

Recyclage des emballages plastiques provenant des ménages - Foire aux questions

Version du 03.05.2022

Les initiatives politiques ne cessent de réclamer une augmentation du recyclage des plastiques, comme la motion Dobler (20.3695) du 17.06.2020. À la suite de l'adoption de cette motion, les déchets plastiques devront désormais être collectés séparément et recyclés de manière coordonnée dans toute la Suisse. Les déchets plastiques visés par cette motion sont exclusivement des emballages, qui sont principalement produits par les ménages privés et font actuellement partie des déchets municipaux. Jusqu'à présent, la plupart de ces déchets faisaient l'objet d'une valorisation thermique : l'énergie dégagée par leur combustion est convertie dans des Usines de Valorisation Thermique des Déchets (UVT) en électricité ou en chaleur de confort. Les bouteilles de boissons en PET sont une exception. Depuis des années, elles sont collectées séparément et recyclées avec un taux de récupération d'environ 81 % [4]. Quelques faits concernant le recyclage des emballages en plastique provenant des ménages sont présentés ci-dessous.

Quelle quantité d'emballages plastiques provenant des ménages peut être collectée séparément à l'avenir de manière réaliste ?

Environ 20 000 tonnes par an (hors bouteilles de boisson en PET), dont la moitié est envoyée à la valorisation thermique en tant que résidu de tri.

Si l'on extrapole à l'ensemble de la Suisse les résultats du dernier projet pilote mené par la ville de Zurich, on obtient **19'140 t/a** [3]. A cette quantité s'ajoutent près de 50'000 t de bouteilles de boissons en PET [4]. Il existe plusieurs approches pour estimer les quantités d'emballages plastiques qui pourront être collectés séparément auprès des ménages à l'avenir [1], [2], [3]. Certaines études publient des valeurs hypothétiques, d'autres calculent les quantités « bottom-up » en extrapolant à l'ensemble de la Suisse des données de systèmes déjà existants au niveau régional. Étant donné que certains systèmes, comme le « Kuh-Bag » de Suisse orientale, existent depuis des années, notre calcul des quantités est basé sur la deuxième approche « bottom-up » (voir Tab.1).

Dans le cadre de l'étude la plus récente réalisée par sofies [3] pour la ville de Zürich, la quantité récoltée se monte à 80.14 tonnes sur une durée de 6 mois pour un bassin de 74'000 habitants. Extrapolée à l'année entière, on obtient 160 tonnes. Rapportée au nombre d'habitant, cette quantité équivaut à **2.2 kg par habitant et par année**. Extrapolé à l'ensemble de la Suisse avec sa population de 8.7 mio d'habitants, on obtient 19'140 t, que nous arrondissons à **une quantité collectable d'environ 20'000 t/a**. En outre, il y a près de 50'000 t de bouteilles de boissons en PET dans toute la Suisse [4].

Relevons par ailleurs que les conditions de l'essai pilote 2020 dans la ville de Zurich décrit dans l'étude de sofies étaient idéales : collecte gratuite, en libre accès et sans supervision ni contrôle des déchets déposés, nombreux points de collecte et volume de collecte accru en raison de la situation pandémique. Il y a peu de raisons de penser que des quantités plus importantes pourraient être collectées à l'avenir.

Une autre source de données importantes est le rapport de 2020 de l'ASSOCIATION suisse des recycleurs de plastique VSPR. Il indique les quantités collectées de ses membres par canton. Le chef de file est le canton d'Uri où 3.7 kg de plastiques sont collectés par habitant et par an

[18]. Étant donné que la couverture du marché des systèmes de collecte connectés au VSPR ne couvre pas l'ensemble de la Suisse, cette valeur maximale ne peut être extrapolée. Dans certains cantons, le VSPR n'est pas actif, c'est pourquoi le volume de collecte est de 0 kg par habitant et par an.

Dans cette même étude, sofies indique un potentiel national de plus de 100 000 tonnes par an. Nous ne parvenons pas à reconstruire ce résultat : Même si l'on tient compte de tous les articles en plastique autres que les emballages (CD, cassettes vidéo, chambre à air), les ménages ne produisent pas plus de 100 000 t de déchets plastiques par année 1. Donc, même avec un taux de collecte de 100 %, il est à notre avis impossible de collecter 100'000t de déchets plastique par année pour recyclage auprès de ménages suisses.

Il convient de préciser que l'ensemble du document et donc également l'estimation susmentionnée se réfèrent aux emballages plastiques des ménages. Le potentiel de recyclage des plastiques est nettement plus élevé si l'on tient compte de l'artisanat, de l'agriculture et de l'industrie (mot-clé : déchets de production), cf. [20].

Tab. 1 : Différentes approches pour estimer les quantités d'emballages plastiques qui pourraient être collectées auprès des ménages. Si l'on estime la quantité par extrapolation « bottom-up » sur la base des systèmes existants au niveau régional tels que le « Kuh-Bag », on obtient environ 2 kg par personne et par an ou, extrapolé à l'ensemble de la Suisse (8.7 mio d'habitants), environ 20 000 t (deuxième et troisième colonne). La quatrième colonne regroupe diverses estimations « top-down » publiées récemment. Notons que les quantités obtenues par extrapolation de données mesurées au niveau régional sont bien inférieures aux estimations « top-down ».

Étude/Système	Quantité pesée par habitant Source de données : analyse des systèmes existants, c'est-à-dire l'enregistrement des quantités réelles de collecte.	Quantité pesée Suisse entière Source de données : extrapolation de l'analyse des systèmes existants	Pour comparaison : Diverses estimations « top-down » publiées récemment
sofies / Ville de Zurich (2021) [3]	2,2 kg	19'140 t/a	83'500 t/a
Magazine Migros (2021)			250'000 t/a
Rapport 2020 KVA TG/Kuh- Bag [7] ²	1,9 kg	16'530 t/a	
RTS / Migros (2020) [5], [6] ³			87'000 t/a
UMTEC / Berne (2019) [13]	1,3 kg	11'310 t/a	
EMPA / Kuh Bag (2017) [2] ⁴	1,4 kg	12'180 t/a	175'000 t/a
Kurve / divers syst. suisses (2017) [1]		18'000 t/a	112'000 t/a

¹ Selon une estimation de l'ASED, la consommation de sacs taxé est d'environ 700 litres par personne. Cela correspond à vingt sacs de 35 litres. Selon l'étude de l'OFEV sur la composition des déchets (2012) [12], le poids spécifique des sacs est de 0,125 kg par litre de capacité nominale. La quantité de déchets qui est collectée dans les sacs à déchets est donc beaucoup plus élevée. Par conséquent, la quantité de déchets éliminés dans des sacs payants est de $700 \times 0,125 = 87,5$ kg par personne et par an. En arrondissant, cela donne une quantité totale de déchets non triés provenant des ménages d'environ 800'000 tonnes par an pour une population de 8,7 millions d'habitants. Selon l'étude déjà citée de l'OFEV sur la composition des déchets, 13,3% de ceux-ci sont des plastiques -> 106'000t. Il s'agit notamment des pneus de vélo, des éponges de nettoyage, brosses de wc, jouets, cassettes vidéo, mais aussi du contenu résiduel de produits tels que les yaourts, gel de douche, crème solaire etc.

² 455t, collectées auprès de 236'937 personnes.

³ Quantité de plastique dans les emballages selon Migros : 20'000t/a. La part de marché de Migros dans le commerce de détail est de 23%.

⁴ 502t, collectées auprès de 33'000 personnes. Correspond à 9% de la population de la zone de chalandise de 366'667 personnes (-> 1.4 kg par personne), multiplié par la population de la CH de 8,7 millions (-> 12'180 t/a).

Qu'est-ce que le recyclage du plastique ?

Le recyclage, également appelé valorisation matière, est un processus en plusieurs étapes qui comprend, outre la collecte et le tri, le lavage des déchets plastiques et enfin la fabrication de granulés de plastique dans une extrudeuse. Chaque processus de recyclage génère également des résidus de tri et des déchets qui doivent être éliminés.

Dès les premières étapes rudimentaires, telles que la collecte et un pré-tri grossier, le plastique collecté n'est plus un déchet au sens propre du terme, mais possède une valeur marchande positive et devient ainsi une marchandise commercialisable (exemple : bouteilles en PE pré-triées). De nombreuses fractions de ce type sont exportées et peuvent, si elles ne sont pas traitées correctement, causer une pollution considérable à l'étranger. Les résidus issus des processus de tri et de recyclage risquent dans certains cas de ne pas être éliminés correctement, mais être mis en décharge de manière inappropriée et ainsi se retrouver dans l'environnement. Par conséquent, le recyclage à l'étranger a un impact plus important sur l'environnement que l'élimination dans une UVTD suisse. C'est pourquoi l'ASED salue les initiatives des recycleurs suisses, par exemple les membres du VSPR, de matières plastiques visant à effectuer l'ensemble du processus, de la collecte aux granulés de plastique et l'élimination des résidus de tri en Suisse. Outre l'avantage écologique, la sécurité de l'approvisionnement et de l'élimination est renforcée et la plus-value se fait en Suisse. Une telle chaîne de valorisation est déjà une réalité pour le recyclage des bouteilles de boissons en PET. Toute valorisation matière devrait donc avoir pour objectif de produire en Suisse des matières premières recyclées de haute qualité selon l'état de la technique.

Quelle est la part effectivement valorisable des déchets plastiques collectés ?

Un peu moins de 50% de la quantité collectée.

Jusqu'à présent, les emballages plastiques mélangés provenant des ménages sont triés à l'étranger car il n'existe pas d'installation adéquate en Suisse. Après le tri, environ 50 % des matériaux collectés sont recyclés [2]. La proportion qui peut être retournée à l'industrie plastique sous forme de granulats est encore réduite par les étapes de traitement liées au processus (Fig.1). Comme dit plus haut, le tri des déchets plastiques issus des ménages se fait à l'étranger. Aujourd'hui, les résidus de tri sont, dans le meilleur des cas, ramenés en Suisse et valorisés thermiquement en UVTD ou en cimenterie.

Selon l'étude sofies [3], seules certaines fractions (PE-HD, PE-LD, PP et PS) des fractions triées et recyclables peuvent être transformées en matières premières secondaires en Suisse. Cela correspond à 23% du matériel collecté. Dans le meilleur des cas, les résidus de tri sont maintenant ramenés en Suisse et recyclés thermiquement. Cela se fait dans une UVTD ou dans une combustion industrielle telle qu'une cimenterie. Ici, le plastique remplace les combustibles fossiles tels que le charbon comme combustible de substitution.

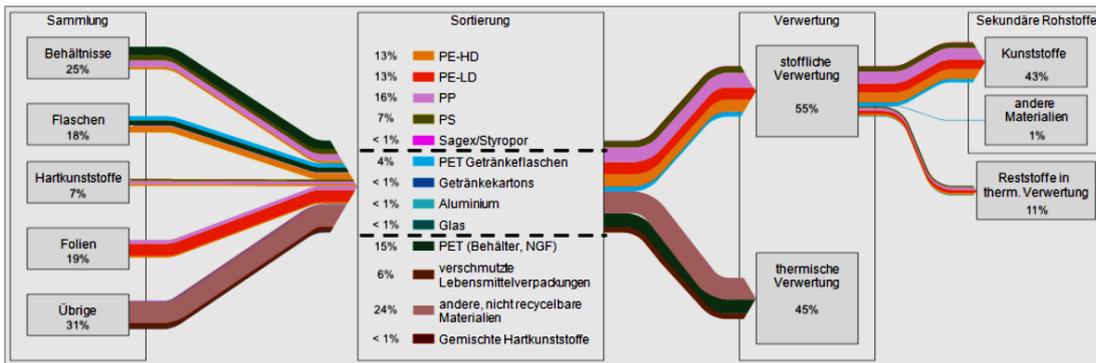


Fig. 1 Diagramme de flux des matériaux de la collecte des plastiques dans la ville de Zurich. 43% des plastiques collectés peuvent être recyclés [3].

Selon le rapport de surveillance VSPR, les trois systèmes les plus établis (Kuh-Bag, Sammelsack et Kunststoffsammelsack) ont un taux de recyclage plus élevé. Il est de 49 % [18] et est défini comme le taux de renvoi industriel.⁵

Il est vrai que l'Allemagne, avec le système du « sac jaune », collecte davantage de plastiques que la Suisse. Cependant, en raison de leur qualité inférieure, seuls 20 % environ des plastiques collectés dans le sac jaune peuvent faire l'objet d'un recyclage « matière » [1]. Les 28,5% indiqués à la Fig. 2 comme faisant l'objet d'un recyclage « matière » comprennent également les métaux (cannes en alu, dosette de café, opercules, etc.) et les cartons à boissons.

Si les efforts de l'industrie de l'emballage pour produire davantage d'emballages recyclables - dans l'optique d'une économie circulaire - portent leurs fruits, la part de plastiques recyclables pourrait augmenter dans l'avenir.

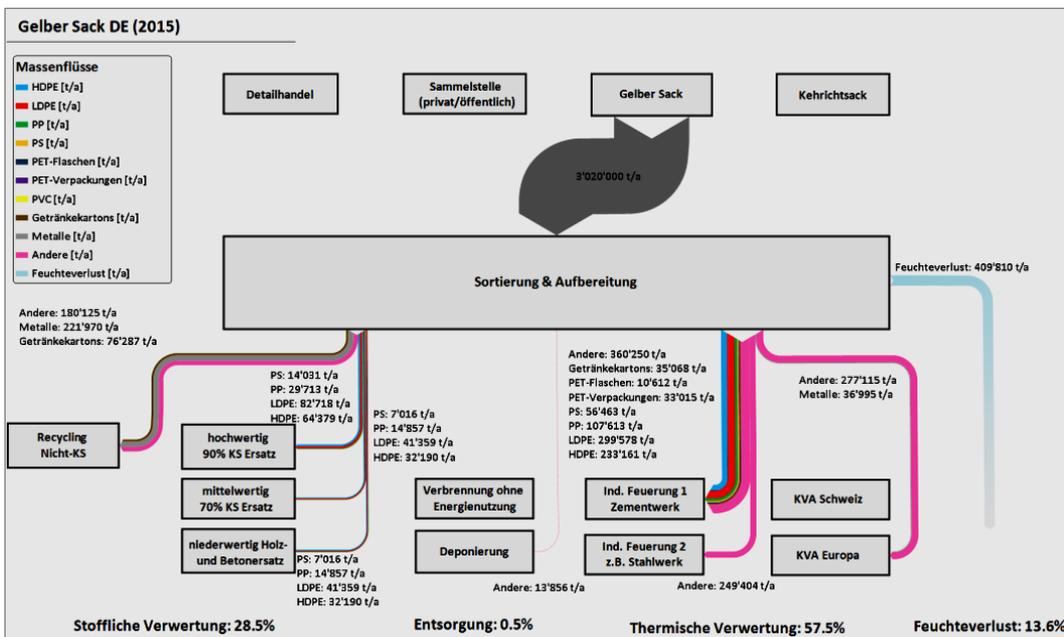


Fig. 2 Diagramme de flux des matériaux du sac jaune en Allemagne [1]. Il convient de noter qu'en plus des plastiques, les métaux et les cartons à boissons sont également collectés dans le sac jaune.

⁵ Il convient de mentionner à ce stade que l'identification d'un quota de recyclage n'est pas anodine et qu'il manque une définition uniforme du terme. En particulier dans le cas de fractions légères telles que le PET ou d'autres plastiques, il joue un rôle important en tenant compte des points de mesure de la chaîne de recyclage pour le poids de référence et le poids de la matière première secondaire produite. Certains systèmes indiquent le taux de collecte comme un taux de recyclage, d'autres incluent des résidus de produits ou des résidus de tri et d'autres encore incluent des substances non ciblées qui peuvent également être recyclées matériellement (voir le quota de 28,5% du sac jaune). Le plus strictement défini est le quota de recyclage industriel, qui ne comprend que la proportion qui est effectivement réinjectée dans les processus industriels sous forme de granulés de plastiques secondaires.

Quel chemin prennent les flux de matières pendant du processus de recyclage ?

La transparence fait défaut dans de nombreux systèmes. Dans le cas idéal, les déchets plastiques sont triés dans des pays limitrophes et les résidus du tri sont ramené en Suisse pour valorisation thermique. Dans le pire des cas, les fractions de plastiques de faible qualité finissent dans une décharge non contrôlée, par exemple en Indonésie.

En l'absence d'installations de tri sur le sol helvétique, les emballages plastiques mélangés provenant des ménages sont exportés après la collecte. Certains des systèmes de collecte actuels, comme le Kuh-Bag, font trier les déchets plastiques dans des installations proches de la frontière suisse. Dans d'autres systèmes de collecte, la trace est perdue après un pré-tri grossier. Selon les statistiques douanières, la Suisse exporte des déchets plastiques, voir numéro tarifaire 3915 « Déchets, rognures et débris de matières plastiques ».

Sur une note positive, depuis le 01.01.2021, tous les déchets plastiques non-triés ont été inclus dans les déchets à déclarer dans la Convention de Bâle⁶. Cela signifie qu'ils ne peuvent être exportés qu'après que le pays destinataire ait été informé du volume et du type d'importation et qu'il ait donné son consentement explicite [14]. Il reste maintenant à voir si cela va effectivement freiner les exportations. Dans le pire des cas, les déchets plastiques ou leurs résidus de tri seront expédiés en Asie et incinérés en plein air au mépris de toute norme ou déversés illégalement dans des décharges sauvages. Cela entraîne une pollution massive de l'environnement [5].

Quels sont les coûts et les revenus générés par le recyclage d'une tonne d'emballages plastiques ménagers ?

Coûts de traitement d'environ 850 CHF/t, valeur marchande de la matière triée d'environ 250 CHF/t. Le recyclage des emballages plastiques provenant des ménages est une mesure plutôt coûteuse, comparée à d'autres mesures environnementales déjà mises en œuvre.

Les coûts totaux de la collecte séparée, du transport, du tri et du recyclage des plastiques mixtes provenant des ménages sont estimés à 700 CHF/tonne [1] selon l'étude Kurve et à 850 CHF/tonne selon Swissrecycling⁷. Les déchets plastiques triés et mis en balles ont une valeur. Une tonne de bouteilles en plastique mélangées, pressées en balles, a une valeur marchande d'environ 250 CHF⁸. On constate que les coûts (850 CHF/t) ne peuvent être couverts par le produit de la vente des matériaux (250 CHF/t). Un système de financement supplémentaire est donc nécessaire, tel que la vente de sacs de collecte. Dans le cas du Kuh-Bag, plus de 90% des revenus sont basés sur la vente de sacs de collecte⁹[7].

Lorsqu'on parle de coûts, on oublie souvent que l'utilisation thermique d'une tonne de déchets plastiques dans une usine d'incinération des déchets entraîne également une valeur ajoutée : L'énergie générée par ce processus a une valeur marchande d'environ 300¹⁰ CHF. La

⁶ Depuis 1989, la Convention de Bâle réglemente l'admissibilité et le contrôle des exportations de déchets dangereux.

⁷ Informations fournies par Swissrecycling à l'occasion du webinar "Collecte des plastiques" du 30.11.2020.

⁸ EUWID, Price Watch Waste Plastics Germany, Corps creux HDPE colorés, en balle, Gamme de prix : 170-250 Euros (26.8.21)

⁹ Revenu de la vente de Kuh-Bags 2020 : 393'980 sacs x 1,40 CHF par pièce = 551'572 CHF.- Revenu de la vente de recyclat : 455t de matériel collecté x 50% de portion recyclable x 250 CHF/t = 56'875 CHF.- (9,3%).

¹⁰ Contenu énergétique d'une tonne de plastique : 10 MWh. A partir de là, une UVTD (Bern Forsthaus) produit 1,2 MWh d'électricité et 3,9 MWh de chaleur. Avec un prix de l'électricité de 70 CHF par MWh et un prix de la chaleur de 55 CHF par MWh, le produit de la vente de l'énergie se monte à 298,5 CHF.

valeur marchande énergétique d'une tonne de plastique se situe donc dans la même fourchette que la valeur marchande matérielle.

Quels sont les avantages environnementaux et l'éco-efficacité du recyclage du plastique ?

Le recyclage du plastique présente un faible avantage environnemental et une faible éco-efficacité.

L'avantage environnemental du recyclage des plastiques dépend du scénario de récupération alternatif et de la valeur des produits qui peuvent être fabriqués à partir des granulats secondaires [19]. En Suisse, le scénario alternatif est la valorisation énergétique dans une UVTD et non, comme dans les pays émergents, le déversement dans une décharge non contrôlée, voire dans la mer. Comparé à la valorisation thermique dans une UVTD moderne à haute efficacité énergétique, le bénéfice environnemental de la collecte séparée des plastiques est relativement faible, voire inexistant [3].

En outre, les granulés secondaires ne répondent souvent pas aux exigences techniques d'une application de haute qualité, par exemple dans le secteur alimentaire, et sont transformés en tuyaux, en pavés ou en palettes. Dans ces applications, c'est le bois ou la pierre que l'on substitue par du plastique recyclé et non le plastique primaire. Comme le bénéfice environnemental est faible par rapport aux coûts plutôt élevés, l'éco-efficacité est également faible [1]. Elle est d'environ 1000 vUBP/CHF [1], [15]. Toujours dans le domaine de la gestion des déchets, l'intensification de la récupération des métaux contenus dans les mâchefers ou des cendres volantes des UVTD (par exemple dans le cadre du projet SwissZinc) représente éco-efficacité 10 à 100 fois supérieure (Fig. 3).

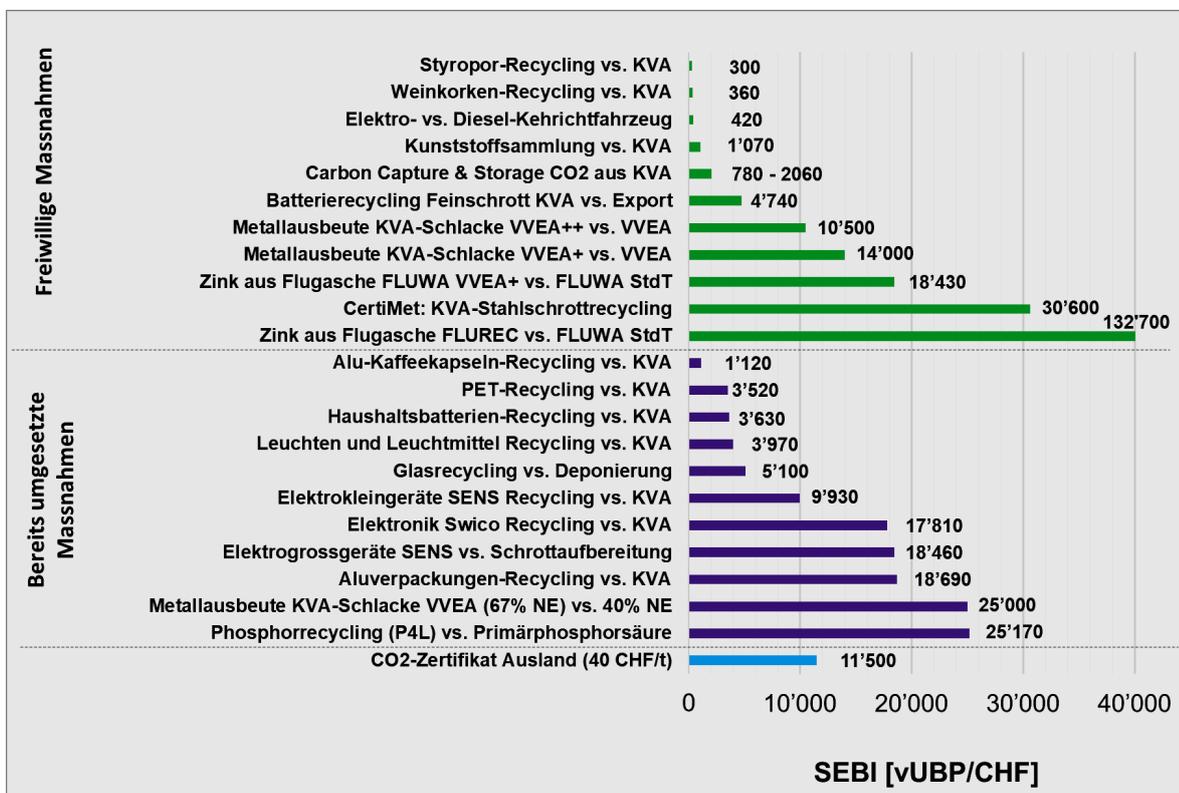


Fig. 3 : L'éco-efficacité des mesures environnementales dans le secteur des déchets, exprimée en SEBI (specific eco benefit indicator). Plus le SEBI est élevé, plus l'éco-efficacité d'une mesure est grande [15].

Le recyclage du plastique peut-il réduire la pollution plastique des océans et des autres écosystèmes ?

Dans les pays émergents et en développement, le recyclage des plastiques permet de lutter contre la pollution plastique, mais pas en Suisse.

La pollution des océans du monde par les déchets plastiques est un problème majeur et non résolu. Ces déchets plastiques proviennent de décharges non réglementées dans les pays émergents. Dans ce cas, l'augmentation du recyclage permettrait de réduire la quantité de plastique mise en décharge. En revanche, la Suisse n'abrite heureusement aucune décharge sauvage et dispose d'un système de gestion des déchets qui fonctionne bien depuis des décennies. Dans notre pays, les déchets plastiques sont soit recyclés, soit valorisés thermiquement. Néanmoins, les plastiques pénètrent également dans l'environnement par le biais du littering (macroplastiques) [10] ou, par exemple, de l'usure des pneus ou des vêtements au lavage (microplastiques) [11].

Il ne fait aucun doute que ces apports de plastiques dans l'environnement doivent être réduits par des mesures appropriées, en Suisse aussi. Cependant, un recyclage accru ne réduit ni le littering ni les pertes par abrasion. Étant donné que la quantité de pertes dans l'environnement est directement proportionnelle à la quantité de plastique en circulation, nous préconisons la prévention à la source lorsque cela est raisonnable et possible. La réduction de la consommation de plastiques est la mesure la plus durable et la plus efficace contre la pollution plastique, en Suisse comme ailleurs.

Pourquoi ne pas renoncer complètement aux emballages plastiques ?

Les emballages en plastique servent à protéger un produit. S'il est éliminé correctement, l'emballage ne contribue que très marginalement à l'impact environnemental du produit emballé.

C'est particulièrement vrai pour la nourriture. Ici, la protection du produit prime clairement sur l'optimisation ou la suppression de l'emballage. Les aliments non emballés se gâtent plus rapidement et doivent donc être jetés. Cela crée des déchets alimentaires (food-waste) [8].

Synthèse

Recyclage des emballages plastiques ménagers

Si un système national de collecte des déchets plastiques doit être mis en place, l'ASED propose de prendre en compte les critères suivants :

1. **Hypothèse réaliste et communication transparente des quantités** qui peuvent effectivement être collectées et recyclées.
2. **Présentation et communication transparentes des flux de matières** du recyclage matière afin d'éviter les abus tels que les exportations de fractions de mauvaise qualité vers l'Asie.
3. Il faut viser une **valorisation complète des déchets plastiques sur le territoire national**. L'ASED s'oppose à l'exportation de déchets plastiques. Seuls les regranulés ou les flocons prêts à l'emploi doivent pouvoir être exportés.
4. Produire d'un recyclat de haute qualité et **éviter le down-cycling**.
5. Le **financement** de la collecte et du recyclage des plastiques mélangés provenant des ménages devrait être assuré par les grands distributeurs ou par la vente de sacs de collecte et non par une taxe d'élimination anticipée.
6. Le système de recyclage doit présenter une **éco-efficacité** plus élevée que la valorisation thermique en UVTD.

Le recyclage des emballages plastiques provenant des ménages ne touche guère les UVTD. Ni l'ASED ni les exploitants des UVTD ne cherchent activement à acquérir des déchets plastiques provenant des ménages et ne sont donc pas responsables des faibles quantités collectées jusqu'à présent. L'ASED considère le rôle de la valorisation thermique comme un dernier filet de sécurité lorsque le recyclage des matières n'est pas possible techniquement ou économiquement. En mettant à disposition une capacité suffisante pour le recyclage thermique, les UVTD garantissent l'élimination légale et écologique des déchets plastiques et des résidus de tri non recyclables. Elles sont un élément indispensable du système de recyclage.

Comment réduire la pollution plastique de la nature ?

Réduction de la pollution par les plastiques

L'ASED salue les initiatives visant à réduire les rejets de plastique dans l'environnement. Exemples :

1. **Réduction de l'utilisation des plastiques dans les emballages de nourriture à l'emporter (Take-away)**
 L'ASED soutient l'interdiction des sacs plastiques gratuits. L'ASED soutient l'utilisation de vaisselle consignée (type reCIRCLE) pour la nourriture vendue à l'emporter et de gourdes à la place des bouteilles en PET.
2. **Réduire les pertes dans l'environnement (Littering et leakage)**
 L'ASED propose, par analogie avec les quotas de recyclage, d'introduire un quota de fuite (« leakage quote ») maximum ne devant pas être dépassé pour les emballages de boissons.
3. **Si cela est écologiquement avantageux, remplacement des produits en plastique jetables par des produits fabriqués à partir de matériaux biodégradables.** Exemple : les bâtonnets de coton-tige, où le carton remplace avantageusement le plastique.

Sources :

1. Bunge, R., Dinkel, F. KuRve (Plastics Recycling and Recovery). Analyse économique-écologique des systèmes de collecte et de recyclage des plastiques provenant des ménages en Suisse. OFEV. UMTEC. Carbotech. Bâle. 2017.
2. Gasser, M., Böni, H., Wäger, P. Collecte mixte des plastiques auprès des ménages - suivi de la phase pilote du système KUH-Bag. EMPA. 2017.
3. Thiebaud, E., Schlussbericht Monitoring Kunststoffsammlung (Versuch) Stadt Zürich. ERZ Waste Disposal + Recycling Zurich. Sofies-Emac AG. Zurich 2021.
4. Association PRS PET Recycling Suisse. Rapport annuel 2020.
5. <https://pages.rts.ch/emissions/temps-present/11552618-plastiques-suisse-voici-ce-qu-on-vous-cache-08-10-2020.html?anchor=11664298>, abgerufen am 21.09.2021.
6. <https://www.migros.ch/de/unternehmen/medien/mitteilungen/show/news/medienmitteilungen/2021/geschaftsbericht-migros-gruppe-geschaftsjahr-2020-medienkonferenz.html>, consulté le 21.09.2021.
7. Association KVA TG. Rapport annuel et de gestion 2020.
8. Dinkel, F. Life cycle assessment of beverage packaging. OFEV. Carbotech. Bâle. 2014.
9. <https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/klima/inkuerze.html>, consulté le 22.09.21.
10. Kawecki, D. Polymer-Specific Modeling of the Environmental Emissions of Seven Commodity Plastics as Macro- and Microplastics. EMPA. Environ. Sci. Technol. 2019, 53, 9664-9676.
11. Bertling, J. Institut Fraunhofer pour l'environnement. Les plastiques dans l'environnement : Micro- et Macroplastiques. Oberhausen. Umsicht. 2018.
12. Steiger, U. Erhebung der Kehrrechtzusammensetzung 2012, OFEV. 2014.
13. Bunge, R. Ökobilanz des Farbsack-Trennsystems der Stadt Bern. Elimination et recyclage Ville de Berne. UMTEC. 2019.
14. OFEV. Division des déchets et des matières premières. Amendements à la Convention de Bâle sur les déchets plastiques. Berne. 2020.
15. Bunge, R. "Umweltdividende" EnviroDiv. Verband der Betreiber Schweizerischer Abfallverwertungsanlagen VBSA. UMTEC. 2021.
16. <https://www.plasticrecycler.ch/label/>, abgerufen am 04.01.2022.
17. Goebel, J. Wermter, B. Die dunkle Seite des Recyclings. Wirtschaftswoche 46. 2021.
18. Haarman, A. Sammelsystem für gemischte Kunststoffabfälle. Monitoringbericht 2020. VSPR. Sofies-Emac AG. Zürich 2021.
19. Klotz, M. Limited utilization options for secondary plastics may restrict their circularity. Waste Management 141. Elsevier. ETH Zürich. Zürich. 2022.
20. Klotz, M. A high-resolution dataset on the plastic material flows in Switzerland. Data in Brief 41. Elsevier. ETH Zürich. Zürich. 2022.