage chimique, car il y a lieu de considérer à l'heure actuelle que les procédés de valorisation des matériaux, qui sont techniquement beaucoup moins complexes, sont bien plus avantageux d'un point de vue écologique (Vogel, Krüger et Fabian 2020). En Suisse, quelques projets ont été réalisés par le passé, sans toutefois pouvoir être mis en œuvre à l'échelle industrielle.

5.5 Exportations de déchets plastiques

La Convention de Bâle règle depuis 1989 les mouvements transfrontières de tous les déchets ainsi que la licéité et le contrôle des exportations de déchets dangereux. De plus, la Suisse ne peut exporter ses déchets visés par la convention que vers des États membres de l'Organisation de coopération et de développement économiques ou de l'UE. En sus d'autres exigences, l'OFEV autorise ces exportations uniquement si la filière d'élimination des déchets à exporter est connue, et si l'élimination (valorisation) est respectueuse de l'environnement et correspond à l'état de la technique en Suisse.

Jusqu'à la fin 2020, les déchets plastiques solides exempts de substances dangereuses et non mélangés à d'autres déchets pouvaient être exportés sans autorisation vers des États qui sont Parties à la Convention de Bâle à des fins de valorisation. Jusque-là, ces déchets n'étaient pas soumis à une obligation de déclaration en vertu de la Convention de Bâle ou de l'ordonnance sur les mouvements de déchets (RS *814.610*). Selon les statistiques de l'Administration fédérale des douanes (AFD 2020), les déchets plastiques étaient presque exclusivement exportés vers l'UE, la majeure partie vers les pays voisins de la Suisse. Cependant, avant la fin 2020, il ne pouvait être exclu que des déchets plastiques exportés finissent dans des pays qui ne disposent pas des infrastructures suffisantes pour les traiter d'une manière respectueuse de l'environnement.

Depuis le 1er janvier 2021, les déchets plastiques mélangés et les déchets plastiques purs (uniquement en cas de valorisation thermique pour ces derniers) sont classés dans le cadre de la Convention de Bâle comme des déchets demandant un examen spécial, et sont de ce fait soumis eux aussi au système de contrôle. Ainsi, tous les États concernés (États d'exportation, États de transit et États d'importation) doivent désormais donner leur accord préalable aux transports transfrontières prévus. D'après les chiffres provisoires de l'OFEV, environ 11 800 tonnes de déchets plastiques mélangés soumis à autorisation et provenant des ménages ont été exportés vers l'Allemagne et l'Autriche en 2021.

L'étude de Klotz et Haupt (2022) a analysé les flux de matières des déchets plastiques exportés de Suisse pour l'année 2017, en s'intéressant uniquement aux déchets post-consommation. Il en ressort qu'environ 10 500 tonnes de déchets en PE, par exemple des bouteilles en plastique avec bouchon pré-triées ou des déchets provenant de l'industrie et de l'artisanat collectés séparément tels que des caisses et des films, ont été exportées en vue d'être recyclées. À ces exportations s'ajoutent près de 2500 tonnes de déchets en PVC provenant du secteur de la construction, comme des revêtements de sol, des profilés de fenêtres et des membranes d'étanchéité de toitures. La quantité de déchets plastiques mélangés exportés en 2017 s'élevait à 26 000 tonnes. Ces déchets incluent par exemple des bouteilles en plastique avec bouchon collectées séparément et des mélanges de déchets provenant

des ménages exportés pour être triés, ou encore des matières plastiques issues d’appareils électriques et électroniques broyés en Suisse.

6 Charge environnementale

Les matières plastiques sont présentes partout dans l'environnement. Les raisons en sont notamment la consommation importante de produits en plastique, leur usure non intentionnelle durant l'utilisation ou encore leur élimination parfois inappropriée. Les produits contenant intentionnellement des microplastiques constituent une autre source d'apports dans l'environnement. Les quantités réellement introduites dans celui-ci (apports) peuvent être équivalentes aux quantités libérées (émissions) ou leur être inférieures grâce à des mécanismes de rétention et à l'élimination (cf. également *figure 1*).

Sous l'effet de processus naturels, les matières plastiques se désintègrent en fragments toujours plus petits, qui sont ensuite largement disséminés. C'est la raison pour laquelle les *microplastiques*, en particulier, se retrouvent sur tous les continents et dans tous les compartiments environnementaux : dans les océans, la glace de l'Arctique, les montagnes, les rivières, les lacs, les sédiments, les sols, ainsi que dans l'air. En Suisse également, des mesures ont démontré la présence de microplastiques même dans des endroits géographiquement isolés. Les aquifères suisses sont le seul milieu où des microplastiques n'ont pas encore été détectés à ce jour. Les matières plastiques s'accumulent dans les sols, dans les sédiments des lacs et cours d'eau et dans les océans, où les taux de dégradation sont nettement inférieurs aux taux d'apport dans l'environnement.

La *quantification* des apports dans chaque compartiment environnemental est difficile. Les seules données fiables disponibles aujourd'hui ne sont que rudimentaires et résultent principalement de modélisations. En raison des différentes méthodes d'analyse, les valeurs mesurées en Suisse dans diverses études sont actuellement encore difficiles à comparer. Alors que les apports de plastiques dans les eaux ont déjà fait l'objet d'une grande attention, les apports dans les sols ont été jusqu'à présent plutôt négligés.

6.1 Puits

Par puits, on entend les endroits et les processus où les matières plastiques demeurent pour une période prolongée et s'accumulent (sites d'accumulation). Il s'agit par exemple des océans, des sédiments de ceux-ci, de lacs et de cours d'eau ainsi que des sols. Les boues d'épuration sont également considérées comme un puits, car c'est là que se retrouvent les plastiques retenus par le traitement des eaux usées. Cependant, comme les boues d'épuration doivent être valorisées thermiquement en Suisse, les matières plastiques qu'elles contiennent ne peuvent plus se retrouver dans l'environnement. Les matières plastiques collectées dans le cadre du nettoyage des espaces publics forment un autre puits. Elles sont elles aussi incinérées et ne parviennent donc pas non plus dans l'environnement. Un dernier puits est constitué par les installations de traitement des eaux de chaussée (cf. *point 5.2*).

6.2 Sols

Les matières plastiques parviennent sur les sols et dans ceux-ci par des voies d'apport directes, par exemple par le littering ou la fragmentation de films plastiques sur les surfaces agricoles, mais aussi par des voies d'apport indirectes, notamment par l'infiltration d'eaux de pluie tombées sur les routes et polluées par des résidus d'abrasion des pneus. Enfin, des plastiques peuvent aussi être transportés par le vent et les eaux avant d'arriver sur les sols ou dans ceux-ci (cf. *point 4.1*). Une fois introduites dans le sol, les matières plastiques restent pour ainsi dire immobiles et se désagrègent lentement en microplastiques.

Il n'existe pas, à l'heure actuelle, de méthode standardisée visant à déterminer la nature et les quantités de matières plastiques présentes dans les sols. Dans l'ensemble, les modélisations indiquent que les apports de matières plastiques dans les sols suisses sont bien plus élevés que les apports dans les eaux et dans l'air. Une étude suisse portant sur les sept types de matières plastiques les plus utilisés (hors résidus d'abrasion des pneus) a ainsi conclu que les apports dans les sols sont 40 fois plus élevés que les apports dans les eaux (Kawecki et Nowack 2019). Selon la modélisation, l'apport annuel sur les sols et dans ceux-ci est estimé à 4400 tonnes de macroplastiques et à 600 tonnes de microplastiques. À cela s'ajoutent chaque année quelque 5500 tonnes de résidus d'abrasion des pneus (dont 60 % de microplastiques) qui sont emportées sur de vastes distances et pénètrent dans les sols sous la forme d'apports diffus (Steiner 2020, 2022).

Il est probable que les microplastiques sont présents dans la quasi-totalité des sols suisses. La présence de microplastiques a en effet été détectée dans 90 % des échantillons prélevés sur des sols alluviaux dans des réserves naturelles (Scheurer et Bigalke 2018) et il est ressorti d'une analyse des flux de matières que la concentration de plastiques dans la couche supérieure des sols agricoles (0-25 cm) est d'environ 200 mg/kg (Kalberer, Kawecki-Wenger et Bucheli 2019).

6.3 Eaux

Les cours d'eau et les lacs suisses contiennent en moyenne autant de particules de microplastiques que les autres eaux en Europe. En Suisse, on trouve des macroplastiques et des microplastiques dans tous les cours d'eau et lacs étudiés.

Les macroplastiques présents dans les eaux sont principalement dus au littering, tandis que les microplastiques proviennent majoritairement de l'abrasion des pneus, des fibres de textiles synthétiques et des cosmétiques, où ils sont utilisés intentionnellement. Le traitement des eaux de chaussée et des eaux usées des ménages, de l'industrie et de l'artisanat dans des STEP permet de réduire fortement les apports de plastiques dans l'environnement, sans toutefois les éviter totalement.

Selon une modélisation portant sur les sept types de matières plastiques les plus utilisés en Suisse, l'apport annuel dans les eaux de surface est estimé à 110 tonnes de macroplastiques et à 15 tonnes de microplastiques. On chiffre par ailleurs à 3400 tonnes (dont 60 % de microplastiques) la quantité de résidus d'abrasion des pneus qui parvient chaque année dans les eaux de surface (Steiner 2020, 2022).

6.4 Air

Les microplastiques peuvent être libérés dans l'air par la mise en suspension de particules, en partie également sous forme de poussières fines. Si les particules de plastiques ne représentent qu'une petite part de la charge en poussières fines, elles peuvent contenir des polluants organiques et inorganiques. Il peut s'agir d'additifs délibérément ajoutés lors de la production ou de polluants environnementaux qui s'adsorbent sur les particules de plastiques (p. ex. métaux lourds).

La *circulation routière* est la source principale des microplastiques présents dans l'air : les pneus, les plaquettes de frein et les marquages routiers se composent notamment de matières plastiques qui sont libérées dans l'air par abrasion et mise en suspension des particules. La proportion de poussières fines respirables[12] due à l'abrasion des pneus est de l'ordre d'un pourcentage à un chiffre. Les particules

[12] Sont appelées poussières fines respirables (PM10 et PM2,5) les particules dont le diamètre est inférieur respectivement à 10 et à 2,5 millièmes de millimètre. Elles peuvent donc pénétrer profondément dans les plus petites ramifications des poumons, puis dans les vaisseaux sanguins et lymphatiques. Leur structure leur permet d'accumuler d'autres substances toxiques.

mesurent en règle générale entre 2,5 et 40 micromètres et il est difficile, du point de vue métrologique, de détecter la présence de particules de plastiques si petites.

Les microplastiques ne s'accumulent pas dans l'air. En fonction des conditions de vent, les microplastiques et les fragments de macroplastiques abandonnés sont transportés sur des distances plus ou moins longues. Le temps passé dans l'air varie de quelques minutes à plusieurs semaines.

6.5 Océans

Chaque année, près de 12 millions de tonnes de matières plastiques finissent dans les océans du monde entier. Elles y parviennent par le biais des fleuves, des eaux usées, de l'air et des marées ou y sont directement rejetées (p. ex. par l'élimination directe des déchets depuis des bateaux). Les matières plastiques se dégradent difficilement dans les océans. Elles se désintègrent en microplastiques, qui sont transportés sur de longues à très longues distances par les courants marins et peuvent former des « tapis de déchets ». Les particules de plastiques sont présentes dans tous les océans et toutes les mers et à toutes les profondeurs – même au fond des fosses sous-marines. On estime que 94 % des matières plastiques finissent au fond des océans, où elles s'accumulent. Le reste se retrouve sur les plages (5 %) ou à la surface (1 %) (Eunomia 2016).

Près de 150 millions de tonnes de matières plastiques se trouvent déjà dans les océans. Cette pollution importante des mers s'explique en premier lieu par l'insuffisance ou l'absence des systèmes de gestion des déchets, principalement en Asie et en Afrique. Une grande partie des matières plastiques (9 millions de tonnes par an, en particulier des pièces de grande taille telles que des bouteilles ou des emballages) provient des régions littorales dans un rayon de 50 km de la mer. Depuis l'intérieur des terres – dont la Suisse –, 0,5 million de tonnes de matières plastiques sont rejetées chaque année dans les océans. Selon les estimations, près de 20 tonnes de microplastiques provenant de la Suisse parviennent chaque année dans les océans par les fleuves. En mer, près de 1,75 million de tonnes de déchets plastiques résultent de la pêche et de la navigation. À cela s'ajoutent 0,95 million de tonnes de microplastiques, principalement des résidus d'abrasion des pneus, des granulés plastiques et des résidus d'abrasion des fibres textiles synthétiques (Eunomia 2016). Les peintures provenant de différents domaines d'application, comme les bâtiments ou les véhicules, constituent une autre source importante d'apports de matières plastiques dans les océans. Une récente étude (Paruta, Pucino et Boucher 2021) a évalué à près de 2 millions de tonnes la quantité de microplastiques issus de peintures qui parviennent dans les océans. Cette contribution, sous-estimée jusqu'ici, semble ainsi être plus importante que les apports liés aux sources que l'on considérait auparavant comme les principales responsables, comme les résidus d'abrasion des pneus et des fibres textiles.

6.6 Dégradation

Les matières plastiques sont considérées comme persistantes, car elles ne se dégradent que très lentement dans l'environnement. Elles peuvent ainsi y rester des dizaines, voire des centaines d'années. La dégradation se déroule normalement en plusieurs étapes : elle commence par la fragmentation des particules de plastiques en petits morceaux, qui sont ensuite transformés en plus petites molécules sous l'effet des rayons UV et de processus chimiques et biologiques, puis sont minéralisés. En particulier, la biodégradation des plastiques courants est très lente dans un environnement naturel, mais aussi lors du compostage et de la méthanisation.

La *fragmentation* résulte d'une interaction complexe de facteurs biotiques et abiotiques : biodégradation en surface par les microorganismes, fragilisation par les rayons UV, broyage par les vagues, abroutissement par les animaux et bien d'autres facteurs. Au cours de la biodégradation, les

composants des plastiques sont minéralisés par les microorganismes. Les petites particules sont complètement décomposées et les plus grosses particules le sont uniquement en surface.

La *voie et la vitesse de dégradation* dépendent de facteurs abiotiques et biotiques, ainsi que de la composition de la matière plastique elle-même. Des particules de plastiques datant de plus de 60 ans, au vu de leur composition, ont été trouvées sur les rives du Léman. Le temps nécessaire à la dégradation peut varier d'un facteur 1000 selon que les polymères sont difficilement ou facilement biodégradables, et peut encore augmenter en fonction des additifs (Bertling, Bertling et Hamann 2018). Il n'a pas été établi avec certitude si le polymère s'est réellement décomposé au cours de la période de l'étude ou si la perte de poids était uniquement due à l'élimination des additifs par lessivage.

La confusion entre les matières plastiques biosourcées, biodégradables et oxo-dégradables est fréquente. On les appelle communément « bioplastiques », à tort, puisqu'il s'agit bien de matières plastiques de différentes origines, qui présentent des propriétés différentes.

- Les *plastiques biosourcés* sont fabriqués à partir de la biomasse (p. ex. algues, bactéries, plantes), et ainsi à partir de matières premières renouvelables. Cependant, le matériau de départ ne dit rien sur la capacité de dégradation de la matière plastique.
- Les *plastiques biodégradables* sont principalement utilisés pour des articles à usage unique (p. ex. des assiettes), les sacs à compost ou dans l'agriculture. Ils sont décomposés par des microorganismes présents dans la nature en eau, en dioxyde de carbone et en biomasse, et devraient donc se dégrader beaucoup plus vite dans l'environnement que les plastiques conventionnels. Cependant, ce processus n'est généralement possible que dans des installations industrielles de méthanisation ou de compostage, car seules ces installations réunissent les conditions nécessaires à une décomposition complète (p. ex. température). De plus, tous les plastiques biodégradables ne se prêtent pas à une élimination et à une valorisation dans ce type d'installations : la valorisation est en effet compliquée par le fait qu'il est difficile pour les exploitants de déterminer si les matières plastiques contenues dans les déchets verts se prêtent ou non à une dégradation dans leur installation. Les matières plastiques inadaptées ne sont pas complètement dégradées dans l'installation. Lorsque des plastiques biodégradables sont rejetés dans l'environnement, la dégradation dans les sols et les eaux est généralement très lente et incomplète ; il peut même arriver qu'ils ne se dégradent pas davantage. À cela s'ajoute le fait que la décomposition de matières plastiques biodégradables ne contribue pas à la formation d'humus ou à un gain de nutriments et ne présente donc aucune valeur ajoutée. C'est pourquoi la valorisation thermique et la méthanisation dans des installations industrielles sont en règle générale plus intéressantes que le compostage, car elles permettent au moins d'utiliser les ressources à des fins énergétiques.
- Les *plastiques oxo-dégradables* sont des plastiques conventionnels contenant des additifs qui accélèrent la fragmentation en petits morceaux dans un environnement naturel, mais pas le processus de dégradation et de minéralisation. Les particules de microplastiques qui résultent de la fragmentation ne sont pas complètement biodégradables dans un délai raisonnable, ni dans les conditions naturelles, ni dans les conditions de compostage. Les grandes entreprises commerciales suisses ont donc délibérément évité l'utilisation de ces matières plastiques, qui ne sont de ce fait pas très répandues en Suisse, contrairement aux pays du Moyen-Orient et d'Amérique du Sud (Wiesinger et al. 2020 ; cf. aussi motion 19.4182[13]). Les matières plastiques oxo-dégradables sont interdites dans l'UE depuis juillet 2021, et en Suisse également depuis le 1er avril 2022.

[13] Motion Chevalley 19.4182 « À quand une interdiction des plastiques ‹ oxo › ? ».

7 Effets

Les effets des plastiques sur les êtres humains, les animaux, les organismes et les écosystèmes entiers sont divers, complexes et encore mal compris.

- Les *macroplastiques*, à savoir les morceaux de plastiques abandonnés ou flottants, peuvent blesser les animaux, qui peuvent par exemple s'enchevêtrer dans des filets de pêche ou mourir de faim du fait de l'accumulation de morceaux de plastiques dans leur estomac.
- Les *microplastiques* peuvent déclencher différents effets physiques et chimiques, comme une modification des propriétés du sol ou un retard de croissance et une baisse de la reproduction chez les vers de terre. Ces effets sur les organismes ont cependant été observés en laboratoire, avec une exposition à des concentrations relativement élevées de plastiques. Les concentrations détectées à ce jour dans l'environnement restent bien inférieures. Il convient cependant de noter que les effets ne dépendent pas seulement des concentrations, mais aussi de la nature et de la taille des particules ainsi que des composants chimiques qu'elles contiennent (additifs) et des polluants adsorbés, lesquels peuvent provoquer des effets toxiques.

7.1 Effets sur l'environnement

On retrouve dans l'environnement une grande variété de matières plastiques et il ne fait aucun doute que tous les plastiques constituent une atteinte à l'environnement du simple fait de leur persistance. S'ils ne font pas partie d'une analyse de risque classique, les effets sur les *écosystèmes* sont pertinents d'un point de vue écologique. Par exemple, des animaux ou des microorganismes accrochés à des morceaux de plastiques peuvent être déplacés vers de nouveaux sites, ou des polluants contenus dans des matières plastiques ou liés à ces dernières peuvent être diffusés par le transport de ces morceaux de plastiques. La baisse d'activité des vers de terre peut en outre réduire la fertilité du sol.

Jusqu'ici, les recherches ont accordé une plus grande attention aux écosystèmes aquatiques qu'aux écosystèmes terrestres (de Souza Machado et al. 2018). Cette différence tient également au fait qu'il est plus complexe d'isoler et de détecter des microplastiques dans la matrice solide d'un échantillon de sol que dans un échantillon d'eau. De ce fait, la pollution du sol a vraisemblablement été sous-estimée jusqu'à présent.

7.1.1 Animaux

Les matières plastiques peuvent porter atteinte aux animaux de différentes manières. En particulier, certaines eaux côtières et zones marines sont aujourd'hui tellement polluées par les matières plastiques que les animaux marins sont en danger. Les poissons, les oiseaux ou les tortues peuvent s'emmêler dans les morceaux de plastiques de plus grande taille ou s'étrangler avec ceux-ci. Les plastiques ingérés provoquent de fausses sensations de satiété dans le tractus gastro-intestinal, si bien que les animaux réduisent leur prise alimentaire, manquent d'énergie et peuvent aller jusqu'à mourir de faim. De faibles quantités de microplastiques ont été trouvées dans le tube digestif d'oiseaux et de poissons aussi en Suisse (Faure et de Alencastro 2014). D'autres animaux sauvages, ainsi que les animaux de rente, peuvent également absorber de grands morceaux de plastique.

L'absorption se fait principalement par la nourriture et, chez les poissons, également par la respiration branchiale. Les microplastiques ingérés peuvent également entrer dans la chaîne alimentaire et ainsi s'accumuler dans les organismes aquatiques de plus grande taille, comme cela a été démontré chez des crustacés conchylivores, par exemple (Yong, Valiyaveettil et Tang 2020). Il est prouvé qu'une proportion importante des microplastiques ingérés par les poissons ou les invertébrés est excrétée directement, cette part dépendant de l'espèce et de la forme des microplastiques. L'absorption et la

translocation de très petites particules de microplastiques (< 5 µm) à travers le tissu intestinal ont été observées chez divers mollusques et poissons. Toutefois, le mécanisme sous-jacent ainsi que la taille maximale des particules ne sont toujours pas assez connus et doivent encore être étudiés plus en détail (Burns et Boxall 2018). Une baisse de la reproduction a été observée chez les poissons dont l'alimentation avait été enrichie en microplastiques (Cormier et al. 2021).

7.1.2 Écosystèmes

En vue de procéder à une première évaluation des risques liés aux microplastiques dans les *lacs et cours d'eau du monde entier,* une comparaison a été réalisée entre les concentrations de microplastiques réelles mesurées dans le cadre de différentes études et les valeurs limites[14] s'agissant des effets toxiques potentiels chez divers organismes (Adam, Yang et Nowack 2019). Les travaux portant sur l'écotoxicité se concentraient essentiellement sur les poissons d'eau douce et d'autres organismes aquatiques. L'étude concluait qu'en Europe, les organismes aquatiques ne sont pas (encore) gravement menacés à ce jour.

Eu égard aux concentrations de microplastiques mesurées jusqu'ici dans les *eaux suisses*, rien n'indique non plus une mise en danger des organismes aquatiques (Faure et de Alencastro 2014). Les atteintes réelles sont toutefois sous-estimées, car les techniques d'analyse actuelles ne détectent pas les très petites particules et l'impact effectif sur les organismes a été peu étudié. De plus, les études écotoxicologiques ont souvent été menées avec des microplastiques primaires non vieillis, alors que ce sont principalement des microplastiques secondaires, vieillis et recouverts de produits chimiques qui se retrouvent dans l'environnement. On suppose en outre que compte tenu de la poursuite de la fragmentation et de la libération d'additifs, la toxicité maximale des plastiques actuellement présents dans l'environnement n'a pas encore été atteinte (Rillig et al. 2021). Des travaux de recherches complémentaires sont nécessaires concernant ces aspects. Il convient de plus de déterminer si les conclusions des études portant sur des microplastiques primaires sont transposables aux microplastiques secondaires que l'on retrouve dans l'environnement.

Les effets des microplastiques sur les *sols* et la fertilité de ces derniers (p. ex. du fait des atteintes aux organismes vivant dans le sol) sont encore mal connus. Les effets constatés jusqu'à présent sur les organismes vivant dans le sol ont toutefois été mesurés dans des conditions de laboratoire et non dans des conditions naturelles, car il est encore très difficile de déterminer les quantités de matières plastiques présentes dans les sols.

Une estimation approximative a été réalisée pour les *sols agricoles* dans le cadre d'une étude suisse (Kalberer, Kawecki-Wenger et Bucheli 2019). Une concentration dans le sol de 0,2 g/kg a été calculée à partir des quantités de matières plastiques introduites (cf. *point 6.2*), puis comparée aux études écotoxicologiques de la littérature scientifique. On y trouve des effets négatifs sur les organismes du sol à partir d'une concentration de 1 g/kg. Il en ressort qu'aucun risque n'est identifié à l'heure actuelle. Toutefois, cette estimation comporte une grande part d'incertitude, car il n'existe actuellement aucune méthode d'essai standardisée. Les comparaisons entre des données issues de collectes non standardisées doivent donc être interprétées avec beaucoup de prudence. Par contraste, une étude étrangère menée sur des vers de terre a observé des effets négatifs dans l'intestin ainsi qu'une réponse immunitaire dès une concentration de 0,06 g de microplastiques par kg de sol (Rodríguez-Seijo et al. 2017), ce qui montre que les effets négatifs des concentrations dans l'environnement doivent être étudiés de plus près.

[14] La définition de la valeur limite et l'évaluation ultérieure des risques présentées dans l'étude de Adam, Yang et Nowack (2019) ne correspondent pas à celles prévues dans la directive-cadre européenne sur l'eau (directive 2000/60/CE) et l'ordonnance sur la protection des eaux (RS *814.201*).

Des recherches devront aussi montrer si certaines *plantes (notamment cultivées)* absorbent les microplastiques, comment ces microplastiques agissent sur les plantes et si l'être humain peut absorber des microplastiques en consommant des plantes cultivées. Dans le cadre d'une étude, un sol d'essais a été exposé à six types de microplastiques, avant que des plantules d'oignons verts n'y soient plantées. Les chercheurs ont constaté de fortes réactions chez les plantes sur les sols pollués. D'importantes modifications des propriétés physiques du sol ont ainsi été observées, qui ont eu des effets défavorables sur les caractéristiques des racines et des feuilles ainsi que sur la biomasse végétale (de Souza Machado et al. 2019).

7.1.3 Défis

Globalement, l'Agence européenne des produits chimiques (ECHA) a conclu en 2019 qu'aucune évaluation finale des risques n'était actuellement possible et qu'il ne pouvait être exclu que des effets dus aux particules de plastiques se produisent actuellement ou à l'avenir. Les estimations des risques mentionnées précédemment mettent en évidence les défis et les réserves suivants.

- Les *concentrations* sont amenées à augmenter à l'avenir, si des matières plastiques continuent à être rejetées dans l'environnement. Les plastiques sont persistants et s'accumulent de ce fait dans celui-ci, dont il devient quasiment impossible de les éliminer (en particulier les microplastiques). Sur le long terme, les macroplastiques se décomposent en microplastiques secondaires et peuvent ainsi provoquer potentiellement d'autres effets. Les concentrations environnementales de particules de très petite taille sont très rarement mesurées et sont par conséquent probablement sous-estimées. Il ne peut être exclu que les concentrations de plastiques dans l'environnement augmentent à l'avenir à un niveau tel qu'elles provoqueront des effets.
- Comme il n'existe actuellement aucune *méthode de mesure* standardisée, les résultats des différentes études doivent être interprétés et comparés avec prudence.
- Il est difficile de définir des *valeurs limites* écotoxicologiques. Le nombre d'espèces animales prises en compte est insuffisant, on manque d'études sur les microplastiques tels qu'ils sont effectivement présents dans l'environnement et les données sur les effets chroniques font largement défaut.
- Les études menées sur les *organismes terrestres* sont encore rares. Il n'est donc pas encore possible d'évaluer les risques pour l'être humain, les animaux et les écosystèmes que posent les concentrations présentes aujourd'hui dans l'environnement.

7.2 Effets sur la santé

Les êtres humains peuvent absorber des particules de plastiques ou les composants qu'elles contiennent principalement avec les aliments, mais aussi par la respiration et par la peau. Il est prouvé que les particules de plastiques et les monomères ou les additifs qu'elles contiennent ont des effets toxiques et peuvent présenter un danger pour la santé. Il reste à établir si ces effets se produisent également aux concentrations actuellement rencontrées dans l'environnement. Dans l'ensemble, le risque pour les êtres humains dépend d'une part du potentiel de danger et d'autre part de l'exposition réelle, à savoir la forme sous laquelle les personnes sont exposées à la substance.

On sait que les très petites particules de plastiques (appelées « nanoplastiques ») peuvent provoquer des réactions inflammatoires. Elles pourraient également libérer des composants potentiellement nocifs pour la santé. Cependant, il est encore difficile de savoir précisément si ces particules pénètrent à l'intérieur de l'organisme par les intestins ou les poumons. De même, les effets à long terme sur les êtres vivants d'une exposition aux matières plastiques, en particulier aux microplastiques, ne sont pas encore connus.

7.2.1 Potentiel de danger

On sait très peu de choses sur les effets des *microplastiques* sur les êtres humains. En principe, des effets seraient possibles au niveau des poumons et des intestins ou, si ces plastiques sont absorbés, dans d'autres organes (notamment le foie). Différentes études ont été réalisées sur des animaux de laboratoire (in vivo, p. ex. avec des rats ou des souris) et sur des cultures cellulaires humaines (in vitro) (Yong, Valiyaveettil et Tang 2020). Si les effets observés dans le cadre des expérimentations animales, comme une inflammation des intestins chez les souris, suggèrent de possibles effets chez l'humain, il n'est pas possible d'en tirer directement des conclusions en ce qui concerne la santé humaine. Les expériences menées sur des cultures cellulaires humaines n'ont pas montré d'effets significatifs, hormis une élévation des valeurs inflammatoires en cas de concentrations de microplastiques et de nanoplastiques très importantes.

On sait que les *additifs* et les *polluants* tels que les métaux lourds peuvent avoir des effets nocifs sur la santé. Ces substances sont des composants chimiques des plastiques (additifs) ou sont rattachés à la surface des fragments de plastiques (polluants environnementaux). Les additifs et les polluants environnementaux liés aux microplastiques pourraient être libérés dans le corps humain et ainsi augmenter l'exposition des personnes aux polluants. En outre, les particules de microplastiques peuvent se décomposer en leurs éléments de base (monomères ou oligomères), qui peuvent également provoquer des effets toxiques (p. ex. le bisphénol A). Toutefois, on ignore encore à l'heure actuelle si les quantités d'additifs ou de polluants adsorbés libérées par les particules de microplastiques sont propres à provoquer de tels effets. En ce qui concerne les polluants environnementaux adsorbés, les modélisations indiquent que l'exposition à ces substances par les aliments est considérablement plus élevée que par l'absorption via des matières plastiques.

7.2.2 Exposition

L'absorption de microplastiques par la *nourriture* est considérée comme la principale voie d'entrée dans le corps humain. L'apport de microplastiques dans les aliments est multiple : ils peuvent aussi bien entrer dans la chaîne alimentaire à partir de l'environnement que finir dans nos assiettes ou nos verres par l'intermédiaire de l'air (p. ex. fibres de textiles synthétiques). Les microplastiques peuvent être déjà présents dans le produit brut ou peuvent pénétrer dans l'aliment au cours du processus de production, par exemple par l'abrasion de l'emballage ou par contamination par l'air ambiant. Différents aliments constituent des sources potentielles d'absorption de microplastiques, par exemple les moules, les poissons, le sucre, le miel, le sel, la bière ou l'eau, qu'elle soit en bouteille ou du robinet. Il est difficile d'identifier et de quantifier les microplastiques dans les aliments, notamment eu égard aux contaminations en laboratoire, qui représentent un défi majeur. Les résultats des études doivent donc être interprétés avec prudence (EFSA Panel on Contaminants in the Food Chain [CONTAM] 2016, Rist et al. 2018, Prata et al. 2020). Dans une étude présentant une synthèse des dernières connaissances sur les microplastiques dans l'eau en bouteille et l'eau du robinet, l'Organisation mondiale de la santé (OMS 2019) conclut que les microplastiques présents dans l'eau potable ne semblent pas présenter de risques pour la santé, tout en soulignant que les données à ce sujet restent encore très limitées. En Suisse, aucun microplastique n'a été détecté dans l'eau du robinet à ce jour.

L'inhalation par l'*air respiré* de particules de plastiques faisant partie des poussières fines constitue une autre voie d'entrée. Ces particules proviennent de nombreuses sources, dont les textiles synthétiques, les résidus d'abrasion de matériaux (p. ex. pneus de véhicules, façades de bâtiments) ou encore la mise en suspension de microplastiques (Prata et al. 2020). Des études sur l'hygiène de l'air ont montré que les poussières fines et les poussières ultrafines peuvent pénétrer profondément dans les plus petites ramifications des poumons, puis dans les vaisseaux sanguins et lymphatiques. Ces poussières sont à l'origine de maladies respiratoires et circulatoires ainsi que d'inflammations locales, qui pourraient augmenter le risque de cancer (Rist et al. 2018). Toutefois, il n'existe pas de données spécifiques pour

les microplastiques. L'ordonnance sur la protection de l'air (RS *814.318.142.1*) prévoit néanmoins des valeurs limites d'immission pour les poussières fines, dont le respect permet, selon l'état actuel des connaissances, de protéger les personnes des effets nuisibles et incommodants des poussières fines, y compris des microplastiques qu'elles contiennent.

Les êtres humains sont également exposés par *contact cutané* aux matières plastiques et à leurs composants contenus dans les produits, les textiles ou dans la poussière. Cette voie d'exposition est toutefois considérée comme moins importante (Prata et al. 2020).

Le passage des microplastiques de l'intestin ou des poumons au système sanguin, aux tissus et aux *organes* n'a guère été étudié jusqu'à présent. L'Autorité européenne de sécurité des aliments (EFSA) estime que les petites particules (< 150 µm) peuvent traverser la paroi intestinale, mais que moins de 0,3 % d'entre elles sont effectivement absorbées. En partant d'hypothèses chimico-physiques, on peut partir du principe que seules de très petites particules (< 1,5 µm) peuvent pénétrer dans les organes. On suppose que les propriétés persistantes des microplastiques peuvent aussi mener à une accumulation de ces derniers dans le corps humain, en particulier dans le foie et l'épithélium intestinal (bioaccumulation). Des analyses in vitro sur des cellules intestinales humaines ont montré que les nanoplastiques peuvent s'accumuler dans les cellules en fonction de la taille des particules (Forte et al. 2016). Une étude néerlandaise a récemment prouvé, pour la première fois, la présence de particules de plastiques d'une taille supérieure ou égale à 700 nm dans le sang humain (Leslie et al. 2022). Cependant, aucune preuve de l'accumulation des microplastiques dans les organes humains n'existe à ce jour.

Des chercheurs autrichiens ont par ailleurs relevé la présence de particules de plastiques dans les selles des participants à une étude (Schwabl et al. 2019), ce qui permet de conclure, d'une part, que des matières plastiques sont ingérées par la nourriture et, d'autre part, qu'une partie d'entre elles sont à nouveau excrétées.

7.2.3 Défis

Les matières plastiques ont permis des avancées technologiques dans de nombreux domaines liés à la santé humaine (hygiène, implants, appareillage, articles médicaux et de laboratoire, etc.). Cependant, elles présentent aussi des risques directs ou indirects dans ce domaine. Si la plupart des plastiques sont des matériaux biologiquement inertes, des études montrent que certains additifs, monomères et oligomères peuvent provoquer des effets toxiques, comme des réactions inflammatoires.

Il convient néanmoins de préciser que les matières plastiques, comme de nombreux autres matériaux, ont des effets négatifs sur l'être humain lorsque l'on dépasse une certaine dose sur une période prolongée, en particulier lorsqu'elles ne peuvent être dégradées et s'accumulent. Un risque pour la santé peut aussi être associé à une exposition accrue aux polluants environnementaux en général, y compris aux microplastiques (Prata et al. 2020).

Les connaissances concernant les effets de l'exposition aux matières plastiques sur la santé humaine sont encore limitées, si bien que l'évaluation des risques est grevée de fortes incertitudes. De nombreuses recherches sont encore nécessaires pour mieux comprendre les processus d'absorption et de transfert ainsi que les effets sur l'être humain d'une exposition à long terme aux matières plastiques. Les questions auxquelles il convient de s'atteler en priorité ont été identifiées (cf. p. ex. EFSA 2021 et Erickson 2022). En 2021, cinq projets de recherche européens d'envergure ont été

lancés dans le cadre du cluster CUSP[15] afin d'étudier les effets des microplastiques sur la santé humaine.

Une certitude demeure toutefois : les matières plastiques, matériaux persistants et synthétiques, n'ont rien à faire dans l'environnement. L'augmentation au niveau mondial de la consommation de plastiques dans leurs différentes applications, conjuguée à la persistance de ce matériau, impliqueront à l'avenir une exposition accrue de l'être humain si la précaution requise n'est pas appliquée. Si les matières plastiques continuent à être rejetées dans l'environnement au même rythme, les concentrations environnementales augmenteront encore davantage. Pour éviter que ce phénomène ne devienne sérieusement problématique, il est impératif d'appliquer le principe de précaution inscrit dans la LPE.

[15] The European Research Cluster to Understand the Health Impacts of Micro- and Nanoplastics. CUSP cluster - AURORA, IMPTOX, POYRISK, plasticheal, PlasticsFatE. Davantage d'information sur le projet à l'adresse https://cusp-research.eu/ (dernière consultation le 11 juillet 2022).

8 Mesures

Les matières plastiques se dégradant peu dans l'environnement (cf. *point 6.6*), les apports doivent être réduits autant que possible en vertu du principe de précaution. Le chapitre 4 (« Déchets ») LPE prévoit à cette fin différentes mesures complémentaires : limitation, collecte, traitement, valorisation, planification, élimination, financement selon le principe de causalité. Une réduction des apports dans les compartiments environnementaux peut ainsi être visée avec des instruments très différents, lesquels doivent se compléter aussi judicieusement que possible :

- mise en œuvre de mesures techniques (principalement à la source) ;
- législation et exécution (limitation des émissions, prescriptions sur les technologies et la déclaration, régime d'autorisation, interdictions, amendes) ;
- instruments économiques (incitations financières, taxes d'incitation, contributions anticipées de recyclage, systèmes de consigne) ;
- autorégulation (accords sectoriels, engagements, labels, certifications de produits, initiatives volontaires en faveur de l'environnement et innovations du secteur privé) ;
- approches d'économie comportementale (normes, informations sur les produits, changements de comportement induits par « nudging ») ;
- influence sur des changements de comportement volontaires (information, communication, conseils, formation initiale et continue, campagnes, actions locales) ;
- engagement international (autorités, instances, organisations, réseaux) ;
- amélioration des connaissances (recherche, encouragement de l'innovation, évaluation, modélisations, suivi, établissement de rapports).

Le présent chapitre 8 propose tout d'abord un état des lieux des mesures adoptées et mises en œuvre jusqu'ici par les différents acteurs en vue de réduire la pollution de l'environnement par les matières plastiques (cf. *point 8.1*). Sont ensuite présentés les travaux en cours au niveau politique en Suisse et dans l'UE (cf. *point 8.2).* Enfin, la dernière section expose les potentiels d'amélioration ainsi que des mesures supplémentaires possibles (cf. *point 8*).

Les postulats Thorens Goumaz 18.3196 et Munz 18.3496 chargent le Conseil fédéral d'examiner la nécessité de mettre en place en Suisse également un plan d'action ou une stratégie au sens de la stratégie de l'UE sur les matières plastiques dans une économie circulaire (ci-après : « stratégie sur les matières plastiques ». En raison du nombre élevé de travaux déjà en cours, tels que la révision de la LPE dans le cadre de l'initiative parlementaire CEATE-N 20.433 « Développer l'économie circulaire en Suisse », le Conseil fédéral ne voit pas la nécessité à l'heure actuelle d'élaborer un plan d'action ou une stratégie dans le domaine des matières plastiques.

8.1 Mesures prises jusqu'à présent et mesures en cours

8.1.1 Gestion des déchets

Différentes mesures efficaces ont été mises en œuvre en Suisse il y a quelques décennies déjà dans le but de gérer les déchets de manière respectueuse de l'environnement et de réduire ainsi les apports de matières plastiques dans l'environnement. En l'occurrence, un *système de gestion des déchets* efficace est fondamental. Les différentes matières plastiques peuvent alors, lorsqu'elles sont correctement éliminées, être recyclées ou valorisées thermiquement et donc ne pas être rejetées dans l'environnement. Depuis 1975, l'élimination des déchets urbains intègre de plus en plus le principe de causalité par le biais de la taxe au sac, qui est aujourd'hui appliquée sur l'ensemble du territoire, à

l'exception du canton de Genève. La taxe au sac rend les coûts liés à l'élimination directement visibles et incite à limiter les déchets et à recycler.

La consommation de matières plastiques a fortement augmenté depuis les années 1950 (cf. *point 3.2*). Il est donc apparu dès la fin du XXe siècle que les mesures établies ne suffiraient pas pour contrecarrer la hausse des quantités de déchets plastiques et leurs répercussions sur l'environnement. De nouvelles mesures ont par conséquent été adoptées et mises en œuvre les unes après les autres, jusqu'à ce jour.

La lutte active contre le *littering* est un axe majeur. Compétents en la matière, les cantons et les communes ont pris diverses mesures pour combattre ce phénomène, avec le soutien de la Confédération et d'organisations privées. Ils ont notamment mis en œuvre les mesures suivantes :

- amélioration de l'infrastructure d'élimination des déchets dans l'espace public ;
- limitation de la vaisselle jetable lors de grands événements ou dans les stands de restauration installés dans l'espace public ;
- mesures de sensibilisation telles que des « Clean-Up-Days » (journées de nettoyage), des brochures spécialisées ou des affiches ;
- introduction d'amendes pour littering : à l'heure actuelle, 22 cantons ont adopté des dispositions légales qui sanctionnent le littering, à l'échelon cantonal, par une amende d'ordre de 40 à 300 francs ou par une procédure pénale ordinaire. L'initiative parlementaire 20.433 « Développer l'économie circulaire en Suisse » propose d'introduire une amende pour littering au niveau national, en vue d'harmoniser les réglementations cantonales ;
- entre 2008 et 2017, la Confédération a mené huit tables rondes sur les mesures contre les déchets sauvages, où se sont réunis des représentants des cantons, des villes et des communes, ainsi que d'associations et d'acteurs de l'économie privée (p. ex. le commerce de détail, l'industrie du tabac, les distributeurs de journaux gratuits, les transports publics et les entreprises de restauration à l'emporter). Une nouvelle édition de la table ronde sur le littering se tiendra dès l'été 2022. Elle visera à mettre au point des propositions de mesures au sein de groupes de travail thématiques (p. ex. produits du tabac et restauration à l'emporter) et éventuellement à définir des objectifs communs, assortis d'échéances pour leur mise en œuvre.

Depuis 2001 déjà, l'ordonnance sur les emballages pour boissons (OEB, RS *814.621*) impose aux commerçants, aux fabricants et aux importateurs qui vendent des boissons dans des *bouteilles en PET* de reprendre les emballages vides et de les faire recycler. Grâce à cette prescription, plus de 80 % des bouteilles à boissons en PET mises en circulation sont collectées et font l'objet d'une valorisation matière depuis de nombreuses années. La Confédération pourrait introduire une consigne si ce taux tombait au-dessous de 75 %.

À travers l'autorégulation, l'économie apporte dans différents domaines des contributions importantes à la limitation des déchets et à la promotion du recyclage. En plus de la collecte bien établie des bouteilles à boissons en PET, différentes collectes d'autres *déchets plastiques provenant des ménages* (mélangés ou séparés) ont été mises en place ces dernières années en vue du recyclage de ces déchets. Ces offres complémentaires de collecte et de recyclage proposées par différentes communes, des groupements et des prestataires privés sont en développement depuis quelques années. Par ailleurs, le commerce de détail a introduit ces dernières années en Suisse la collecte séparée des bouteilles en plastique avec bouchon (p. ex. bouteilles de lait ou de shampooing), qui s'est maintenant généralisée.

La collecte des *films utilisés dans l'industrie et l'agriculture* peut également être judicieuse du fait de l'homogénéité des types de plastiques employés et des grandes quantités produites. L'association de l'industrie suisse des matières plastiques, Kunststoff.swiss, a fondé en collaboration avec des acteurs du secteur agricole l'association ERDE Suisse. Sur le modèle du système de recyclage de films

agricoles bien implanté en Allemagne, « ERDE » (Erntekunststoffe Recycling Deutschland), un système de recyclage des films pour balles d'ensilage a été mis en place à l'échelle de la Suisse début 2022. Il intègre aujourd'hui d'autres déchets tels que les filets à balles rondes. L'Association PSE Suisse travaille également à l'élaboration de nouveaux plans de collecte et encourage la valorisation matière des déchets de polystyrène.

Malgré des approches intéressantes, le potentiel en matière de recyclage n'est pas encore entièrement exploité en Suisse. Ainsi, seule la moitié des déchets plastiques mélangés provenant des ménages et collectés séparément peut effectivement être recyclée pour l'instant. La certification de l'Association suisse des recycleurs de plastique (VSPR) pour la valorisation matière des déchets plastiques provenant des ménages, introduite en 2020, définit une trajectoire pour le taux de recyclage. Elle favorise ainsi la transparence quant aux flux de matières et aux flux financiers des entreprises de valorisation des déchets plastiques.

L'accord sectoriel visant à réduire la consommation de *sacs en plastique jetables* est un accord volontaire conclu en matière de limitation des déchets entre les deux associations professionnelles du commerce de détail, la CI Commerce de détail suisse et Swiss Retail Federation. Selon les données du secteur d'activité, il a permis de réduire de près de 90 % la consommation des sacs jetables en caisse depuis l'introduction en 2017 de l'obligation de faire payer ces sacs. Avant la fin 2020, les mêmes associations ont mis en œuvre un deuxième accord sectoriel ayant pour but de diminuer d'une manière générale la consommation de *sacs plastiques*. Celui-ci prévoit l'abandon de la distribution gratuite de sacs en plastique à toutes les caisses du commerce de détail (y c. dans le secteur non alimentaire) et est aussi étendu aux sacs en plastique réutilisables (Swiss Retail Federation et CI Commerce de détail suisse 2016, 2020).

Il existe en Suisse différentes plates-formes établies qui mobilisent un vaste réseau d'acteurs engagés en faveur de *mesures volontaires* dans le domaine de l'environnement. Ainsi, la Plate-forme économie circulaire de l'organisation faîtière Swiss Recycling et son projet « Collecte 2025 », le projet « realCycle » de la société Redilo et l'association Prisma se consacrent déjà activement aux questions de la promotion et du financement de systèmes de collecte et de recyclage de matières plastiques, à l'écoconception ainsi qu'à la mise en œuvre de projets pilotes en vue de créer une économie circulaire durable des matières plastiques. L'OFEV s'engage dans un grand nombre de ces plates-formes.

L'ordonnance sur la restitution, la reprise et l'élimination des appareils électriques et électroniques (RS *814.620*) règle depuis 1998 la gestion des *appareils électriques et électroniques* hors d'usage, qui contiennent aussi généralement des éléments en plastique. Elle impose aux commerçants ainsi qu'aux fabricants et aux importateurs de reprendre gratuitement les appareils électriques et électroniques hors d'usage et définit des exigences aux fins d'une élimination des appareils respectueuse de l'environnement.

8.1.2 Recherche, développement et information

L'OFEV est chargé d'améliorer en continu l'état des connaissances et de communiquer activement à ce sujet (art. 10*e* ss LPE). Il dispose également de différentes possibilités d'encouragement en matière *de recherche et de développement*, comme le soutien financier de projets de recherche et de technologies environnementales (art. 49, al. 2 et 3, LPE). La liste ci-après présente une sélection de projets qui se sont achevés récemment ou sont encore en cours.

- Identifiés par l'OFEV comme thème de recherche prioritaire dans le « Plan directeur de recherche Environnement 2021–2024 », les microplastiques font l'objet d'une attention particulière. Il est prévu d'élaborer au cours des prochaines années, en collaboration avec différents instituts de recherche, des méthodes standardisées pour les détecter dans divers compartiments environnementaux (p. ex. sols, sédiments, boues d'épuration, cours d'eau, air). Il s'agira ainsi de mettre au point des

méthodes communes d'échantillonnage, de préparation et de mesure afin de pouvoir comparer la pollution des différents compartiments environnementaux par des microplastiques (cf. *chap. 6 et point 7.1.3*).

- Des recherches sont également menées dans le domaine des plastiques biodégradables (cf. *point 6.6*). La Haute école des sciences appliquées de Zurich (ZHAW), d'une part, dressera un état de la situation (quantités et domaines d'application) concernant les produits en plastique biodégradable et caractérisera les matériaux disponibles sur le marché quant à leur dégradabilité. D'autre part, elle s'attachera aussi à perfectionner les méthodes de recherche de plastiques biodégradables dans les échantillons de sols, de compost et de digestat.
- Un projet réalisé par l'École polytechnique fédérale de Zurich (EPFZ) en collaboration avec Agroscope et avec le soutien de l'Office fédéral de l'agriculture (OFAG) devrait apporter de premiers éléments de réponse concernant la biodégradabilité des films de paillage agricoles en conditions réelles. Ce projet consiste à étudier sur plusieurs années la biodégradabilité en plein champ, en serre et en laboratoire de films de paillage biodégradables en s'intéressant aux résidus de plastiques qu'ils génèrent.
- Des travaux ont déjà été réalisés au Laboratoire fédéral d'essai des matériaux et de recherche (Empa). Sur mandat de l'OFEV, l'Empa a ainsi identifié et quantifié pour la première fois, au moyen de modélisations, les sources, les voies d'apport et les puits dans l'environnement suisse des sept types de matières plastiques les plus utilisés (cf. Kawecki et Nowack 2019). Une étude complémentaire a maintenant pour but de modéliser les concentrations environnementales.
- Dans le cadre du projet « Clean Cycle », une étude actuellement menée à l'EPFZ s'attache à identifier et à quantifier les flux de matières et les polluants dans le cycle de vie des plastiques. Les travaux en cours à l'EPFZ ont pour but de mettre en évidence les conditions-cadres ainsi que le potentiel d'une économie circulaire des matières plastiques en Suisse. Les premiers résultats ont déjà été intégrés dans le présent rapport (cf. Klotz et Haupt 2022).
- Un autre projet de recherche consiste en un recensement et une analyse statistique des déchets collectés sur les berges de lacs et cours d'eau suisses par la société Hammerdirt (cf. Erismann et Erismann 2021 ainsi que le *point 4.3*). Les résultats de cette étude aident l'OFEV à cerner quels déchets provenant de quels secteurs sont effectivement retrouvés dans l'environnement, et à quel niveau il convient de prendre à l'avenir davantage de mesures.
- L'Institut de technologie environnementale appliquée de la Haute école spécialisée de la Suisse orientale mène des recherches sur les apports dans l'environnement liés aux terrains de football en gazon synthétique (cf. Patrick et al. 2022). Les résultats de ces travaux seront intégrés dans un guide sur la construction, le drainage et l'entretien de ces terrains.
- Le projet « Digitale Grünguttonne » de la Haute école spécialisée de la Suisse du Nord-Ouest et de l'association Biomasse Suisse a notamment installé un lecteur optique sur un camion de ramassage en vue de détecter la présence de plastiques, de métaux et de pierres dans les déchets verts.
- La *promotion des technologies environnementales* permet d'encourager le développement de solutions innovantes, comme dans le domaine des matières plastiques, en vue de faciliter le recyclage du polycarbonate contenu dans les CD et les DVD ou des fibres de terrains en gazon synthétique sans remplissage. Un soutien est en outre apporté à un projet dans le cadre duquel l'Institut fédéral suisse des sciences et technologies de l'eau, travaille en collaboration avec le Foundation Ithaka Institute à la mise au point d'un procédé de valorisation des résidus de plastiques dans les refus de criblage des installations de compostage.

De plus, l'OFEV étoffe constamment l'*offre d'information* destinée au public et met à jour ces informations en tenant compte de l'évolution des connaissances scientifiques (p. ex. publication[16] de la

[16] Toutes les publications sont disponibles à l'adresse https://www.bafu.admin.ch/bafu/fr/home/themes/dechets/info-specialistes/politique-des-dechets-et-mesures/matieres-plastiques-environnement.html (dernière consultation le 1er mars 2022).

nouvelle page d'information « Les matières plastiques dans l'environnement » proposant dix fiches d'information, rapport d'ensemble sur l'état actuel des connaissances « Le plastique dans l'environnement Suisse »). Les cantons et les communes contribuent eux aussi de façon substantielle à améliorer en continu l'information et la sensibilisation auprès du grand public.

8.1.3 Engagement au niveau international

La collaboration internationale est essentielle pour réduire la pollution de l'environnement par les matières plastiques et améliorer la gestion des déchets plastiques. En effet, la résolution des problèmes rencontrés à l'échelle internationale requiert l'implication de tous, et la Suisse ne saurait à elle seule tracer le chemin d'une économie circulaire et d'une gestion durable des ressources fossiles. Aussi s'engage-t-elle également au niveau international pour conjuguer les efforts en vue de réduire les plastiques dans l'environnement. L'OFEV suit de très près les évolutions dans l'UE ainsi que dans le monde entier et défend, dans le cadre des décisions politiques sur ce thème, une gestion durable des matières plastiques.

Les rapports du Programme des Nations Unies pour l'environnement ont mis en évidence que les mesures actuelles et les instruments disponibles sont insuffisants pour lutter efficacement contre le problème que posent les plastiques à travers le monde. L'*Assemblée des Nations Unies pour l'environnement (ANUE)* occupe une position centrale en matière de conseil sur les considérations écologiques mondiales de cet ordre et de décisions concernant les mesures correspondantes. En mars 2022, l'ANUE a décidé d'entamer des négociations en vue d'un traité international juridiquement contraignant sur les matières plastiques (« Convention sur les plastiques »)[17], lequel doit porter sur l'ensemble du cycle de vie des plastiques. La Suisse soutient ce projet, qui devrait reprendre des mesures et processus déjà prévus ou en cours. Ainsi, la Suisse encourage des mesures qui visent à compléter les bases de données et d'informations et à renforcer la coordination des initiatives. De plus, elle appuie des instruments internationaux concernant les modes de production et de consommation durables ainsi que les déchets et les produits chimiques. Les travaux nécessaires à l'élaboration d'un tel traité pourraient être encadrés par un colloque scientifique intergouvernemental, encore à définir, à l'instar du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat.

La Suisse est membre de la *Convention de Bâle*. Lors de la Conférence des Parties de mai 2019, la délégation suisse s'est activement employée à faire en sorte que les mélanges de déchets plastiques soient soumis au régime de contrôle de la convention dès 2021 (cf. *point 5.5*). Un partenariat international sur les déchets plastiques (« Plastic Waste Partnership ») a de plus été mis sur pied dans ce cadre afin de mutualiser les ressources et les connaissances et de regrouper les intérêts des pouvoirs publics et des milieux économiques, scientifiques et sociaux, d'éviter la production de déchets plastiques et d'améliorer la gestion de ces derniers.

À l'Organisation mondiale du commerce, la Suisse s'est jointe à l'initiative plurilatérale du dialogue informel sur la pollution plastique et le commerce de plastiques écologiquement durables (« Informal Dialogue on Plastic Pollution and Environmentally Sustainbale Plastics Trade »), comptant actuellement 72 co-sponsors[18] qui reconnait la nécessité d'une action coordonnée pour faire face à l'augmentation des coûts environnementaux, sanitaires et économiques de la pollution plastique et l'importance de la dimension commerciale comme solution[19]. Dans ce cadre, les participants s'engagent à prendre des mesures concrètes pour intensifier le dialogue avec d'autres initiatives mondiales pour la lutte contre la

[17] La résolution « Mettre fin à la pollution plastique : vers un instrument international juridiquement contraignant » est disponible à l'adresse https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/39761/END%20PLASTIC%20POLLUTION%20-%20TOWARDS%20AN%20INTERNATIONAL%20LEGALLY%20BINDING%20INSTRUMENT%20-%20French.pdf?sequence=1&isAllowed=y (dernière consultation le 14 juillet 2022).

[18] Nombre de co-sponsors en juillet 2022.

[19] La déclaration ministérielle est disponible à l'adresse https://docs.wto.org/dol2fe/Pages/SS/directdoc.aspx?filename=r:/WT/MIN21/8R2.pdf&Open=True (dernière consultation le 14 juillet 2022).

pollution par les plastiques, notamment le lancement à l'ANUE d'un accord mondial sur les plastiques. Ils prennent aussi note des travaux que mène actuellement l'Organisation mondiale des douanes afin de modifier la définition des déchets plastiques dans la nomenclature tarifaire du système harmonisé à l'appui de l'amendement de la Convention de Bâle.

Dans le *contexte européen*, les représentants de la Suisse participent à différents groupes de travail axés sur les matières plastiques, par exemple le groupe d'intérêts dédié (« Interest Group Plastics ») du Réseau européen des directeurs des agences nationales pour la protection de l'environnement.

La Suisse s'engage aussi en faveur de cette problématique dans le cadre de la *coopération internationale au développement.*

- Depuis les années 1990, la Suisse apporte aux pays en développement un soutien dans les domaines de l'efficacité des ressources et des modes de production respectueux de l'environnement. À cette fin, un vaste programme de création de « Cleaner Production Centers » a été mis en place dans le but d'améliorer les modes de production des secteurs privés et publics dans les pays cibles et de réduire leur consommation d'énergie, d'eau et de matières premières en général.
- Depuis la fin 2019, la Suisse met en œuvre en collaboration avec l'Organisation des Nations Unies pour le développement industriel le Programme mondial pour les parcs éco-industriels, qui intervient notamment au Vietnam et en Indonésie (« Global Eco-Industrial Parks Programme », GEIPP). Le GEIPP a pour but de réduire l'empreinte écologique des parcs industriels existants en améliorant la productivité des ressources et de renforcer ainsi la compétitivité des entreprises.
- La Suisse soutient également l'initiative « Sustainable Recycling Industries », qui met sur pied dans certains pays en développement un secteur économique axé sur le recyclage des déchets électroniques. Ces activités soutiennent les pays partenaires dans l'élaboration du cadre réglementaire nécessaire et incluent la promotion ciblée des entreprises de recyclage ainsi que des systèmes d'audit et de certification.
- Par l'intermédiaire de la plate-forme interdépartementale du Secrétariat d'État à l'économie, de la Direction du développement et de la coopération, de l'OFEV et de l'Office fédéral de l'énergie, la Suisse contribue à la promotion des énergies renouvelables, de l'efficacité énergétique et de l'efficacité de l'utilisation des ressources dans les pays en développement et en transition (REPIC). Ces activités comptent notamment un projet de la fondation Fair Recycling qui porte sur le recyclage des matières plastiques au Libéria. D'autres initiatives en Asie du Sud (Népal et Inde) visent à améliorer la gestion des déchets électriques et électroniques. Alors que par le passé, la problématique était abordée dans le cadre de programmes bilatéraux, principalement en Amérique latine, un vaste programme est actuellement en cours en vue de mettre en place une gestion plus durable des déchets solides dans des quartiers défavorisés en Mongolie.

8.1.4 Autres mesures visant à réduire les apports de matières plastiques dans l'environnement

En comparaison des autres pays européens, la Suisse a pris très tôt des mesures pour limiter les apports dans l'environnement de polluants provenant des résidus du traitement des eaux usées. Ainsi, elle interdit depuis 2006 la remise de *boues d'épuration*, une source de microplastiques, pour une utilisation comme engrais. La valeur limite fixée pour les matières plastiques dans *le compost et les digestats* dans l'ordonnance sur la réduction des risques liés aux produits chimiques (ORRChim, RS *814.81*) a en outre été abaissée à 0,1 % du poids de la matière sèche en 2016. Cette règle vise à prévenir l'épandage sur des sols agricoles d'engrais de recyclage et d'amendements contaminés par des particules de plastiques.

Compte tenu des liens économiques étroits entre la Suisse et l'UE, le *droit suisse sur les produits chimiques* a été harmonisé dans certains domaines avec le droit européen correspondant dans le cadre de l'adaptation autonome, afin d'éviter toute entrave technique au commerce. Cette adaptation permet également de garantir un niveau de protection élevé de la santé humaine et de l'environnement en Suisse. Dans ce contexte, on examine aussi s'il convient de reprendre en Suisse les importantes restrictions sur les microplastiques ajoutés intentionnellement dans les produits proposées en janvier 2019 par l'Agence européenne des produits chimiques (ECHA), dans la mesure où elles seraient également adoptées dans l'UE. En outre, le Conseil fédéral a mis en œuvre la motion Chevalley 19.4182, sur mandat du Parlement, dans le cadre de la modification de l'ORRChim du 23 février 2022 et interdit la mise sur le marché et l'utilisation des plastiques oxo-dégradables en Suisse, comme dans l'UE. Les interdictions sont entrées en vigueur le 1er avril 2022.

L'association faîtière de l'industrie cosmétique européenne, Cosmetics Europe, a publié en 2015 une recommandation préconisant d'abandonner à compter de 2020 au plus tard l'emploi dans les produits de *particules de plastiques solides ayant un effet nettoyant et exfoliant*. L'Association suisse des cosmétiques et des détergents s'est également alignée sur ces recommandations. Dans un communiqué aux médias du 30 mai 2018, Cosmetics Europe rapportait une baisse de l'utilisation des microplastiques (« plastic microbeads ») dans les cosmétiques et les produits de soins corporels à rincer de 97,6 %, soit plus de 4250 tonnes, et confirmait l'objectif d'abandonner entièrement les microplastiques utilisés pour leur effet nettoyant et exfoliant dans les cosmétiques et produits de soins corporels à rincer d'ici à 2020 (Cosmetics Europe 2018).

Depuis 2002, les *prescriptions relatives à la protection des eaux* prévoient que les eaux de chaussée doivent toujours être traitées dès lors que le volume de trafic est supérieur à 15 000 véhicules par jour. Le traitement des eaux de chaussée a notamment pour but d'éliminer les substances non dissoutes totales, dont font aussi partie les résidus d'abrasion des pneus. Le rendement d'une SETEC, en matière d'élimination, s'élève en moyenne à 80 %. Une étude qui doit s'achever en automne 2022 vise à déterminer dans quelle mesure les prescriptions relatives à la protection des eaux concernant les systèmes d'évacuation des eaux de chaussée sont déjà mises en œuvre en Suisse, quel est l'état final à escompter et s'il existe des endroits où d'importantes quantités de résidus d'abrasion de pneus sont rejetées dans l'environnement. Au terme de cette étude, il conviendra d'étudier si des mesures plus poussées sont indiquées.

Des mesures encourageant un style de conduite plus souple peuvent également contribuer à *réduire les résidus d'abrasion des pneus*. Une mesure actuellement déployée dans ce domaine est la campagne « EcoDrive » de SuisseEnergie. Bien que la campagne mette l'accent sur les économies de carburant et la réduction des émissions de CO_2 qui en résultent, certaines des recommandations portant sur les comportements à adopter (p. ex. « Rouler en anticipant » ou « Vérifier la pression des pneus ») sont également bénéfiques pour ce qui est de l'abrasion des pneus en ralentissant l'usure. L'actuelle étiquette-énergie pour les voitures de tourisme contribue elle aussi, indirectement, à réduire l'abrasion des pneus, car elle tend à promouvoir l'achat de véhicules plus légers. Depuis 2020, les catégories d'efficacité énergétique se basent sur la consommation d'énergie en valeurs absolues et le poids à vide du véhicule n'a donc plus d'influence sur la catégorisation. De même, l'entretien et le nettoyage des routes (y c. le traitement des eaux de chaussée adéquat) ainsi que la promotion de la mobilité douce dans les communes et les cantons contribuent à limiter les résidus d'abrasion des pneus.

Dans le cadre de sa *stratégie sur les matières plastiques*, l'UE étudie à l'heure actuelle différentes possibilités d'intervention en vue de réduire la libération involontaire de microplastiques provenant des pneus de véhicules. Il s'agit notamment des mesures suivantes :

- introduction d'exigences minimales pour la conception des pneus (usure, durée de vie) ;
- élaboration d'une méthode standardisée pour évaluer les pertes de microplastiques provenant des pneus (taux d'abrasion des pneus) ;

- exigences relatives aux données et exigences minimales (étiquetage des pneus) ;
- recherches ciblées et financement du développement.

L'élaboration d'une méthode de mesure standardisée est une condition préalable importante pour faire avancer la recherche de solutions visant à réduire l'abrasion des pneus et pouvoir éventuellement intégrer ces informations dans la législation (p. ex. par le biais de systèmes d'étiquetage). La marge de manœuvre dans le domaine des pneus semble cependant être relativement limitée, car les considérations de sécurité revêtent une place aussi importante que l'impact écologique dans la conception.

8.2 Travaux en cours au niveau politique

8.2.1 En Suisse

En Suisse, les microplastiques sont une question prioritaire dans l'agenda politique, comme en témoignent notamment les nombreuses interventions déposées ou déjà adoptées.

- L'initiative parlementaire CEATE-N 20.433 « Développer l'économie circulaire en Suisse » vise à mieux fermer, de manière générale, les cycles des matières au moyen d'une révision de la LPE. Sont également examinées dans ce cadre différentes mesures qui permettraient d'améliorer le recyclage des matières plastiques.
- Le postulat Chevalley 19.4183 « Moins de déchets en incinération, plus de recyclage » charge le Conseil fédéral de rédiger un rapport sur la manière de diminuer les déchets et sur les solutions permettant de promouvoir le recyclage, en particulier des déchets plastiques.
- La motion Bourgeois 19.4100 « Lutter efficacement contre l'abandon de déchets » est axée sur le problème du littering et présente de ce fait des interfaces avec la problématique des produits en plastique, qui sont particulièrement concernés par ce phénomène (cf. *point 4.3*). Cette motion est traitée et mise en œuvre dans le cadre de l'initiative parlementaire 20.433 « Développer l'économie circulaire en Suisse ».

Les travaux portant sur deux autres motions adoptées sur le thème des matières plastiques se poursuivent à l'heure actuelle, indépendamment du présent rapport.

- La motion Dobler 20.3695 « Doper le recyclage du plastique pour développer l'économie circulaire » demande que les déchets plastiques recyclables soient à l'avenir collectés séparément et de manière coordonnée au niveau suisse. Cette demande est également étudiée dans le cadre de l'initiative parlementaire 20.433. Le présent rapport présente les conditions qui permettraient une collecte des déchets plastiques à l'échelle du pays.
- La motion CEATE-N 18.3712 « Réduire la pollution plastique dans les eaux et les sols » charge le Conseil fédéral d'étudier, en collaboration avec les branches concernées, des mesures permettant de lutter contre les atteintes à l'environnement dues aux matières plastiques en adoptant une approche globale et en tenant compte des principales sources d'émission. La motion demande ainsi l'étude et la mise en œuvre de mesures autonomes telles que des accords sectoriels.

8.2.2 Dans l'UE

Afin de lutter contre la pollution de l'environnement par les plastiques, l'UE a mis au point ces dernières années de vastes dispositifs visant à gérer d'une manière écologiquement plus durable les matières plastiques sur l'ensemble de leur cycle de vie. Les travaux pertinents de l'UE dans ce contexte sont brièvement décrits ci-après.

- En 2015, l'UE a publié son paquet « Économie circulaire », qui comprenait deux volets : un plan d'action pour l'économie circulaire et un paquet « Déchets », contenant des propositions législatives dans le domaine des déchets.
- Dans le premier plan d'action pour l'économie circulaire (2015), les matières plastiques représentaient l'un des cinq champs d'action prioritaires. La stratégie de l'UE sur les matières plastiques a suivi en 2018. Les mesures qu'elle esquisse visent à diminuer la dépendance de l'Europe à l'égard de l'importation de matières premières fossiles ainsi qu'à réduire les émissions de CO_2. L'un des grands objectifs de l'UE consiste à rendre soit réutilisables soit recyclables, dans des conditions économiquement efficaces, tous les emballages plastiques mis sur le marché de l'UE d'ici 2030.
- La directive sur les emballages (directive 2018/852/UE) a été révisée dans le cadre du paquet « Déchets ». Entrée en vigueur en 2018, elle réglemente de manière exhaustive les emballages et les déchets d'emballages. Les mesures visent à préserver les ressources et à promouvoir l'économie circulaire pour les matériaux d'emballage. La directive fixe ainsi des objectifs de recyclage minimaux à atteindre d'ici à 2030, notamment des taux de 55 % pour les emballages en plastique et de 70 % pour l'ensemble des matériaux d'emballage. Le secteur des emballages est ainsi associé à la mise en œuvre des objectifs de l'UE en matière de politique environnementale (p. ex. neutralité climatique d'ici à 2050).
- La directive-cadre sur les déchets (directive 2018/851/UE), également entrée en vigueur en 2018, vise à opérer une transition de la valorisation des déchets vers un modèle d'économie circulaire, par exemple en augmentant progressivement le taux de recyclage des déchets urbains pour atteindre au minimum 55 % d'ici à 2025 et 65 % d'ici à 2035.
- La directive sur les plastiques à usage unique (directive 2019/904/UE) concrétise la stratégie de l'UE sur les matières plastiques et prescrit aux États membres de mettre en œuvre des mesures efficaces. Par exemple, à partir de l'été 2021, certains produits en plastique à usage unique (p. ex. couverts, assiettes, pailles) ainsi que tous les plastiques oxo-dégradables ont été interdits et certains produits contenant des matières plastiques (p. ex. produits du tabac) ont dû être dotés d'un nouveau logo indiquant comment les éliminer correctement.
- En 2020, l'UE a publié un nouveau plan d'action pour l'économie circulaire, qui précise les mesures adoptées dans la stratégie sur les matières plastiques. Ce plan d'action prévoit notamment des dispositions contraignantes relatives à la teneur en matières recyclées ainsi que des mesures visant à limiter les déchets pour les produits tels que les emballages, les matériaux de construction et les véhicules. Il vise également à lutter contre la présence de microplastiques dans l'environnement en limitant la quantité de microplastiques ajoutés intentionnellement aux produits et en réduisant les microplastiques libérés non intentionnellement (p. ex. provenant des pneus ou des textiles). Il s'agit en outre de créer un cadre politique clair concernant les plastiques biodégradables et les plastiques biosourcés afin d'éviter la diffusion d'informations trompeuses auprès du grand public.
- En octobre 2020, la Commission européenne a publié une nouvelle stratégie dans le domaine des produits chimiques, qui vise à promouvoir la durabilité et à parvenir à un environnement exempt de substances toxiques. Parmi les nombreuses mesures définies, elle prévoit notamment d'étendre l'obligation d'enregistrement définie dans le règlement de l'UE sur les produits chimiques (REACH) à certains polymères préoccupants. Les polymères, les principaux composants des plastiques, n'étaient en effet soumis jusque-là à aucune obligation d'enregistrement, raison pour laquelle on ne dispose que de peu d'informations sur leurs caractéristiques dangereuses, leurs utilisations et leur comportement dans l'environnement en comparaison d'autres produits chimiques fabriqués en grandes quantités. Une autre mesure introduite dans le cadre des stratégies sur les matières plastiques et sur les produits chimiques prévoit de limiter l'emploi intentionnel de microplastiques dans différents produits, notamment les terrains en gazon synthétique, les cosmétiques et les produits de soins corporels, les produits médicaux, les engrais, les produits phytosanitaires et les

produits biocides, les produits de lavage et de nettoyage, les résines et les vernis. Un projet de réglementation portant sur des restrictions en la matière au niveau de l'UE a été élaboré.

La transposition des directives européennes dans les États membres peut être illustrée au moyen des exemples suivants, en Allemagne et en France.

- Loi allemande sur les emballages : la loi révisée est en vigueur depuis début 2022. Elle énonce des prescriptions détaillées concernant les emballages sur l'ensemble de la chaîne de processus. En particulier, les emballages doivent être fabriqués de telle sorte que leur volume soit limité au strict nécessaire (interdiction des suremballages). Tout établissement vendant de la restauration à l'emporter est tenu, à partir d'une certaine taille, de proposer également des emballages réutilisables et de le mettre clairement en évidence (à compter de 2023). Les bouteilles en PET devront contenir au moins 25 % de recyclats à partir de 2025. Les habitants sont tenus d'éliminer séparément les matériaux d'emballage.
- Loi anti-gaspillage française : la loi anti-gaspillage pour une économie circulaire est entrée en vigueur début 2020. Elle prévoit une interdiction progressive des emballages en plastique à usage unique d'ici à 2040, couvrant aussi bien les bouteilles en plastique que les tubes de dentifrice ou les barquettes en plastique pour les salades prêtes à consommer. Les dispositions suivantes, notamment, ont été introduites en 2022 : l'interdiction du suremballage plastique des fruits et légumes frais de moins de 1,5 kg et des jouets en plastique proposés gratuitement (p. ex. dans le cadre de menus en restauration), ou encore l'obligation pour les établissements recevant du public d'être équipés d'au moins une fontaine à eau. Par ailleurs, l'État n'achète plus de plastiques à usage unique. À compter de 2023, les chaînes de restauration rapide ne seront plus autorisées à utiliser des couverts à usage unique pour les repas et les boissons consommés sur place.

La stratégie de l'UE sur les matières plastiques et son importance pour la Suisse ont été analysées dans le cadre d'une étude de l'Université de Lausanne[20]. Compte tenu des liens économiques étroits et de la situation géopolitique, le Conseil fédéral suit en permanence les évolutions dans l'UE et examine les éventuelles adaptations nécessaires en Suisse.

8.3 Mesures supplémentaires possibles

Au vu de la situation présentée dans les *chapitres 2 à 7*, les mesures prises jusqu'à présent ne sont pas suffisantes pour réduire les apports de plastiques dans l'environnement de manière à protéger durablement les êtres humains, les animaux et les plantes des atteintes nuisibles ou incommodantes. Pour endiguer efficacement la pollution environnementale par les plastiques, des mesures supplémentaires devraient être mises en œuvre dans différents domaines.

Comme indiqué plus haut (cf. *point 8.1*), de nombreuses activités dans le domaine des plastiques sont déjà en cours à différents niveaux (administration, secteur privé, UE). L'administration fédérale examine en outre actuellement différentes mesures supplémentaires en réponse à diverses interventions parlementaires. Dans le cadre de l'examen d'autres mesures possibles, il est aussi intéressant de se pencher sur ce qui se fait dans les pays voisins (cf. *point 8.2.2*).

La LPE en vigueur en Suisse offre d'ores et déjà une base appropriée pour d'éventuelles mesures supplémentaires, à condition que les principes généraux qui y sont inscrits (principe de précaution, limitation des émissions à la source, principe de causalité) et la réglementation spécifique aux déchets

[20] L'étude de Lauwerier et al. 2021 « Comparing European and Swiss Strategies for the Regulation of Plastics, sur mandat de l'Office fédéral de l'environnement (OFEV) », Institut de hautes études en administration publique IDHEAP, Université de Lausanne, est disponible à l'adresse https://www.bafu.admin.ch/dam/bafu/en/dokumente/abfall/externe-studien-berichte/comparing-european-swiss-strategies-regulation-plastics.pdf.download.pdf/comparing-european-swiss-strategies-regulation-plastics.pdf (dernière consultation le 14 juillet 2022).

prévue au chap. 4 de la loi soient appliqués de manière systématique. Avec la révision de la LPE actuellement en discussion dans le contexte de l'initiative parlementaire 20.433, la commission compétente du Conseil national souhaite renforcer la loi existante et permettre des mesures complémentaires.

Lors de la planification et de la mise en œuvre de nouvelles mesures, il conviendra de veiller à ce que celles-ci s'appliquent au bon endroit (si possible à la source), qu'elles se concentrent sur les principales sources d'émission, qu'elles soient efficaces, efficientes et proportionnées et qu'elles tiennent compte du principe de causalité. La priorisation des mesures requiert de bonnes connaissances des principales sources d'émission et des impacts ; la recherche et un suivi correspondant peuvent y contribuer.

Comme les émissions de plastiques proviennent d'une multitude de sources, différentes mesures sont nécessaires pour limiter les apports dans l'environnement. Les principes clés ci-après devront être respectés lors de la définition des mesures.

- *Prendre en compte la hiérarchie des déchets*

  Priorité 1 : *éviter* – réduire la consommation de produits à courte durée de vie et augmenter la durée d'utilisation des produits, par exemple en promouvant des appareils, des meubles ou des vêtements de haute qualité.

  Priorité 2 : *réduire* – créer les conditions-cadres adéquates pour soutenir la réutilisation, l'utilisation conjointe et la réparation des produits, par exemple en privilégiant les produits réutilisables, en ayant recours à des offres de partage ou en se rendant dans des ateliers de réparation pour les appareils et les vêtements.

  Priorité 3 : *valoriser* – créer les conditions-cadres adéquates pour soutenir la valorisation matière (en premier lieu) et la valorisation thermique (en second lieu) des produits, par exemple en privilégiant les produits recyclables, en développant les infrastructures de collecte, de tri et de recyclage ou en créant des normes de qualité pour les plastiques recyclés.

- *Internaliser la charge environnementale*

  Dans le cycle de vie d'une matière plastique, plus des deux tiers des émissions de gaz à effet de serre (CO_2 principalement) sont générées lors de la production des granulés, qui s'effectue en grande partie à l'étranger (cf. *point 3.3).* La Suisse doit, en raison de sa grande consommation de produits en plastique, si possible internaliser les coûts de la charge environnementale.

- *Réduire effectivement la charge environnementale*

  Les produits et les emballages doivent être remplacés exclusivement par des matériaux favorables sur le plan écologique, les matériaux de substitution, tels que les plastiques biosourcés, n'étant pas nécessairement plus écologiques que les plastiques issus de pétrole. L'écobilan doit dans la mesure du possible porter sur l'ensemble du cycle de vie d'un produit. Les plastiques biosourcés entrent souvent en conflit avec la production alimentaire (p. ex. du fait de l'utilisation d'amidon de maïs). Autre exemple : les emballages multicouches, qui permettent d'économiser de la matière plastique et de prolonger la durée de conservation des aliments, réduisant de ce fait le gaspillage alimentaire. Ces emballages ne sont toutefois pas recyclables actuellement. Par conséquent, il est important de tenir compte, lors de l'analyse du cycle de vie, aussi du produit emballé, l'emballage ne contribuant que dans une faible mesure à la charge environnementale (1 à 10 %) par rapport au produit emballé (plus de 90 %) (cf. p. ex Dinkel et Kägi 2014 et Dinkel, Roberts et Zschokke 2021).

  Les mesures doivent en outre tenir compte de l'ensemble de la chaîne de processus. La mise en place de nouvelles filières de recyclage (p. ex. la collecte des plastiques) devrait aller de pair avec l'augmentation de la recyclabilité des produits, afin de permettre un recyclage efficace et efficient.

- *Éviter les étiquetages trompeurs*

Les indications figurant sur les emballages et les produits doivent être compréhensibles. Elles ne doivent pas prêter à confusion pour les consommateurs, à l’instar de termes tels que « biodégradable » et « biosourcés », qui sont souvent confondus.

- *Garantir la protection de la santé des consommateurs*

  Les matières plastiques en contact avec des denrées alimentaires ne sauraient porter atteinte à la santé des consommateurs et ainsi contaminer les aliments avec des substances nocives. Les exigences y afférentes sont formulées dans le droit sur les denrées alimentaires[21].

  La sécurité des consommateurs représente également une priorité lors de l'utilisation de plastiques recyclés en contact avec des aliments. Les dispositions correspondantes du droit sur les denrées alimentaires[22] doivent dans ce contexte être respectées.

  En outre, le problème ne doit pas être déplacé vers l'utilisation de matériaux de substitution. En effet, de plus en plus de pailles en papier ou en carton sont par exemple disponibles sur le marché depuis la promulgation par l'UE de l'interdiction des pailles en plastique. Or ces pailles ne satisfont souvent pas aux exigences du droit sur les denrées alimentaires.

L'objectif est de canaliser les activités en cours visant à ce que des règles uniformes soient élaborées pour toute la Suisse et que des mesures soient mises en œuvre sur l'ensemble du territoire, afin de générer le plus grand bénéfice environnemental et de rester en phase avec les développements au sein de l'UE. Les résultats de la révision de la LPE élaborée dans le contexte de l'initiative parlementaire 20.433 devront être pris en compte et mis en œuvre.

Par ailleurs, pour pouvoir atteindre l'*objectif climatique* de 1,5 °C, il est également indispensable que les plastiques soient à l'avenir davantage recyclés et utilisés de manière ciblée : des investissements dans les énergies renouvelables, tels que ceux proposés par l'Agence internationale de l'énergie (2015) afin d'atteindre les objectifs climatiques, permettraient de réduire de 40 % l'empreinte carbone des plastiques en Suisse d'ici à 2030 (Wiebe et al. 2018, Cabernard et al. 2021)[23] ; les émissions de CO_2 qui proviennent majoritairement de la production primaire de matières plastiques à l'étranger (cf. *point 3.3*) pourraient ainsi être réduites. Parallèlement, la consommation de plastiques devrait diminuer d'au moins 10 % par rapport à 2015. Outre la baisse de la consommation de plastiques et l'augmentation de la réutilisation ainsi que du recyclage, le passage à des énergies renouvelables dans la production de plastiques constitue aussi une mesure efficace pour réduire l'empreinte gaz à effet de serre et particules fines de la Suisse liée aux plastiques (cf. *point 3.3*). Pour ce faire, l'économie suisse devrait investir dans la production durable des plastiques entrant dans sa chaîne d'approvisionnement.

Des propositions de mesures à l'intention des différents acteurs de la chaîne de création de valeur des plastiques, qui s'inscrivent dans les mesures déjà mises en œuvre et en cours (cf. *point 8.1*), sont formulées dans les sous-chapitres ci-après. Les potentiels restants tout au long du cycle de vie des plastiques pourraient ainsi être exploités afin de combler les lacunes existantes et de réduire le plus possible la charge environnementale en plastiques.

8.3.1 Emballages

Environ 350 000 tonnes d'emballages plastiques sont consommées chaque année en Suisse (Klotz et Haupt 2022). Pendant leur phase d'utilisation, généralement courte, ils remplissent des fonctions importantes : protection, facilitation du transport et du stockage et surface d'information. Cependant, la fabrication, le transport et l'élimination (incorrecte) génèrent de nombreuses nuisances environnementales liées à la consommation de ressources, aux émissions de CO_2 libérées et aux apports directs dans la nature. Diverses plates-formes privées existent déjà en Suisse dans le domaine de l'économie circulaire en matière d'emballages (cf. *point8.1.1*), mais des possibilités de recyclage à

[21] Cf. l'ordonnance sur les denrées alimentaires et les objets usuels (RS *817.02*) et l'ordonnance sur les matériaux et objets (RS *817.023.21*).
[22] Cf. les dispositions des deux actes mentionnés ci-dessus.
[23] Les chiffres cités sont basés sur la méthodologie de Cabernard et al. (2021) et les données de Wiebe et al. (2018).

l'échelle nationale font défaut, en particulier pour les emballages plastiques (à l'exception des bouteilles à boissons en PET et des bouteilles en plastique avec bouchon).

M.01	**Exigences et objectifs uniformes pour tous les acteurs du secteur de l'emballage** La définition d'exigences et d'objectifs uniformes par la Confédération (p. ex. dans une ordonnance sur les emballages) contribuerait au développement de l'économie circulaire et à la préservation des ressources en Suisse. Elle permettrait (p. ex. de manière analogue à l'OEB en vigueur) un développement coordonné, efficace et surtout durable tout au long du cycle de vie des emballages. De plus, des incitations visant à développer des technologies nouvelles et durables, notamment pour les usines de tri et de recyclage, à générer des emplois et à réduire le littering pourraient ainsi être créées. Dans son avant-projet de révision de la LPE (AP LPE) qui fait suite au dépôt de l'initiative parlementaire 20.433 « Renforcer l'économie circulaire suisse », la commission compétente du Conseil national a proposé un nouvel article qui pourrait servir de base à la formulation d'exigences pour les emballages. Cette proposition vise à améliorer la conception des produits et des emballages de manière à préserver les ressources (cf. art. 35*i* AP LPE[24]).
	Pistes d'action possibles (cf. aussi *point 8.3.2*) – Une ordonnance pourrait prescrire différents *développements souhaités*, tels que la promotion de la recyclabilité, de l'utilisation de matières recyclées ou d'emballages réutilisables ainsi que la suppression des suremballages. – Une ordonnance pourrait réglementer la *collecte séparée*, la *valorisation* (y c. d'éventuels quotas de valorisation matière), le *financement* ainsi que d'autres aspects adaptés au marché de l'emballage et au cycle de vie des emballages.

8.3.2 Écoconception et recyclage

Les déchets plastiques qui ne peuvent être évités doivent être valorisés à la fin de leur durée d'utilisation dans le cadre d'un recyclage de haute qualité. Étant donné la grande variété de matériaux utilisés, il est important de prendre en considération l'élimination des emballages et des produits dès leur conception et leur fabrication. Ce processus est également appelé écoconception.

M.02	**Collecte uniforme des déchets plastiques des ménages** Actuellement, il existe en Suisse des offres très diverses en matière de collecte des déchets plastiques provenant des ménages. Les pistes proposées ci-dessous ainsi que l'ordonnance décrite au *point 8.3.1* ***Error! Reference source not found.***pourraient soutenir ou susciter la création et la mise en place de l'infrastructure nécessaire à un système de collecte, de tri et de recyclage uniforme au niveau national. De tels efforts vont également dans le sens de la motion Dobler 20.3695, qui demande une collecte séparée et coordonnée des déchets plastiques recyclables au niveau suisse. La plate-forme économie circulaire, sous l'égide de Swiss Recycling, envisage de lancer d'ici à 2025 un système de collecte des emballages plastiques et des briques à boisson à l'échelle nationale. Dans cette démarche, l'action prioritaire porterait sur la création de conditions-cadres claires, notamment concernant la transparence sur les flux de matières (des déchets à l'utilisation des recyclats), l'écobilan et le financement conforme au principe de causalité

[24] Les articles de la révision en cours de la LPE dans le cadre de l'initiative parlementaire 20.433 « Renforcer l'économie circulaire suisse » qui sont cités ici et désignés par « AP LPE ». Les documents sont disponibles à l'adresse https://www.parlament.ch/fr/organe/commissions/commissions-thematiques/commissions-ceate/consultation-ceate-20-433 (dernière consultation le 14 juillet 2022).

	d'un tel système. Il faudrait en outre garantir qu'un système de collecte soit mis en place de manière coordonnée sur l'ensemble du territoire, que les matériaux collectés fassent effectivement l'objet d'une valorisation matière et que le système de collecte présente en outre une grande stabilité. Seules des conditions-cadres claires permettront de garantir que les cantons puissent continuer à assurer une planification à long terme de la gestion des déchets et, partant, un système d'élimination qui fonctionne, sans toutefois porter préjudice aux systèmes de collecte établis et efficaces des bouteilles à boissons en PET et des bouteilles en plastique avec bouchon. Dans le cadre de l'initiative parlementaire 20.433, la commission compétente du Conseil national propose des éléments qui s'avèreraient pertinents pour la mise en place d'une collecte uniforme des plastiques : des exigences concernant la conception de produits et d'emballages respectueuse des ressources (art. 35*i* AP LPE), le renforcement des accords sectoriels et des mesures volontaires prises par les entreprises (art. 32*a*^{ter} et 41*a*, al. 4, AP LPE), l'encouragement des projets pilotes (art. 48*a* AP LPE) ainsi que la promotion de l'innovation et des plates-formes (art. 49, al. 1 et 3, et art. 49*a* AP LPE). Les modifications proposées à l'art. 31*b*, al. 4, AP LPE visant à simplifier la collecte séparée des matières valorisables sont destinées à soutenir le développement de l'infrastructure de collecte, de tri et de recyclage.
	Pistes d'action possibles – Les emballages et les produits devraient à l'avenir être davantage fabriqués à partir de *matériaux circulaires*. La branche pourrait prendre l'initiative d'élaborer des directives allant dans le sens d'une écoconception. Une infrastructure de collecte, de tri et de recyclage plus étendue permettrait de réintroduire davantage de matières plastiques dans le cycle des matières. – Pour faciliter le tri, les emballages et les produits pourraient à l'avenir être *étiquetés* de manière uniforme, *à l'aide de codes,* par les fabricants, afin qu'ils puissent être clairement intégrés dans une filière de recyclage. – Des objectifs pourraient être définis et des standards que les producteurs appliqueraient de leur propre initiative à l'assurance qualité des recyclats pourraient être élaborés afin de soutenir l'utilisation de *recyclats* de haute qualité dans les emballages et les produits. Des normes et des standards appropriés sont actuellement développés au sein de l'UE. – La *responsabilité élargie du producteur* pourrait être étendue dans le sens où les commerçants, les producteurs et les importateurs prendraient (partiellement) en charge les coûts de l'élimination et du recyclage.

8.3.3 Littering

Le littering, forme très répandue d'élimination illégale des déchets, demeure un problème en Suisse (cf. *point 4.3*). Malgré les mesures déjà en place dans les domaines de la sensibilisation et de la prévention, de la réduction des dommages et des exigences techniques (p. ex. la mise à disposition d'une infrastructure d'élimination) ainsi que des sanctions, il reste encore beaucoup à faire. Les produits à usage unique en plastique, tels que les gobelets jetables ou les couverts en plastique, posent problème, car leur durée de vie est courte et leur utilité faible par rapport à la charge environnementale qu'ils génèrent. Ils sont jetés après une utilisation unique, et ce assez souvent sur la voie publique.

M.03	**Réduction des produits à usage unique en plastique** Avec la révision de la LPE actuellement en cours dans le contexte de l'initiative parlementaire 20.433, la commission compétente du Conseil national souhaite créer les bases permettant de s'aligner sur les réglementations de l'UE. S'agissant de la directive européenne sur les plastiques à usage unique, le renforcement proposé de l'obligation de prise en charge des coûts (art. 30*a*, let. a, AP LPE), l'amélioration de l'étiquetage ainsi que les bases pour une conception de produits et d'emballages respectueuse des ressources méritent d'être mentionnés (art. 35*i* AP LPE).
	Pistes d'action possibles – L'économie pourrait chercher, de sa propre initiative, à *réduire la consommation* de certains produits à usage unique (p. ex. la vaisselle utilisée dans la restauration à emporter), ou des objectifs dans ce sens pourraient être fixés, dans une ordonnance, par le biais d'un soutien des solutions réutilisables ou de l'introduction d'une obligation de payer, au point de vente, pour les produits en plastique à usage unique. – La Confédération pourrait, par voie ordonnance, encourager *des mesures de sensibilisation* visant à informer notamment les consommateurs sur les solutions réutilisables destinées à remplacer les produits en plastique à usage unique et créer des incitations à un comportement responsable. Les prescriptions de l'UE en matière d'étiquetage avec le nouveau logo comportant des indications sur l'élimination correcte des déchets pourraient, par exemple, être reprises afin de sensibiliser la population. – La *responsabilité élargie des producteurs* pourrait être étendue en demandant aux producteurs de certains produits en plastique à usage unique (p. ex. les emballages de restauration à l'emporter, les produits d'hygiène ou du tabac) d'assumer eux-mêmes les mesures de sensibilisation, les coûts de la collecte dans le système public de collecte et les actions de nettoyage liées à ces produits. – *Les exigences relatives à certains produits,* tels que les bouchons attachés (où le bouchon est solidaire de la bouteille), pourraient également être prescrites en Suisse au niveau de l'ordonnance.

M.04	**Contrôle de l'efficacité des mesures de lutte contre le littering** Les mesures de lutte contre le littering induisent des coûts qui sont supportés par la collectivité. Un contrôle de l'efficacité des mesures mises en œuvre pourrait être effectué dans le cadre d'un système de suivi national, en étendant au niveau de l'ordonnance l'obligation de faire rapport. Les données collectées par les cantons seraient transmises à l'OFEV, où elles pourraient ainsi être facilement accessibles au public.
	Pistes d'action possibles – Les expériences déjà acquises lors des relevés effectués le long des cours d'eau ainsi que dans les Alpes et le Jura (Erismann et Erismann 2021) pourraient être transférées dans un *suivi* national ou cantonal. Une méthodologie uniformisée permettrait de garantir la comparabilité des résultats. – Le succès des mesures prises pour lutter contre le littering et d'autres éliminations inappropriées des déchets pourrait être contrôlé par le biais d'un *rapport* annuel des cantons à l'intention de l'OFEV.

8.3.4 Plastiques dans les applications industrielles et artisanales

D'une manière générale, les plastiques sont fréquemment utilisés dans l'industrie et l'artisanat, ce qui génère des déchets, de même que des émissions, lors de leur fabrication et de leur élimination (cf. *point 4.5*). Dans les secteurs de la construction, de l'agriculture et de l'économie forestière, les émissions de plastiques sont considérables en raison de la diversité de leurs applications à l'extérieur (cf. *points 4.6 et 4.7*). Tous ces secteurs présentent donc un grand potentiel en ce qui concerne la gestion durable des utilisations de produits en plastique et la réduction des apports dans l'environnement. L'usure par le vent et les intempéries libère des particules de plastiques dans l'environnement. Souvent, les plastiques ne sont, par ailleurs, pas éliminés correctement après leur utilisation en raison de la charge que cela implique. Les secteurs de la construction et de l'agriculture présentent en outre un potentiel important en matière de développement du recyclage ; en effet, de grandes quantités de films sont produites à partir de types de plastiques uniformes et recyclables. Les solutions de substitution aux plastiques conventionnels, comme les plastiques biosourcés ou biodégradables, ne sont souvent pas une solution judicieuse, ces produits ne se dégradant pas ou alors que de manière incomplète (cf. *point 6.6*).

M.05	**Encourager davantage le recyclage des plastiques** Le recyclage des plastiques issus de la construction[25], de l'agriculture, de l'économie forestière, de l'artisanat et de l'industrie pourrait, en règle générale, être davantage encouragé. Pour ce faire, il est possible de s'appuyer sur les expériences et les réseaux liés aux activités en cours (p. ex. de l'association Erde Suisse). Le potentiel de recyclage des plastiques provenant de ces secteurs est loin d'être épuisé. Aussi, des accords sectoriels volontaires permettraient de le renforcer le recyclage.
	Pistes d'action possibles – L'élaboration d'une solution de branche en vue d'encourager la collecte séparée des déchets de coupe et des films plastiques sur les chantiers pourrait être envisagée. – La solution de branche de l'association Erde Suisse, qui existe déjà dans le domaine de l'agriculture pour les films pour balles d'ensilage, pourrait être étendue à d'autres fractions ainsi qu'à l'économie forestière (cf. *point 8.1.1*). – L'élaboration d'une solution de branche en vue d'encourager la collecte et le recyclage des plastiques issus de l'industrie et de l'artisanat pourrait être accélérée.

M.06	**Développement de bonnes pratiques pour l'utilisation des films biodégradables** L'utilisation de matières plastiques est très répandue dans l'agriculture et l'économie forestière et s'avère aussi judicieuse d'un point de vue écologique dans de nombreux domaines (p. ex. utilisation réduite d'herbicides lors de l'emploi de films de paillage). Il convient toutefois d'éviter que les plastiques issus de ces domaines d'application ne se retrouvent dans l'environnement. Dans la pratique, de nombreuses questions relatives à une utilisation des plastiques respectueuse de l'environnement doivent encore être clarifiées (p. ex. concernant les films de paillage biodégradables dans l'agriculture). Les autorités, notamment les offices cantonaux de l'agriculture et de la protection de l'environnement, l'OFEV et l'OFAG, pourraient à l'avenir jouer un rôle majeur dans la recherche d'une meilleure utilisation de ces films (bonnes pratiques en matière de plasticulture).

[25] Le tri des déchets de construction susceptibles de faire l'objet d'une valorisation matière, tels que les matières plastiques, est prescrit à l'art. 17, al. 1, let. d, de l'ordonnance sur les déchets (RS 814.600).

	Pistes d'action possibles – Se basant sur les connaissances actuelles concernant l'utilisation correcte et les processus de décomposition des films de paillage biodégradables, les acteurs susmentionnés pourraient développer de bonnes pratiques de paillage biodégradable en collaboration avec les utilisateurs. – La branche pourrait élaborer des recommandations pour l'utilisation et l'élimination durables des plastiques dans l'agriculture et l'économie forestière. – Dans une optique de renforcement de la responsabilité des fabricants, la Confédération pourrait obliger ces derniers et les commerçants à fournir des modes d'emploi corrects et aisément compréhensibles avec les films de paillage biodégradables.

M.07	**Clarification concernant l'utilisation et l'étiquetage des plastiques biosourcés et des plastiques biodégradables** L'utilisation et l'étiquetage des plastiques biosourcés et des plastiques biodégradables sont souvent source de confusion pour les consommateurs du fait de l'absence de réglementation uniforme. Les différents étiquetages peuvent en effet donner l'impression que les produits et les emballages sont entièrement biodégradables dans la nature, ce qui ne correspond généralement pas à la réalité (cf. aussi M.06 et M.08). En proposant l'art. 35*i* AP LPE, la commission compétente du Conseil national souhaite créer une nouvelle base pour l'étiquetage et l'information sur les produits et les emballages.
	Pistes d'action possibles – La Confédération pourrait édicter, par voie d'ordonnance, des directives pour l'étiquetage des emballages et des produits « biosourcés, biodégradables ou compostables. – Les applications des plastiques biodégradables pourraient être limitées au niveau de l'ordonnance et n'être, par exemple, autorisées à l'avenir que dans les cas où leur rejet dans l'environnement ne peut être évité (p. ex. coupe-bordures/débroussailleuse à fil nylon (rotofil), autocollants sur les fruits et les légumes, emballages de plantes) (cf. aussi M.08). – À l'avenir, seuls les matériaux plastiques biodégradables et les applications qui présentent un avantage écologique évident par rapport aux plastiques conventionnels et qui sont entièrement dégradables dans les conditions naturelles régnant en Suisse pourraient être autorisés au niveau de l'ordonnance.

M.08	**Limitation de l'utilisation de certains produits contenant des matières plastiques** Certains produits contenant des matières plastiques qui se retrouvent dans l'environnement, où ils présentent un risque accru, et pour lesquels il existe déjà des solutions de substitution respectueuses de l'environnement pourraient être interdits par voie d'ordonnance en vertu d'une base légale (p. ex. la LPE). L'art. 30*a* LPE prévoit déjà une base juridique pour de telles limitations d'utilisation. De plus, si la révision de la LPE élaborée dans le cadre de l'initiative parlementaire 20.433 entre en vigueur, une base légale supplémentaire serait créée avec l'art. 35*i* AP LPE proposé, qui porte sur la conception de produits et d'emballages respectueuse des ressources.
	Pistes d'action possibles : – Certaines applications de matières plastiques (p. ex. le gazon synthétique utilisé comme tapis pour la circulation des vaches, les autocollants en plastique pour les fruits) pourraient à l'avenir ne plus être autorisées par la Confédération au niveau de l'ordonnance. Il convient toutefois de relever que l'art. 41*a*, al. 3, LPE prévoit que la Confédération examine les mesures volontaires prises par l'économie avant d'édicter des dispositions d'exécution.

8.3.5 Réduction des microplastiques

S'agissant de la réduction des microplastiques, une coordination avec les travaux en cours au sein de l'UE, en particulier le plan d'action pour l'économie circulaire et la stratégie pour la durabilité dans le domaine des produits chimiques, est capitale (cf. *point 8.2.2*). La Suisse peut s'inspirer de l'UE pour les mesures visant à limiter les utilisations intentionnelles et les rejets involontaires de microplastiques, ainsi que pour le développement et l'harmonisation des méthodes de mesure, en particulier celles s'appliquant aux pneus et aux textiles (cf. *points 8.1.4 et 8.2.2*). En ce qui concerne les mesures possibles pour limiter l'abrasion des pneus, d'autres solutions seront proposées dans le rapport donnant suite au postulat Schneider Schüttel 19.3559 « Résidus d'abrasion des pneus, source la plus importante de microplastiques. Mesures de réduction ».

M.09	**Éviter la libération de granulés plastiques** Lors d'un récent relevé des déchets le long des cours d'eau suisses, des granulés plastiques ont aussi fréquemment été retrouvés (Erismann et Erismann 2021). Ces granulés peuvent se perdre pendant le transport, la transformation, le transvasement ou le transfert (cf. *points 4.3 et 4.5*). Une sensibilisation par le biais des associations professionnelles pourrait inciter les fabricants et les transporteurs de ces produits à concevoir les conteneurs de manière à ce que la perte de granulés plastiques puisse être évitée lors du transport.
	Pistes d'action possibles – Pour éviter les pertes de granulés plastiques, on pourrait s'appuyer sur l'expérience acquise et les synergies obtenues dans le cadre des efforts en cours (comme l'Opération Clean Sweep, un programme international visant à éviter que des granulés plastiques ne se retrouvent dans l'environnement).

M.10	**Réduction de la libération de fibres textiles** Actuellement, il n’existe pas de vue d’ensemble des quantités de fibres microplastiques libérées tout au long du cycle de vie des textiles et de leur impact sur l’environnement et la santé. On dispose de premières indications concernant les types de traitement et les paramètres des processus de fabrication ayant une influence sur l’abrasion des microfibres lors de la phase d’utilisation ultérieure. Ces connaissances pourraient être approfondies dans le cadre d’une collaboration entre la recherche et l’industrie, et permettre ainsi de définir et de mettre en œuvre, au stade de la conception et de la fabrication des textiles, des mesures qui réduisent la libération de fibres.
	Pistes d’action possibles – Les risques éventuels pour l’être humain et l’environnement liés à la libération de microfibres pourraient être analysés dans le cadre d’une approche globale de la durabilité. Une analyse coûts-avantages peut aider à prioriser les mesures. De nouvelles technologies de production pourraient déployer leurs effets positifs sur la libération de fibres textiles. – Parallèlement aux processus d’émission de fibres textiles synthétiques, il serait également pertinent de se concentrer sur les textiles en fibres naturelles, qui libèrent aussi des fragments de fibres que l’on retrouve partout dans l’environnement. Les éventuels effets toxiques de ces microfibres biosourcées et la comparabilité de ces effets avec ceux des microfibres plastiques ne sont guère connus. Des études dans ce domaine permettraient d’avoir une vue d’ensemble de l’abrasion des fibres textiles.

Annexe 1 Termes spécifiques

Dans ce rapport, les principaux termes techniques sont utilisés conformément aux définitions ci-après dérivées de Erny, O'Connor et Spörri (2020).

- « **Matières plastiques / plastiques / plastique** » : terme générique pour tous les types de matériaux composés de polymères (substances chimiques constituées de macromolécules). Les matières plastiques sont pour la plupart dérivées du pétrole et, plus récemment aussi, de la biomasse. Les propriétés des matières plastiques varient en fonction des macromolécules choisies, des procédés de fabrication ou des différents additifs entrant dans leur composition. Le caoutchouc et le caoutchouc synthétique des pneus en font également partie. Dans ce document, ce terme est également employé de manière générale lorsqu'il est question de microplastiques et de macroplastiques. Ces deux derniers termes sont aussi utilisés ici en tant que tels ; il s'agit d'une terminologie établie, qui est également appliquée par des organismes officiels.
- « **Macroplastiques** » : pièces de plastiques de plus de 5 mm, ainsi que des déchets plastiques sous forme de produits entiers, tels que des bouteilles en PET, des sacs en plastique et autres déchets éliminés de manière inappropriée.
- « **Microplastiques** » : particules de plastiques à peine visibles, de 0,1 µm à 5 mm, ou des fibres d'une longueur maximale de 15 mm. Les très petites particules de plastiques qu'on appelle « nanoplastiques » sont, quant à elles, inférieures à 0,1 µm. Les microplastiques peuvent être subdivisés en microplastiques primaires et microplastiques secondaires.
- « **Microplastiques primaires** » : petites particules de plastiques qui sont intentionnellement fabriquées comme telles et ajoutées à des produits (p. ex. comme agents exfoliants dans les cosmétiques, le dentifrice, etc.).
- « **Microplastiques secondaires** » : matières qui se forment lors de l'utilisation et de l'élimination de produits en plastique ou lors de l'altération et de la décomposition de macroplastiques en microplastiques (p. ex. abrasion des pneus, abrasion des fibres lors du lavage de textiles synthétiques, peintures extérieures des bâtiments, signalisation routière, etc.) La libération n'est pas intentionnelle.
- « **Matières plastiques biosourcées** » : matières fabriquées à partir de la biomasse mais ayant les mêmes propriétés que les plastiques à base de pétrole.
- « **Matières plastiques biodégradables** » : matériaux pouvant être complètement décomposés par des microorganismes présents naturellement et pouvant être transformés en eau, en dioxyde de carbone et en biomasse. Qu'elles soient produites à partir de ressources renouvelables ou fossiles importe peu.
- « **Matières plastiques oxo-dégradables** » : aux termes de l'annexe 2.9, ch. 1, al. 4, ORRChim, matières plastiques renfermant des additifs qui, sous l'effet de l'oxydation, conduisent à une microfragmentation ou à une décomposition chimique.

Annexe 2 Références

Adam, Véronique, Tong Yang, et Bernd Nowack. 2019. «Toward an ecotoxicological risk assessment of microplastics: Comparison of available hazard and exposure data in freshwaters.» *Environmental Toxicology and Chemistry.* doi:10.1002/etc.4323.

AFD. 2020. «Swiss-Impex.» *Base de données des tarifs douaniers 3915.10, 3915.20, 3915.30 et 3915.90 pour l'année 2017 (Récupéré le 16.08.2021).*

Agence internationale de l'énergie. 2015. *Energy Technology Perspectives 2015: Mobilising Innovation to Accelerate Climate Action.* Paris: International Energy Agency IEA.

Association internationale équipements de sports et de loisirs (IAKS). 2019. «Protokoll zum Meeting Mikroplastik.» Köln.

Berger, Till, et Markus Sommerhalder. 2011. *Le littering a un coût. Coût du nettoyage par fractions de déchets en Suisse.* Berne: Office fédéral de l'environnement (OFEV). Connaissance de l'environnement n° 1108.

Bertling, Jürgen, Ralf Bertling, et Leandra Hamann. 2018. «Kunststoffe in der Umwelt: Mikro- und Makroplastik. Ursachen, Mengen, Umweltschicksale, Wirkungen, Lösungsansätze, Empfehlungen.» Synthèse de l'étude faite par le consortium, Frauenhofer-Institut für Umwelt-, Sicherheits- und Energietechnik UMSICHT (éd.), Oberhausen. doi:10.24406/UMSICHT-N-497117.

Boucher, Julien, Florian Faure, Olivier Pompini, Zara Plummer, Olivier Wieser, et Luiz Felippe de Alencastro. 2019. «(Micro) plastic fluxes and stocks in Lake Geneva basin.» *Trends in Analytical Chemistry.* doi:10.1016/j.trac.2018.11.037.

Burns, Emily E., et Alistair B.A. Boxall. 2018. «Microplastics in the aquatic environment: Evidence for or against adverse impacts and major knowledge gaps.» *Environmental Toxicology and Chemistry.* doi:10.1002/etc.4268.

Cabernard, Livia, Stephan Pfister, Christopher Oberschelp, et Stefanie Hellweg. 2021. «Growing environmental footprint of plastics driven by coal combustion.» *Nature Sustainability.* doi:10.1038/s41893-021-00807-2.

Cormier, Bettie, Florane Le Bihanic, Mathieu Cabar, Jean-Claude Crebassa, Mélanie Blanc, Maria Larsson, Florian Dubocq, et al. 2021. «Chronic feeding exposure to virgin and spiked microplastics disrupts essential biological functions in teleost fish.» *Journal of Hazardous Materials.* doi:10.1016/j.jhazmat.2021.125626.

Cosmetics Europe. 2018. *Press release.Over 97% of plastic microbeads already phased out from cosmetics.* https://cosmeticseurope.eu/news-events/over-97-plastic-microbeads-already-phased-out-cosmetics-cosmetics-europe-announces.

de Souza Machado, Anderson Abel, Chung W. Lau, Werner Kloas, Joana Bergmann, Julien B. Bachelier, Erik Faltin, Roland Becker, Anna S. Görlich, et Matthias C. Rillig. 2019. «Microplastics Can Change Soil Properties and Affect Plant Performance.» *Environmental Science & Technology.* doi:10.1021/acs.est.9b01339.

de Souza Machado, Anderson Abel, Werner Kloas, Christiane Zarfl, Stefan Hempel, et Matthias C. Rillig. 2018. «Microplastics as an emerging threat to terrestrial ecosystems.» *Global Change Biology.* doi:10.1111/gcb.14020.

Dinkel, Fredy, et Thomas Kägi. 2014. *Ökobilanz Getränkeverpackungen. CustomLCA.* Carbotech AG. Sur mandat de l'Office fédéral de l'environnement (OFEV).

Dinkel, Fredy, Gavin Roberts, et Mischa Zschokke. 2021. *Ökobilanz von Versandhüllen für Zeitschriften. CustomLCA.* Carbotech AG. Sur mandat de l'Office fédéral de l'environnement (OFEV).

ECHA. 2019. «Annex XV Restriction Report: Proposal for a Restriction of Intentionally-added Microplastics.» Helsinki.

EFSA. 2021. *EFSA Scientific Colloquium 25 – A coordinated approach to assess the human health risks of micro- and nanoplastics in food. Event Report.* EFSA Journal. doi:10.2903/sp.efsa.2021.EN-6815.

EFSA Panel on Contaminants in the Food Chain (CONTAM). 2016. «Statement on the presence of microplastics and nanoplastics in food, with particular focus on seafood.» *EFSA Journal.* doi:10.2903/j.efsa.2016.4501.

Erickson, Britt E. 2022. „Getting a grip on microplastics' risks: Lessons from nanoparticle toxicology help guide path forward." *C&EN.* doi:10.1021/cen-10019-cover.

Erismann, Roger, et Shannon Erismann. 2021. *Identification, quantification and analysis of observable anthropogenic litter along Swiss lake systems (IQAASL). https://hammerdirt-analyst.github.io/IQAASL-End-0f-Sampling-2021/intro.html.* Sur mandat de l'Office fédéral de l'environnement (OFEV). doi:10.5281/zenodo.6053926.

Erny, Isolde, Isabel O'Connor, et Andy Spörri. 2020. *Le plastique dans l'environnement Suisse.* Zollikon: EBP Schweiz AG. Sur mandat de l'Office fédéral de l'environnement (OFEV).

Eunomia. 2016. *Plastics in the Marine Environment.* Bristol, United Kingdom: Eunomia Research & Consulting Ltd.

Faure, Florian, et Luiz Felippe de Alencastro. 2014. *Évaluation de la pollution pas les plastiques des les eaux de surface en Suisse.* École polytechnique fédérale de Lausanne (EPFL). Sur mandat de l'Office fédéral de l'environnement (OFEV).

Forte, Maurizio, Giuseppina Iachetta, Margherita Tussellino, Rosa Carotenuto, Marina Prisco, Maria De Falco, Vincenza Laforgia, et Salvatore Valiante. 2016. «Polystyrene nanoparticles internalization in human gastric adenocarcinoma cells.» *Toxicology in Vitro.* doi:10.1016/j.tiv.2015.11.006.

Geyer, Roland, Jenna R. Jambeck, et Kara Lavender Law. 2017. «Production, use, and fate of all plastics ever made.» *Science Advances.* doi:10.1126/sciadv.1700782.

Hüsch, Ragini, Urs Baier, Lena Breitenmoser, Thomas Gross, et Florian Rüsch. 2018. *Lebensmittelabfälle in Schweizer Grüngut.* Wädenswil: Sur mandat de l'Office fédéral de l'environnement (OFEV).

Kalberer, Andreas, Delphine Kawecki-Wenger, et Thomas D. Bucheli. 2019. «Flux plastiques dans l'agriculture suisse et risques potentiels pour les sols.» *Recherche Agronomique Suisse.*

Kawecki, Delphine, et Bernd Nowack. 2019. «Polymer-Specific Modeling of the Environmental Emissions of Seven Commodity Plastics As Macro- and Microplastics.» *Environmental Science & Technology.* doi:10.1021/acs.est.9b02900.

Kawecki, Delphine, Livnat Goldberg, et Bernd Nowack. 2021. «Material flow analysis of plastic in organic waste in Switzerland.» *Soil Use and Management.* doi:10.1111/sum.12634.

Klotz, Magdalena, et Melanie Haupt. 2022. «A high-resolution dataset on the plastic material flows in Switzerland.» *Data in Brief.* doi:10.1016/j.dib.2022.108001.

Leslie, Heather A., Martin J.M. van Velzen, Sicco H. Brandsma, A. Dick Vethaak, Juan J. Garcia-Vallejo, et Marja H. Lamoree. 2022. «Discovery and quantification of plastic particle pollution in human blood.» *Environment International.* doi:10.1016/j.envint.2022.107199.

Liu, Zipeng, et Bernd Nowack. 2022. «Probabilistic material flow analysis and emissions modeling for five commodity plastics (PUR, ABS, PA, PC, and PMMA) as macroplastics and microplastics.» *Resources, Conservation and Recycling.* doi:10.1016/j.resconrec.2021.106071.

Løkkegaard, Hanne, Bjørn Malmgren-Hansen, et Nils H. Nilsson. 2019 (Revised). *Mass balance of rubber granulate lost from artificial turf fields, focusing on discharge to the aquatic environment. A review of literature.* Danish Technological Institute.

Nowack, Bernd, et Delphine Kawecki-Wenger. 2020. «Modellierung von Plastik in der Umwelt.» *Aqua & Gas.*

OFEV. 2021a. «Déchets 2020. Quantités produites et recyclées.» https://www.bafu.admin.ch/dam/bafu/fr/dokumente/abfall/statistik/abfallmengen-und-recycling-

2020-im-ueberblick.pdf.download.pdf/d%C3%A9chets-2020-quantit%C3%A9s-produites-et-recycl%C3%A9es.pdf.

—. 2021b. *Indicateur économie et consommation.* https://www.bafu.admin.ch/bafu/fr/home/themes/economie-consommation/etat/indicateurs/indikator-wirtschaft-und-konsum.html.

OMS. 2019. *Microplastics in drinking-water.* Genève: Organisation mondiale de la santé.

Paruta, Paola, Margherita Pucino, et Julien Boucher. 2021. *Plastic Paints the Environment.* Lausanne, Switzerland: EA – Environmental Action.

Patrick, Michael, Ann-Kathrin Stalder, Cengiz Akandil, Patricia Meier, et Michael Burkhardt. 2022. *Erhebung von Kunststoffrasenflächen und Mikroplastik in der Schweiz (KUNST).* OST – Ostschweizer Fachhochschule, Rapperswil: Sur mandat de l'Office fédéral de l'environnement (OFEV). Rapport non encore publié.

Plastics Europe. 2021. «Plastics - the Facts 2021.»

Prata, Joana Correia, João P. da Costa, Isabel Lopes, Armando C. Duarte, et Teresa Rocha-Santos. 2020. «Environmental exposure to microplastics: An overview on possible human health effects.» *Science of The Total Environment.* doi:10.1016/j.scitotenv.2019.134455.

Regnell, Fredrick. 2019. *Dispersal of microplastic from a modern artificial turf pitch with preventive measures - Case study Bergaviks IP, Kalmar.* Ecoloop.

Rillig, Matthias C., Shin Woong Kim, Tae-Young Kim, et Walter R. Waldman. 2021. «The Global Plastic Toxicity Debt.» *Environmental Science & Technology.* doi:10.1021/acs.est.0c07781.

Rist, Sinja, Bethanie Carney Almroth, Nanna B. Hartmann, et Therese M. Karlsson. 2018. «A critical perspective on early communications concerning human health aspects of microplastics.» *Science of The Total Environment.* doi:10.1016/j.scitotenv.2018.01.092.

Rodríguez-Seijo, Andrés, Joana I. Lourenço, Teresa A.P. Rocha-Santos, João da Costa, Armando C. Duarte, Helena Vala, et Ruth Pereira. 2017. «Histopathological and molecular effects of microplastics in Eisenia andrei Bouché.» *Environmental Pollution.* doi:10.1016/j.envpol.2016.09.092.

Schäfer, Anke. 2019. *Mégots de cigarette : quel danger pour l'environnement ?* Centre d'écotoxicologie appliquée de la Suisse.

Scheurer, Michael, et Moritz Bigalke. 2018. «Microplastics in Swiss Floodplain Soils.» *Environmental Science & Technology.* doi:10.1021/acs.est.7b06003.

Schwabl, Philipp, Sebastian Köppel, Philipp Königshofer, Theresa Bucsics, Michael Trauner, Thomas Reiberger, et Bettina Liebmann. 2019. «Detection of Various Microplastics in Human Stool: A Prospective Case Series.» *Annals of Internal Medicine.* doi:10.7326/M19-0618.

Steiner, Michele. 2020. *Mikroplastik: Eintrag von Reifenabrieb in Oberflächengewässer.* Zurich: Sur mandat de l'Office fédéral de l'environnement (OFEV).

Steiner, Michele. 2022. *Priorisierung von Massnahmen zur Reduktion des Eintrags von Reifenabrieb in Oberflächengewässer.* Zurich: Sur mandat de l'Office fédéral de l'environnement (OFEV). Rapport non encore publié.

Swiss Retail Federation et CI Commerce de détail suisse. 2020. «Accord de branche visant à réduire l'utilisation de sacs plastique.»

Swiss Retail Federation et CI Commerce de détail suisse. 2016. «Accord de branche visant à réduire l'utilisation de sacs plastique jetables.»

Van Eygen, Emile, Julia Feketitsch, David Laner, Helmut Rechberger, et Johann Fellner. 2017. «Comprehensive analysis and quantification of national plastic flows: The case of Austria.» *Resources, Conservation and Recycling.* doi:10.1016/j.resconrec.2016.10.017.

Verschoor, Anja J., Alex van Gelderen, et Ulbert Hofstra. 2021. «Fate of recycled tyre granulate used on artificial turf.» *Environmental Sciences Europe.* doi:10.1186/s12302-021-00459-1.

Vogel, Julia, Franziska Krüger, et Matthias Fabian. 2020. *Chemisches Recycling.* Dessau-Roßlau: Umweltbundesamt.

Weijer, Annet, Jochem Knol, et Ulbert Hofstra. 2017. *Verspreiding van infill en indicatieve massabalans.* Sweco Nederland B.V., SGS Intron B.V.

Wiebe, Kirsten Svenja, Eivind Lekve Bielle, Johannes Többen, et Richard Wood. 2018. «Implementing exogenous scenarios in a global MRIO model for the estimation of future environmental footprints.» *Journal of Economic Structures.* doi:10.1186/s40008-018-0118-y.

Wiesinger, Helene, Magdalena Klotz, Zhanyun Wang, Yaqi Zhao, Melanie Haupt, et Stefanie Hellweg. 2020. *The Identity of Oxo-Degradable Plastics and their Use in Switzerland.* Zurich: Sur mandat de l’Office fédéral de l’environnement (OFEV).

Yong, Cheryl Qian Ying, Suresh Valiyaveettil, et Bor L. Tang. 2020. «Toxicity of Microplastics and Nanoplastics in Mammalian Systems.» *International Journal of Environmental Research and Public Health.* doi:10.3390/ijerph17051509.