

RESPONSABILITÉ & ENVIRONNEMENT

« Se défier du ton d'assurance qu'il est si facile de prendre et si dangereux d'écouter »
Charles Coquebert, Journal des mines n°1, Vendémiaire An III (septembre 1794)



La fin des plastiques ?



N°116
OCTOBRE 2024

Publiées avec le soutien
de l'Institut Mines Télécom

UNE SÉRIE DES
**ANNALES
DES MINES**
FONDÉES EN 1794

RESPONSABILITÉ & ENVIRONNEMENT

ISSN 2271-8052 (en ligne)

ISSN 1268-4783 (imprimé)

Série trimestrielle - N°116 - Octobre 2024

Rédaction

Conseil général de l'Économie (CGE)
Ministère de l'Économie, des Finances
et de la Souveraineté industrielle et numérique
120, rue de Bercy - Télédock 797
75572 Paris Cedex 12
Tél. : 01 53 18 52 68
<http://www.annales.org>

Grégoire Postel-Vinay
Rédacteur en chef

Alexia Kappelmann
Secrétaire générale

Daniel Boula
Secrétaire général adjoint

Magali Gimon
Assistante de rédaction et Maquettiste

Nuria Gorris
Webmestre et Maquettiste

Publication

Photo de couverture
Photo libre de droit téléchargée
sur le site Pixabay
(<https://pixabay.com/fr/illustrations/la-pollution-environnement-plastique-8252583/>)

Iconographie
Daniel Boula

Mise en page
Magali Gimon

Impression
Dupliprint Mayenne

Membres du Comité de rédaction

Pierre Couveinhes
Président du Comité de rédaction

Mireille Campana

Fabrice Dambrine

Dominique Dron

Jean-Luc Laurent

Richard Lavergne

Philippe Merle

Michel Pascal

Didier Pillet

Grégoire Postel-Vinay

Anne-Cécile Sigwalt

Claire Tutenuit

Benjamin Vignard

La mention au regard de certaines illustrations du sigle « D. R. » correspond à des documents ou photographies pour lesquels nos recherches d'ayants droit ou d'héritiers se sont avérées infructueuses.

Le contenu des articles n'engage que la seule responsabilité de leurs auteurs.

La fin des plastiques ?

05

Introduction

Léonard BRUDIEU

Le plastique : histoire et enjeux environnementaux

07

État des lieux du plastique

Étienne GRAU et Philippe REUTENAUER

14

Plastiques, du constat océanique aux solutions systémiques

Henri BOURGEOIS-COSTA

La lutte contre la pollution des plastiques

18

Les microplastiques : focus sur la problématique des granulés plastiques industriels (GPI)

Camille LACROIX et Kevin TALLEC

25

Le plan national de résorption des décharges littorales

Marie-Amélie NÉOLLIER

Le recyclage, une solution pour mettre fin à la pollution plastique ?

30

Recyclage chimique du plastique : un atout pour une économie circulaire et durable

Cécile BARRÈRE-TRICCA, Frédéric FAVRE, Mickaele LE RAVALEC et Mathieu DUBLOC

35

Perspectives de recyclage et de décarbonation des plastiques en Europe à l'horizon 2050

Jean-Yves DACLIN

41

Current challenges in plastic recycling - Why innovative technologies are necessary

Inari SEPPÄ

46

La consigne pour recycler les bouteilles plastiques, une solution transitoire vers un monde sans plastique ?

Alexis EISENBERG

50

Le tri des déchets plastiques pour recyclage - Historique et perspectives

Antoine BOURÉLY

Vers un monde sans plastiques ?

56

Plastiques biosourcés, perspectives et limites

Roland MARION

59

Rethinking packaging: unlocking a reuse revolution

Bahar KOYUNCU

64

Réemployer le plastique, ou pas ?

Célia RENNESSON

68

Soutenir le déploiement des alternatives au plastique à usage unique

Charlotte SOULARY

71

Plastique à usage unique vs réemploi, comment les ACV sont dévoyées et comment y voir plus clair

Jean-Charles CAUDRON

Panorama des mesures engagées à l'échelle mondiale et européenne

74

Un traité international contraignant, pourquoi ? comment ?

Richard ROUQUET

81

Panorama des mesures prises par l'Union européenne

Laure DALLEM

La transition des plastiques à l'œuvre dans plusieurs secteurs économiques

85

La REP (Responsabilité des producteurs en matière de déchets) : une solution pour la diminution des plastiques

Jacques VERNIER

90

Emballages plastiques, comment le principe pollueur payeur permet de mutualiser les moyens pour agir ?

Laurent GRAVE-RAULIN

95

Textiles synthétiques : vers des solutions de régénération permacirculaire ?

Véronique ALLAIRE SPITZER et Cécile MARTIN

100

La réduction du plastique à usage unique dans les hôpitaux, un geste écologique et sanitaire

Éponine LORIDANT et Coline CLAUDE-LACHENAUD

104

L'hôtellerie-restauration et les usages des plastiques

Brune POIRSON

108

Plastiques du bâtiment :
une des clés du logement
de demain

Sylvain GAUDARD

La transition des plastiques avec les territoires

111

Le rôle des collectivités
pour collecter et recycler
les plastiques

Nicolas GARNIER, André LÉGER
et Stéphane DURU

117

Les enjeux à relever
pour une filière plastique
circulaire et territoriale :
l'exemple de la région
des Pays de la Loire

Jean-Michel BUF

122

La plasturgie - une industrie
mondiale exportatrice
dans les territoires :
exemple de la région
Auvergne-Rhône-Alpes

Xavier CHASTEL

127

Traductions des résumés

133

Biographies des auteurs

Ce numéro a été coordonné
par Léonard BRUDIEU

Introduction

Par Léonard BRUDIEU

Sous-directeur des Services, des Réseaux et du Numérique à la direction générale de la Concurrence, de la Consommation et de la Répression des fraudes (DGCCRF), ancien conseiller chargé de l'économie circulaire et des déchets au cabinet du ministre de la Transition écologique et de la Cohésion des territoires

Le plastique est la partie émergée de notre empreinte carbone. De sa forme emblématique de bouteille plastique qui s'est imposée depuis les années 1980 aux usages moins connus de microplastiques dans les médicaments ou les engrais, il s'est imposé en un demi-siècle dans quasiment tous les objets et tous les secteurs économiques. Léger, pratique et compétitif, il a accompagné autant que permis la mondialisation du commerce des produits. L'explosion de la production de plastique est d'ailleurs plus récente que celle des émissions de gaz à effet de serre : depuis 1970, la production de plastiques a été multipliée par vingt quand les émissions de gaz à effet de serre ont été multipliées par trois. Pour initier le lecteur, Philippe Reutenauer et Étienne Grau présentent l'histoire du plastique, des origines de la préhistoire à nos jours en passant par la révolution industrielle, avec un panorama des défis environnementaux posés par nos usages du plastique.

Conséquence de cette consommation et de l'absence de gestion des déchets durant des décennies, le plastique est désormais partout dans notre environnement : des glaciers du pôle Nord aux fosses océaniques, des poissons à l'homme, il a intégré le cycle climatique et notre chaîne alimentaire comme l'explique Henri Bourgeois-Costa.



Des mesures de prévention ont été engagées pour limiter cette pollution des océans. Certains sillonnent les mers en bateau avec diverses inventions pour récupérer les déchets. Mais compte tenu de l'ampleur de la pollution (entre 75 à 199 millions de tonnes¹) il faut commencer par agir en amont. Camille Lacroix et Kevin Tallec expliquent par exemple comment prévenir les fuites de « granulés plastiques industriels » plus connus comme les « larmes de sirènes » qui polluent le littoral. Nos décharges historiques peuvent également devenir une source de pollution, notamment celles qui se trouvent en bordure d'un littoral que l'océan vient éroder. Marie-Amélie Néollier nous présente ainsi le plan d'action unique au monde de la France pour résorber 70 décharges littorales historiques. « Le coût de l'inaction pourrait être plus lourd » précise l'auteur, et malgré ces initiatives ces mesures restent très insuffisantes à l'échelle de notre consommation de plastiques.



Alors, vers la fin des plastiques ? L'idée même de se poser cette question paraissait inconcevable il y a quelques années. Puis la France a adopté en 2020 une loi² visant la fin des emballages en plastique à usage unique d'ici 2040, remettant ainsi en cause ce dogme tacite. La solution viendra-t-elle du recyclage ou de la fin des plastiques jetables ? Le débat fait rage entre les partisans de ces deux paradigmes.

Le recyclage est la solution mise en avant depuis les années 1990 par l'industrie du plastique et la distribution, notamment pour le secteur des emballages. Malgré cela, les performances de recyclage du plastique restent modestes : en 2022 en France, moins de 25 % des déchets d'emballages plastiques ménagers étaient envoyés au recyclage. Pour aller plus loin, il faudra progresser sur tous les niveaux : éco-conception, collecte, tri, technologies de recyclage, tout en veillant à la compétitivité du plastique recyclé par rapport au plastique vierge.

Cécile Barrère-Tricca, Frédéric Favre, Mickaele Le Ravalec et Mathieu Dubloc présentent l'évolution des techniques de recyclage et les derniers développements de la R&D en la matière. Jean-Yves Daclin expose ensuite les scénarios de transition tels qu'ils sont envisagés par l'industrie du plastique en s'appuyant notamment sur le recyclage. Puis Inari Seppä explique comment les nouvelles technologies de recyclage chimique peuvent intervenir en complément des techniques traditionnelles de recyclage mécanique.

Mais pour recycler, il faudra d'abord s'assurer de collecter (tous) les déchets plastiques. Alexis Eisenberg défend ainsi le dispositif de consigne des bouteilles plastiques pour atteindre les objectifs fixés en Europe, en soulignant par ailleurs que ce dispositif pourrait être une opportunité pour accompagner la transition vers le réemploi et la fin du plastique jetable.

Enfin, pour recycler, il faut aussi trier à une échelle industrielle. Antoine Bourély nous rappelle d'ailleurs qu'entre recyclage et recyclé il y a une nuance de taille : la quantité de plastiques effectivement recyclés et réincorporés

¹ Source ministère de la Transition écologique (2024).

² Loi n°2020-105 du 10 février 2020 relative à la lutte contre le gaspillage et à l'économie circulaire (AGEC).

est plus de deux fois inférieure à la quantité de plastiques collectés pour recyclage. Le tri industriel est devenu une étape incontournable pour alimenter des *process* de recyclage de plus en plus spécifiques. Les technologies de tri n'ont cessé de se développer depuis les années 2000, pour croiser le numérique et désormais même l'IA.



En parallèle aux politiques de développement du recyclage, d'autres plaident pour un monde sans plastique. Une première piste est celle des plastiques biosourcés, parfois appelé « bioplastiques ». Roland Marion détaille leur mode de fabrication et nous explique que d'un point de vue chimique il s'agit toujours de plastiques qui ne sont pas forcément biodégradable pour autant. Une seconde piste est celle du réemploi. Bahar Koyuncu explique pourquoi cette solution est nécessaire pour réduire la quantité de plastiques que nous consommons et en particulier les emballages. Célia Rennesson illustre comment cette solution peut être déployée à une échelle industrielle et détaille les récentes mesures prévues en France et en Europe pour y contribuer. Charlotte Souлары complète ce panorama avec à l'appui la perception des Français qui seraient prêts à faire le pas. Enfin Jean-Charles Caudron met en garde sur les études d'analyse du cycle de vie (ACV) qui peuvent être parfois dévoyées pour défendre le maintien du modèle de l'usage unique face au réemploi.



Réduire, réemployer, recycler, la transition plastique c'est probablement tout cela à la fois, même si les positions divergent ensuite sur les priorités et le rythme. De la coalition internationale aux collectivités locales, en passant par l'Europe et la mobilisation des secteurs économiques principaux utilisateurs de plastiques, la mise en œuvre des leviers de la transition des plastiques nécessite un engagement à tous ces niveaux. Richard Rouquet puis Laure Dallem présentent le projet de traité mondial contre la pollution plastique et les mesures adoptées depuis une dizaine d'année en Europe.

Par ailleurs, pour structurer la mise en œuvre du recyclage et plus récemment du réemploi, la France a fait le choix de développer les filières à Responsabilité Élargie des Producteurs (REP) avec leurs éco-organismes. Jacques Vernier détaille ainsi comment la loi anti-gaspillage pour une économie circulaire de février 2020 a fixé de nouvelles ambitions de recyclage, de réemploi et d'éco-conception des plastiques. Ces mesures sont ensuite illustrées dans deux secteurs clés de la consommation de plastique. D'abord en ce qui concerne les emballages, secteur le plus consommateur de plastique, Laurent Grave-Raulin dresse l'historique de la première filière REP française créée en 1992 et rappelle le chemin parcouru depuis 30 ans pour développer le tri du bac jaune, et celui qui reste à parcourir. Ensuite pour les textiles, secteur dans lequel le plastique représente 70 % des matières premières, Véronique Allaire Spitzer et Cécile Martin expliquent comment la filière qui s'était concentrée jusqu'à présent à la réutilisation des textiles usagés s'engage désormais aussi sur le chemin du recyclage.

En dehors des filières REP, Éponine Loridant et Coline Claude-Lachenaud illustrent le cas du secteur médical, grand utilisateur de plastiques jetables. Les autrices soulignent comment de nombreuses initiatives émergent pour recycler et développer la réutilisation, mais encore trop souvent à l'échelle de CHU. Dans le secteur de l'hôtellerie restauration, Brune Poirson présente les mesures engagées à l'échelle d'un groupe international pour réduire l'utilisation des plastiques à usage unique en s'inspirant notamment des mesures adoptées en France. Enfin, Sylvain Gaudard rappelle les bénéfices apportés par le plastique dans le secteur du bâtiment pour décarboner le secteur, et l'enjeu du recyclage spécifique à cette filière dans un contexte de durées d'usage des matériaux qui se comptent en décennies.



La transition des plastiques est aussi un enjeu pour les territoires. Nicolas Garnier, André Léger et Stéphane Duru illustrent la mobilisation des collectivités pour collecter et trier les déchets plastiques, critiquant pour le débat, les moyens financiers mis à disposition des collectivités pour accompagner cette dynamique. Jean-Michel Buf détaille quant à lui comment la région Pays de la Loire fédère les acteurs du territoire, filières industrielles, bureaux d'étude, recherche universitaire, et moyens financiers, pour faire de l'économie circulaire une réalité. Pour finir, Xavier Chastel explique comment l'économie du plastique structure depuis la fin du XIX^e siècle un territoire comme celui de la région Auvergne-Rhône-Alpes avec sa « Plastics Vallée », son tissu industriel de PME, ses écoles et centres de recherche dédiés au plastique. Ces auteurs rappellent ainsi que la transition vers une autre économie des plastiques ne peut s'envisager qu'avec la mobilisation et l'accompagnement des territoires.



Plutôt qu'une fin des plastiques, ce tour d'horizon présente une transition déjà engagée, aussi complexe qu'indispensable, car pour le meilleur et pour le pire, l'avenir de l'humanité en dépend.

État des lieux du plastique

Par Étienne GRAU

CNRS, Bordeaux INP, LCPO, UMR5629, Université de Bordeaux et La Fresque du Plastique

Et Philippe REUTENAUER

Endless et La Fresque du Plastique

La conquête des plastiques par l'humanité a connu une accélération au cours du dernier siècle et demi. Elle a apporté une profonde modification de nos conditions de vie pour apporter un confort de vie à une partie toujours croissante de l'humanité. Cependant, au début du XXI^e siècle, il semble qu'un maximum ait été dépassé. Notre capacité à traiter nos déchets plastiques est insuffisante. Notre consommation excessive de plastique fait désormais courir un risque à nos écosystèmes et de plus en plus de signaux d'alerte sont donnés concernant son impact sur notre santé.

Notre société doit faire l'inventaire des dernières décennies d'utilisation du plastique pour décider comment construire un futur durable, en remettant en cause la manière dont nous consommons les objets en plastique.

Comme le disait Paul Elek en 1946, « tout le monde parle des plastiques, mais peu de gens savent de quoi il s'agit » (Leyson, 1946). La production mondiale de plastique a été multipliée par 250 depuis la Seconde Guerre mondiale atteignant 459 millions de tonnes par an selon l'OCDE en 2019 (OECD, 2022). Grâce aux plastiques, nos voitures sont plus légères, nos habits plus confortables et pratiques, nos aliments se conservent plus longtemps dans leur emballage, les jouets de nos enfants sont plus résistants ! Malgré cette omniprésence du plastique, la phrase de Paul Elek pourrait même devenir : tout le monde parle des plastiques, mais personne ne sait de quoi il s'agit !

Si le nom « plastique » existe dans pratiquement l'ensemble des langues, il n'existe pas de définition universelle du plastique (CIEL, 2023). Le plastique est ainsi un objet insaisissable. Sa nature polyvalente et omniprésente le rend difficile à circonscrire. Un objet qui semble répondre parfaitement à la définition de plastique dans un contexte peut être exclu dans un autre. Que ce soit à cause de leurs compositions chimiques variées, de leurs nombreuses applications ou des perceptions culturelles et industrielles, les plastiques échappent constamment à toute tentative de classification rigide, encore plus à une définition simple et universelle.

Par définition, un polymère est une macromolécule constituée d'unités de répétition. Le polyéthylène, par exemple, est constitué d'unités (CH₂). Nous proposons de définir le plastique comme un matériau contenant des polymères, à l'exclusion des fibres naturelles comme le coton, la laine ou la soie, ces dernières n'étant pas identifiées comme telles par notre expérience quotidienne.

Un matériau peut contenir de pratiquement 100 % de polymères et très peu d'additifs (cas des bouteilles en PET) à uniquement quelques pourcents (le bitume de

nos routes contient environ 5 % de polymères, une peinture ou certains caoutchoucs vulcanisés de 20 à 30 %). Nous considérons cependant l'ensemble de ces objets comme étant en plastique.

Comment les plastiques sont apparus ?

Préhistoire

Les plastiques sont au cœur de plusieurs révolutions que les hommes et les femmes ont connus au cours de notre Histoire (Weinhart, 2023).

Un des premiers exemples de plastique est peut-être, d'après notre définition, la colle de poisson obtenue par hydrolyse partielle du collagène retrouvée sur des harpons datant de 200 000 av. J.-C. (Kozowyk *et al.*, 2017) ainsi que le tannage des peaux apparu 50 000 av. J.-C. (Feldman, 2008). Ce sont parmi les plus anciennes utilisations après modification chimique par nos ancêtres des polymères présents dans la nature.



Figure 1 : Éléments de faucilles trouvés sur le site Mehrgarth dans la plaine de Kachi au Béloutchistan vieux de 5 300 ans (Photographie : Georg Helmes).

Néanmoins c'est la découverte de la vulcanisation du caoutchouc naturel en 1839 par Charles Goodyear et Tom Hancock qui est considérée comme la naissance des plastiques (Loadman, 2014). Elle permettra la production des pneumatiques en 1896, indissociables de la révolution automobile.

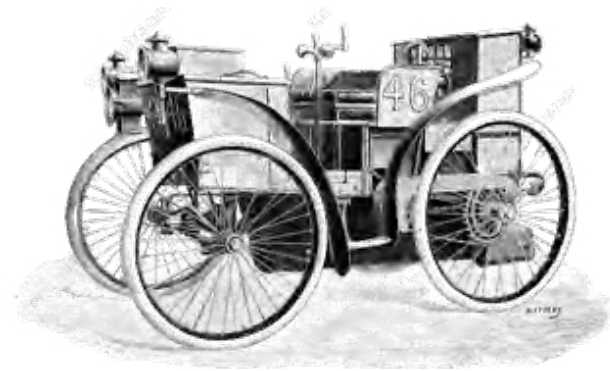


Figure 2 : Peugeot automobile Phaéton de 1894
(Source : Science Photo Library).

Obtenu à partir du polymère le plus abondant sur terre, le Celluloïd, inventé en 1868, a joué un rôle crucial comme support pour la photographie et les films, permettant la révolution de l'image (Friedel, 1983).

Le premier plastique entièrement synthétique est la bakélite, inventée en 1907 (Fenichell, 1996). Il marque le début de l'ère industrielle des plastiques. La bakélite possède de nombreuses propriétés inédites, en particulier des propriétés d'isolation électrique. Elle a joué un rôle majeur dans la révolution de la communication : sans bakélite, ni radio ni téléphone.



Figure 3 : Exemple d'une radio Ekco de 1934
(Source : Mayor Gallery, London / Bridgeman Images)
et d'un téléphone Siemens de 1932
(Source : Museum of Design in Plastics) en bakélite.

Si cette résine phénolique thermodurcissable n'a pas des propriétés suffisantes pour toutes les applications, elle ouvre la voie à la production par synthèse de résines plastiques : l'entre-deux-guerres verra la découverte des PEBD, PS, PMMA, PVC, Nylon, ainsi que les techniques de production spécifique d'objets en plastique, préparant le terrain pour le boom *post* Seconde Guerre mondiale (Dubois, 1972).

Entrée dans l'histoire moderne

Après la Seconde Guerre mondiale, le monde sera reconstruit avec du plastique. Le PMMA, le PVC, le PEBD, le nylon, le teflon ont été indispensables à l'effort de guerre, du fait de la limitation du commerce

international des ressources traditionnelles comme le caoutchouc naturel, le bois ou l'acier. Ils ont offert des avantages certains aux nations qui les ont développés. Comme le marché en temps de paix n'existe pas, les industriels le créeront. Un exemple de ce *marketing* se trouve dans le supplément de 50 pages de *House Beautiful* d'octobre 1947 : à chaque page les plastiques apparaissent indispensables à la vie de demain !



Figure 4 : Couverture de *House Beautiful*
(Source : Personal Collection).

L'essor de l'automobile individuelle au lendemain de la Seconde Guerre nécessite de faire baisser le prix du carburant. C'est en particulier les travaux des Karl Ziegler et Giulio Natta qui découvrent l'utilisation d'un complexe de titane pour catalyser la polymérisation de l'éthylène et du propylène, deux sous-produits de la production de carburant qui vont permettre la production des PEHD, PEBD et PP qui ouvre la voie aux plastiques modernes (Sailors *et al.*, 1981).

L'accès à un plastique pas cher et abondant

La société de consommation

Le plastique devient LE MATÉRIAU de la société de consommation naissante grâce à son coût de production faible et sa facilité de mise en œuvre en grande série. Il permet à la fois une uniformisation (tous les ménages ont les mêmes tupperwares (Clarke, 2001), coquetiers (Rubin, 2009)) et des *designs* aux formes variées, rendant les objets plus esthétiques et fonctionnels, généralisant l'accès à des objets autrefois réservés à des classes aisées. Mais l'avantage principal du plastique dans la société de consommation est sa « jetabilité », permettant l'usage unique que le magazine *Life* a qualifié de "Throwaway Living" (vie jetable) : jeter sa cuillère plutôt que la laver ! Héritage de ces pratiques, aujourd'hui la majorité de nos objets en plastique actuels a une durée d'utilisation inférieure à 3 ans. Parfois même quelques minutes dans la restauration à emporter.



Figure 5 : Image du magazine *Life* du 1^{er} août 1955.

Alors que les plastiques conquièrent petit à petit les différents domaines d'application, (Freinkel, 2011), ils révolutionnent complètement deux secteurs : le textile et les emballages.

Les qualités du plastique le rendent la matière prédominante dans l'emballage : légèreté, facilité de transformation idéale pour le *design*, soudabilité, propriétés barrières et bas prix. Dans le *marketing*, l'emballage devient un élément clé de la différenciation des produits autant qu'un support de la société de consommation. Le plastique a remodelé la société de consommation durant la période de croissance économique après la Seconde Guerre mondiale, en permettant de fabriquer des produits moins chers à un moment où le pouvoir d'achat des ménages augmentait par ailleurs.

Dans le domaine des textiles, les fibres naturelles sont supplantées par les fibres polyester apparues en 1940 (Thaore *et al.*, 2018). Si elles n'ont pas des propriétés physico-chimiques et sensorielles supérieures, elles se distinguent par leur prix avantageux.

La production des plastiques évolue vers des matières spécifiques pour l'usage unique qui deviennent des commodités, leur production croît exponentiellement avec les années.

Usages durables des plastiques

Les plastiques performant aussi dans des applications durables où ils apportent légèreté, facilité de mise en œuvre, polyvalence et capacité à produire des objets en grandes séries, et à moindre coût. Les secteurs de la construction, des transports sont des utilisateurs durables de ces résines pour des biens dont la durée de vie se compte en décennies.

Fins d'utilisation des plastiques

Historiquement, à l'image des écuries d'Augias, la stratégie utilisée par les peuples a été de « donner » les déchets aux fleuves, à la mer ou dans des dépotoirs qui deviendront, au cours du XX^e siècle les décharges que nous connaissons. En 2019, ce sont 60 % des 353 millions de tonnes de nos déchets plastiques qui finissent dans ces décharges (OECD, 2022). L'incinération est apparue dans la deuxième moitié du XX^e siècle, lorsque des technologies de filtration-purification des fumées ont permis d'en limiter la pollution. Un quart des déchets plastiques mondiaux sont brûlés. 10 % des déchets plastiques sont recyclés à l'échelle mondiale.

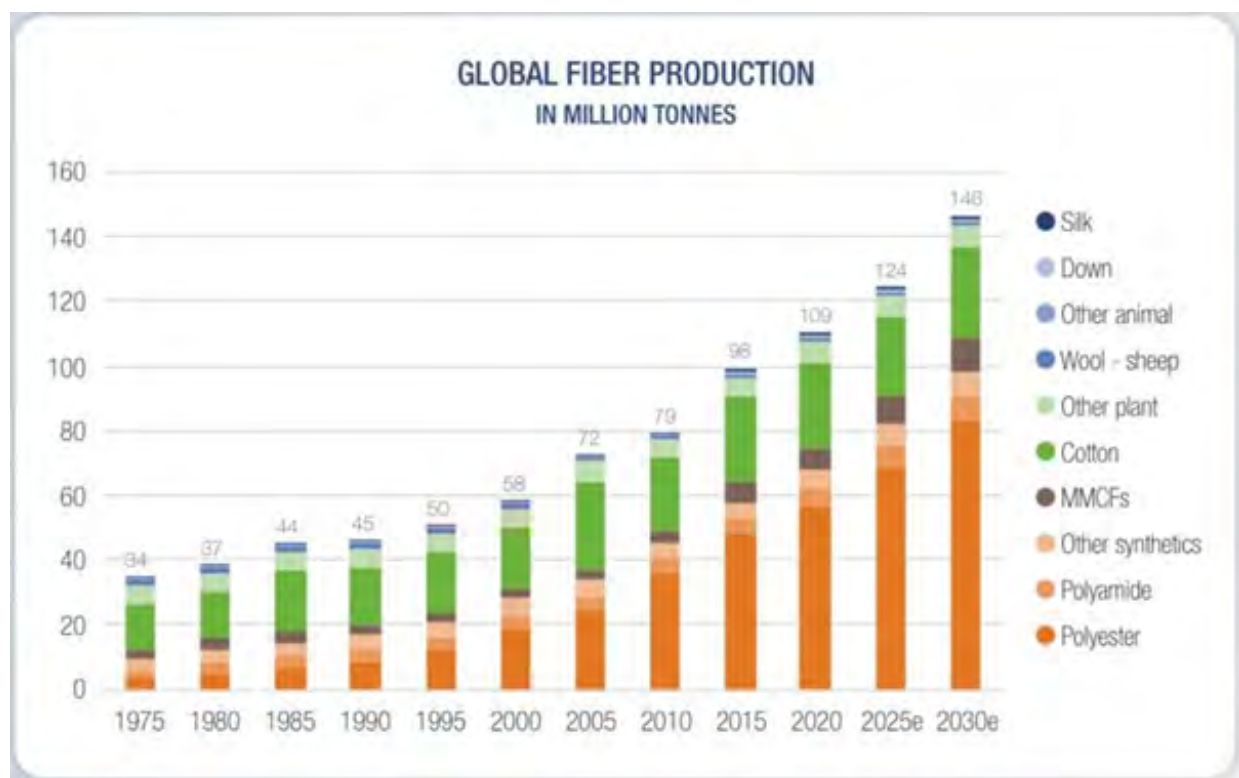


Figure 6 : Production mondiale de fibres naturelles et synthétiques, en millions de tonnes par an (Source : Thaore *et al.*, 2018).

Les 5 % restants se retrouvent dans l'environnement sous forme de pollution où ils se comportent différemment des autres déchets (verre, métaux, céramique ou alimentaires). Les plastiques sont légers et non dégradables, deux avantages lors de leur utilisation, mais deux défauts majeurs en fin de vie. Leur légèreté entraîne une diffusion du plastique par la moindre brise, pluie ou courant. Le plastique se retrouve des sommets de l'Himalaya (Vaidya et Hegde, 2024) jusqu'à la fosse des Mariannes (Morelle, 2019). Les anciens plastiques ne disparaissent pas, les nouveaux déchets plastiques s'accumulent année après année jusqu'à saturer les écosystèmes.

La prise de conscience

Si, entre son invention et la Seconde Guerre mondiale, le plastique avait une connotation positive, avec ses mille potentiels, le lendemain de la Seconde Guerre mondiale voit apparaître une connotation négative, celle d'un matériau faux et de mauvaise qualité par rapport aux matériaux nobles. L'introduction sans études réelles de leur impact des PEBD et PS dans la vaisselle ont posé énormément de problèmes de résistance à la température (Meikle, 1997). C'est la première vague de désaveu contre le plastique.

Le film *Le Lauréat* de 1967 en est un marqueur temporel. Ainsi, le célèbre dialogue entre le jeune diplômé Benjamin et le quinquagénaire M. McGuire montre bien l'écart de perception entre la génération qui voit le plastique comme un matériau révolutionnaire, et celle qui voit un matériau de mauvaise qualité.



Figure 7 : Affiche du film *Le Lauréat* de Mike Nichols (Source : Les artistes associés).

La deuxième vague correspond à la fin des années 1960 et au début des années 1970 avec la structuration des mouvements écologistes et l'apparition des premières campagnes de nettoyage des déchets dans la nature (Freinkel, 2011).

Le plastique : histoire et enjeux environnementaux

La troisième vague, toujours plus importante, est la crise des décharges liée aux réglementations pour limiter les fuites dans l'environnement. Cela entraîne la crainte d'une saturation des décharges. Rappelons l'odyssée de la barge Mobro en 1986, qui n'arrive pas pendant plusieurs mois à trouver de port où décharger ses déchets (Dooley, 2017).



Figure 8 : Photo de la barge Mobro 4000 après l'action de Greenpeace (Source : Wikipedia).

Nous vivons actuellement la quatrième vague, commencée en 1997 avec la découverte du continent plastique par le capitaine Charles Moore (Dameron *et al.*, 2007). L'accumulation des déchets dans l'immensité de l'océan depuis un demi-siècle a rendu cette pollution visible. Elle n'est plus infiniment diluée mais bien réelle. La santé des animaux et leur survie sont mises en danger par l'omniprésence de nos déchets.

Les moyens

Que faire des 353 millions de tonnes de déchets plastiques produites annuellement ? Les défis sont la logistique pour les collecter et les envoyer vers leur « meilleure » fin de vie, et l'éducation pour former les gens à jeter dans la « bonne » poubelle.

En France et en Europe, nous utilisons des poubelles de tri à domicile, et de plus en plus au travail et dans certains lieux publics. Elles sont ramassées régulièrement par un « service public ». Mais ce n'est pas le cas partout. Dans les milieux favorisés de l'Asie, ce ramassage est majoritairement effectué par des ramasseurs de déchets, appelés Kabadiwalla en Inde. Ils viennent parfois pour collecter les déchets *via* des applications (Arnsteing,



Figure 9 : Exemple d'une Kabadiwalla allant d'immeuble en immeuble récoltant des déchets (Source : *New Delhi Journal*).

2020). À Taïwan, les particuliers doivent apporter eux-mêmes leurs déchets au camion de collecte. Enfin, dans de nombreux pays, cette collecte n'existe pas.

Après la collecte, un tri est nécessaire, effectué en deux étapes :

- Au moment du geste de tri : nous ne pouvons pas demander à tout le monde de trier leurs déchets plastiques par type de polymère, seulement de rassembler les objets contenant majoritairement du plastique. Le compromis pour obtenir le meilleur tri par le consommateur ou les industriels dépend encore une fois de la culture du pays.
- Dans des centres de tri : une séquence de procédés physiques est utilisée pour rassembler les objets par type de plastiques. Moins le tri demandé aux utilisateurs est poussé, plus le centre de tri doit être efficace. Dans les pays développés, le choix fait d'utiliser la technologie pour effectuer le tri invisibilise le sujet des plastiques non recyclés.

Ces étapes de tri, effectuées plus ou moins industriellement et dans des normes de sécurité plus ou moins précaires, selon les infrastructures, les lois et les pays, sont imparfaites. Une partie de la matière potentiellement recyclable est perdue alors que l'énergie nécessaire croît avec l'intensité du tri.

Tous les polymères ne sont pas recyclables ! Certains ont une forte tendance à se dégrader voire tout simplement ne sont pas reprocessables, et de nombreux sont simplement orphelins d'une filière de tri. Enfin, pour qu'un polymère soit recyclé, il faut que la matière régénérée trouve un marché.

Les freins et la triple impossibilité

Lors du recyclage des bouteilles en PET, la résine est débarrassée d'au moins une partie de ses contaminants et des nouvelles liaisons chimiques sont créées pour régénérer leurs propriétés. Ce n'est pas le cas des autres plastiques que nous recyclons, pour qui, en l'absence de création de nouvelles liaisons chimiques, le recyclage mécanique donne un mélange aux propriétés mal définies.

Disons-le :

- les plastiques que nous utilisons n'ont pas été créés pour être recyclables (un impensé au moment de leurs créations) ;
- les poubelles n'ont pas été créées pour valoriser ce qui y est mis ;
- la plupart des objets que nous utilisons ont été conçus sans bonnes pratiques de conception pour le recyclage.

C'est une triple impossibilité que doivent surmonter nos tentatives de recycler notre consommation pléthorique de plastique. De cette triple impossibilité naît une triple crise environnementale.

La triple crise environnementale et le plastique

En 2019, 22 millions de tonnes de plastique ont été rejetées dans l'environnement. Cela entraîne une pollution considérable des sols et des eaux, estimée à 215 millions de tonnes et 139 millions de tonnes respectivement (OECD, 2022). S'y ajoutent environ 33 tonnes de micro- et nano-plastiques en suspension dans l'atmosphère. D'ici 2050, plus de 1 200 millions de tonnes supplémentaires viendront s'accumuler dans notre environnement. Qui peut prédire quelles seront les conséquences de cette omniprésence des déchets plastiques, visibles et invisibles ?

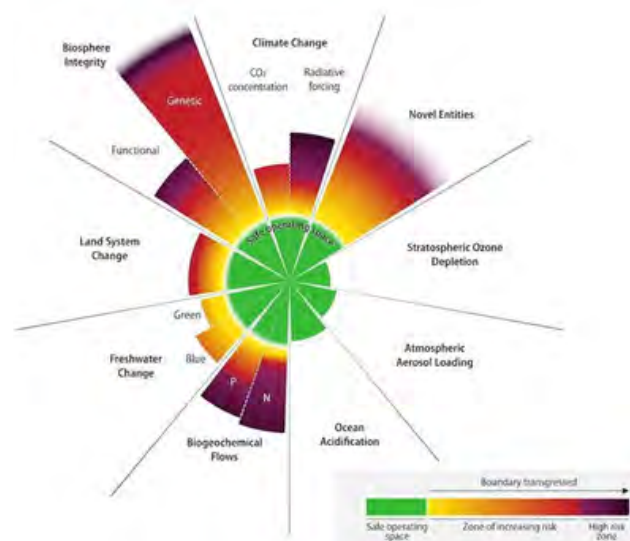


Figure 10 : Limite planétaire en 2023
(Source : Stockholm Resilience Center).

Impact sur la biodiversité

Aujourd'hui, la pollution plastique a envahi l'intégralité des biotopes. Toutes les espèces sont soumises à cette pollution dont les conséquences continueront à se révéler.

Impact sur la pollution

En France, on estime que nous ingérons 60 mg de plastique par jour et en respirons 30 mg par jour, soit presque 2,5 g par mois. Des microplastiques ont été trouvés dans tous les organes où ils ont été recherchés (Zhao et You, 2024).

Impact climatique

Bien que ces matériaux aient, par unité de masse, une faible empreinte carbone par rapport à d'autres, notre surconsommation de plastique entraîne environ 5 % de l'empreinte carbone de l'humanité (Zheng et Suh, 2019). Pour respecter l'Accord de Paris sur le climat visant à limiter le changement climatique, l'optimisation des procédés de synthèse et de recyclage ne suffira pas ; notre consommation de plastique doit réduire, et massivement.

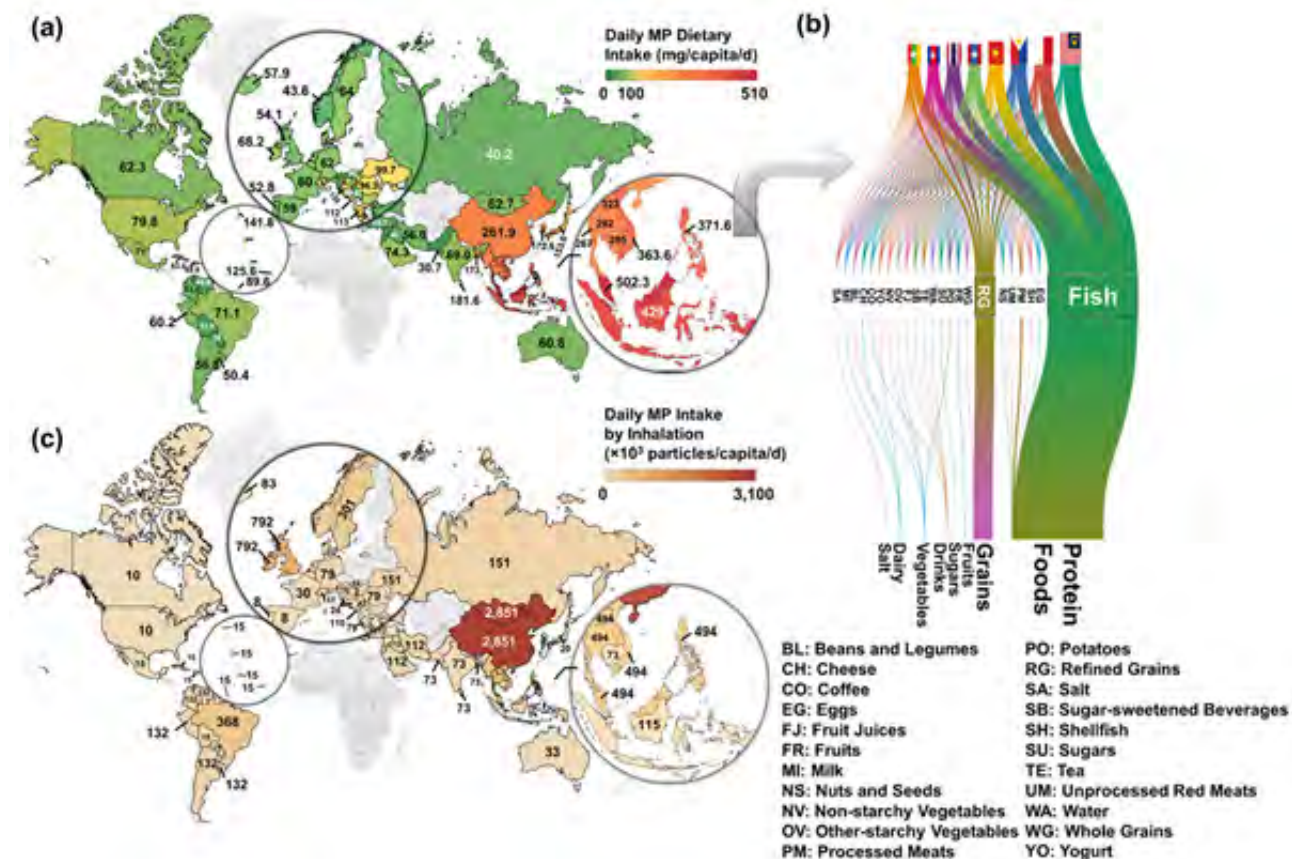


Figure 11 : Cartographie des quantités de micro- et nano-plastiques ingérés et inhalés dans le monde (Source : Zhao et You, 2024).

Impact sur la biophysique du système terrestre

La pollution de l'air, des sols et de l'eau impacte péjorativement la biophysique du système terrestre :

- la pollution des sols par des poussières plastiques entraîne un changement de l'albédo des glaces et neiges, facilitant leur fonte ;
- la pollution des sols et de l'eau entraîne également une baisse potentielle de la photosynthèse, limitant ainsi l'absorption de CO_2 par ce phénomène biochimique.

Résultats

Si les générations d'humains actuellement sur la planète ont tiré un grand bénéfice pour leur qualité de vie de la production et la consommation d'objets en plastique, il se révèle indiscutable que le plastique est en train de devenir un réel risque pour la qualité de vie, la capacité à jouir d'un environnement propre et sain et de vivre une vie en bonne santé pour les générations futures ET les générations actuelles. Est-ce là le progrès ? Il apparaît inéluctable que le consensus sociétal changera pour s'opposer à un tel saccage de nos conditions de vie à mesure des découvertes de l'impact des plastiques sur notre santé, les rapport risques/bénéfices de notre consommation de plastiques, bannissant les usages non nécessaires, remplaçables ou problématiques (UAPs), comme la loi AGECE a commencé à le faire.

Mais à l'heure actuelle, si les plastiques sont remis en cause, les usages le sont encore très peu. Or c'est l'inverse qui serait le bienvenu ! Réduire nos usages pour réduire notre exposition et celle de notre environnement.

Besoin de remettre le plastique au cœur du débat sociétal et politique !

La chimie a fait des plastiques des matières qui ont conquis brillamment leur écosystème : celui de la société de consommation, devenant les marqueurs géologiques de notre temps : le plasticocène. Mais ils débordent amplement l'anthroposphère, se répandent dans la biosphère, mettent à mal l'avenir de nos sociétés. Nier que nous avons un souci avec le plastique est aujourd'hui aussi impossible que de dire que nous pouvons nous en passer du jour au lendemain.

Nous sommes frappés par la place dérisoire que prend ce sujet dans nos débats sociétaux et politiques. Comment construire un futur désirable, où l'accessibilité à un niveau de vie moderne aujourd'hui ne soit pas antinomique d'une qualité de vie future ? Notre société doit réfléchir à l'héritage de ces décennies d'utilisation du plastique, en faire le bilan et répondre aux aspirations légitimes de la société d'un avenir durable.

Les plastiques peuvent mettre à mal notre civilisation. Rappelons qu'ils ont déjà par le passé apporté des solutions à nos problèmes.

Bibliographie

- LEYSON B.W. (1946), *Plastics in the world of tomorrow*, London, P. Elek Pub (éd.).
- OECD (2022), "Global plastics outlook: Economic drivers, environmental impacts and policy options", Paris, OECD Publishing.
- CIEL (2023), "Compilation of key terms relevant for the negotiation of a treaty to end plastic pollution", CIEL Publishing.
- WEINHART M. (2023), *Plastic World*, Hatje Cantz (éd.), 256 pages.
- KOZOWYK P.R.B., SORESSI M., POMSTRA D. & LANGEJANS G.H.J. (2017), "Experimental methods for the Palaeolithic dry distillation of birch bark: implications for the origin and development of Neandertal adhesive technology", *Sci Rep*, 7, 8033.
- FELDMAN D. (2008), "Polymer History", *Designed Monomers and Polymers*, 11(1), pp. 1-15.
- LOADMAN J. (2014), *Tears of the tree: The story of rubber - A modern marvel*, Oxford University Press (éd.).
- FRIEDEL R.D. (1983), *Pioneer plastic: The making and selling of celluloid*, University of Wisconsin Press (éd.).
- FENICHELL S. (1996), *Plastic: The making of a synthetic century*, Harper Business (éd.), 368 pages.
- DUBOIS J. H. (1972), *Plastics history USA*, Cahners Books (éd.).
- SAILORS H. R. & HOGAN J. P. (1981), "History of Polyolefins", *Journal of Macromolecular Science: Part A - Chemistry*, 15(7), pp. 1377-1402.
- CLARKE A.J. (2001), *Tupperware: The promise of plastic in 1950's America*, Smithsonian Books (éd.).
- RUBIN E. (2009), *Synthetic socialism: Plastics and dictatorship in the German Democratic Republic*, The University of North Carolina Press (éd.).
- THAORE V., CHADWICK D. & SHAH N. (2018), "Sustainable production of chemical intermediates for nylon manufacture: A techno-economic analysis for renewable production of caprolactone", *Chemical Engineering Research and Design*, vol. 135, pp. 140-152.
- FREINKEL S. (2011), *Plastic: A toxic love story hardcover*, Mariner Books (éd.).
- VAIDYA A. & HEGDE V. (2024), "Mountains of plastic are choking the Himalayan States", *The Hindu*.
- MORELLE R. (2019), "Mariana Trench: Deepest-ever sub dive finds plastic bag", *BBC News*.
- MEIKLE J. (1997), *American plastic: a cultural history*, Rutgers University Press.
- DOOLEY E. (2017), "Long Island's infamous garbage barge of 1987 still influences laws", *Newsday*.
- DAMERON O. J., MICHAEL PARKE M., MARK A. ALBINS M. A. & BRAINARD R. (2007), "Marine debris accumulation in the Northwestern Hawaiian Islands: An examination of rates and processes", *Marine Pollution Bulletin*, 54(4), pp. 423-433.
- ARNSTEIN T. (2020), "This Smart Recycling App Helps You Sort Your Trash", *TheBeijinger*.
- ZHAO X. & YOU F. (2024), "Microplastic human dietary uptake from 1990 to 2018 grew across 109 major developing and industrialized countries but can be halved by plastic debris removal", *Environ. Sci. Technol.*, 58(20), pp. 8709-8723.
- ZHENG J. & SUH S. (2019), "Strategies to reduce the global carbon footprint of plastics", *Nature Climate Change*, Vol. 9, pp. 374-378.

Plastiques, du constat océanique aux solutions systémiques

Par Henri BOURGEOIS-COSTA
Fondation Tara Océan

Alors que la connaissance de la pollution par les plastiques remonte à 1972, il faudra attendre que l'océanographe Curtis Ebbesmeyer et l'activiste Charles Moore révèlent, en 2001, l'ampleur du phénomène dans l'Eastern Pacific garbage patch pour que la prise de conscience se généralise. Surnommé à tort « 7^e continent de plastique », cette métaphore a biaisé la perception de la problématique, favorisant des solutions superficielles. Aujourd'hui, la pollution plastique des océans est plus préoccupante que jamais, impactant physiquement et chimiquement les écosystèmes marins et la biosphère dans sa globalité. Les micro- et nano-plastiques, omniprésents dans les océans, modifient les biotopes, perturbent les chaînes alimentaires et contaminent l'ensemble des espèces, humaines et non-humaines. À cela s'ajoute la contribution significative du secteur des plastiques au changement climatique. Face à cette crise, seule une approche systémique, reconnaissant l'unicité du vivant, et une réduction des plastiques peut offrir des solutions durables.

La prise de conscience de la pollution par les plastiques est paradoxalement née au plus loin des foyers de production et de consommation. C'est en effet dans la mer des Sargasses, au cœur du gyre Atlantique nord, que deux biologistes marins, Edward Carpenter et Kenneth Smith firent, en 1972, les premiers constats d'une abondance de débris de polymères de synthèse. Un an plus tard, des observations similaires étaient faites dans le Pacifique Nord. Il faudra attendre 2001, pour que l'océanographe Curtis Ebbesmeyer publie, avec l'activiste Charles Moore, les premiers chiffres relatifs à la concentration de déchets au cœur de l'Eastern Pacific garbage patch.

La métaphore du « 7^e continent », née à cette période, ne tardera pas à éclipser la terrible réalité dévoilée par cette publication, celle d'une concentration de micro-plastiques jusqu'à six fois supérieure en masse au plancton dans cette zone (Moore *et al.*, 2001). Le choix, malheureux, de cette image de « continent de plastique » sera remis en cause par la communauté scientifique et... son auteur même. Mais l'expression allait s'imposer et, « mal nommer les choses ajoutant au malheur du monde », biaiser la perception de la problématique par le public et les décideurs. La porte était désormais ouverte à d'innombrables solutions fantasmées et certains médias, en mal de figures héroïques, allaient relayer les aventures de tel « prince charmant » sauvant et nettoyant les océans, ou de tel alchimiste transformant les déchets plastiques en objets recyclés vendus au prix de l'or.

Un demi-siècle après sa découverte, la pollution plastique des océans est plus importante que jamais (OCDE,

2022) et révèle des facettes qui bousculent nombre de stratégies de « traitement de déchets » mises en place dans nos pays (Landrigan *et al.*, 2023).

Comment les plastiques affectent les océans

L'image que nous avons de la pollution plastique est fortement marquée par l'histoire de la recherche océanique. La question des déchets marins, de leurs volumes, nature et conséquences sur la faune et les écosystèmes côtiers et pélagiques a, plusieurs décennies durant, fait l'objet de l'essentiel des publications. Elle dresse, à elle seule, des constats préoccupants :

- Celui, tout d'abord, de l'omniprésence des déchets plastiques dans toutes les mers et océans, y compris arctique et antarctique, notamment révélée par les missions Tara Pacifique et Tara Méditerranée (Pedrotti *et al.*, 2022 ; Kedzierski *et al.*, 2022a et 2022b ; Baudena *et al.*, 2022 et 2023 ; Fabri-Ruiz *et al.*, 2023).
- Le constat, ensuite, de la grande faune victime du plastique – plus d'un million d'oiseaux et de cent mille mammifères marins victimes d'enchevêtrement et d'étouffement (UNEP, 2021) – et dont la disparition entraîne des effets en cascade sur les écosystèmes, du fait du rôle structurant de ces espèces au sein des biocénoses marines.
- Celui de l'accumulation des micro-plastiques et leur rôle majeur dans le transport d'espèces allochtones

et la modification des communautés bactériennes et virales.

- Et pour finir, les toxiques chimiques. Ceux issus de la chimie des plastiques eux-mêmes, tels les phtalates abondamment retrouvés dans les organismes marins, mais aussi d'autres provenant de l'ensemble des activités humaines (pesticides, métaux lourds...) fixés par les débris plastiques et qui pénètrent la chaîne alimentaire lorsque ces déchets sont ingérés par les organismes marins (Yamashita *et al.*, 2011 ; Lavers *et al.*, 2014)

Cette question des toxiques ouvre la voie d'une réflexion sur l'atteinte aux océans par contamination globale de la biosphère par les plastiques. En effet, 16 000 molécules chimiques ont été identifiées dans la production des plastiques, comme produits de dégradation ou comme substances non intentionnellement ajoutées (Wagner *et al.*, 2024). Parmi celles-ci, seul un tiers a été évalué en matière de toxicité. Parmi les molécules évaluées, plus des trois quarts sont d'ores et déjà considérés comme problématiques (*ibid.*). Avec quels effets sur les océans ? Une véritable évaluation de l'impact chimique des plastiques sur les océans nécessiterait que chacune des 16 000 molécules soit testée sur un représentant de chaque groupe floristique et faunistique marin, que son seuil de toxicité soit établi, que la toxicité sans effet de dose soit vérifiée, les effets cumulatifs et les effets cocktails évalués. Elle nécessiterait également que l'on fasse le même travail sur les écosystèmes aquadulcoles et terrestres, étroitement interconnectés avec la mer. Un mythe de Sisyphe auquel s'attaque la science, bien consciente des limites de l'exercice et de l'inversion de la charge de la preuve dans laquelle on l'a contrainte. La mission Tara Europa s'inscrit dans cette visée et, en partenariat avec l'EMBL (European Molecular Biology Laboratory), se penche, depuis 2023, sur les flux toxiques dans le continuum terre-mer européen.

Enfin, impossible de parler de l'impact des plastiques sur les océans sans souligner la contribution de l'industrie des polymères artificiels au réchauffement climatique. Estimée aujourd'hui à près de 4 % des émissions de gaz à effet de serre (OCDE, 2022), elle contribue largement aux menaces qui pèsent sur le vivant marin. Car c'est bien de vivant dont il s'agit, dans toute sa richesse, sa complexité et ses interactions. Réduire la question de l'impact des plastiques sur les océans à des questions mécaniques, physico-chimiques serait une erreur, ne pas considérer l'unicité des enjeux environnementaux sous le prisme du vivant, une faute. Un exemple l'illustre, celui des polystyrènes et de leurs impacts. Polymère abondamment retrouvé dans les océans, on vante parfois sa légèreté qui permettrait des économies carbone lors des transports. C'est ignorer la toxicité particulière de ce polymère. Elle a, pour conséquence parmi d'autres, de réduire drastiquement la capacité photosynthétique des diatomées, des algues unicellulaires fondamentales du cycle naturel du carbone océanique (Bellingeri A. *et al.*, 2020). Un plastique léger qu'on considérera donc comme pesant lourd sur la balance carbone, du fait de son impact sur le vivant.

La pollution plastique, enjeux de connaissance du continuum terre-mer (flux, nature, nano et pollution chimique)

Ainsi, les déchets plastiques modifient les biotopes, appauvrissent et déstructurent les biocénoses, favorisent leur contamination par des polluants chimiques issus des continents (Mato *et al.*, 2001 ; Teuten *et al.*, 2007 ; Rochman *et al.*, 2013). En quête de réponses sur ce flux de déchets océaniques, estimé à 11 millions de tonnes par an (UNEP, 2021), les scientifiques se sont penchés sur leur origine. Les 20 % issus des activités professionnelles maritimes (pêche, aquaculture...) ne suffisent pas à expliquer l'ampleur de la catastrophe (UNEP, 2016), il faut bien se rendre à l'évidence, les déchets plastiques océaniques ne sont que la partie émergée de l'iceberg, l'essentiel étant d'origine terrestre. En 2019, la mission Tara micro-plastiques investiguait sur neuf des plus grands fleuves européens et révélait une abondance de micro-plastiques non seulement à l'embouchure mais également en amont des cours d'eau. Cette découverte esquisse une réalité de la contamination des océans autrement plus complexe que celle de macro-déchets fragmentés par les éléments en mer. Elle laisse imaginer la présence d'un « stock » important de plastiques accumulés à terre et fragmentés avant de rejoindre les océans. Les études consacrées aux sols corroborent cette hypothèse tandis que celles portant sur la présence de micro-plastiques dans l'atmosphère ouvrent d'autres champs de recherche.

Enfin, depuis peu, la science s'intéresse aux nano-plastiques (NP), définis comme des particules de plastique de moins de 100 nm (Galloway *et al.*, 2017), ce qui fait référence à la définition habituelle de l'échelle nanométrique, c'est-à-dire le point où les propriétés d'un matériau changent (effet de surface plus élevé et interaction avec les membranes biologiques) (Klaine *et al.*, 2012). Certaines de ces nanoparticules proviennent de la fragmentation mécanique, de la photodégradation ou biodégradation de plus grands objets. D'autres, dites primaires sont issues de usages cosmétiques (Hernandez *et al.*, 2017), des déchets d'impression 3D (Stephens *et al.*, 2013) ou des médicaments (Lusher *et al.*, 2017). Du fait de leur très petite taille, les nano-plastiques sont biodisponibles pour la plupart des organismes vivants et marins en particulier. Des effets délétères sont suspectés à différentes échelles biologiques (cellulaire, individuelle, populationnelle, écosystémique) selon les informations obtenues par des expositions en milieu contrôlé de laboratoire (Galloway *et al.*, 2017). Les nano-plastiques sont connus pour avoir un rapport surface/volume plus élevé que les micro-plastiques. Ainsi, l'augmentation des interactions avec les polluants organiques persistants (POP) (Liu *et al.*, 2018 ; Velzeboer *et al.*, 2014) et les membranes biologiques (Rossi *et al.*, 2014) appelle à une description précise des NP dans le contexte des risques chimiques et biologiques dans les systèmes aquatiques (Koelmans *et al.*,

2016 ; Paul-Pont *et al.*, 2018). Bien que les études écotoxicologiques aient rapporté des effets néfastes plus élevés des NP par rapport aux micro-plastiques (Jeong *et al.*, 2016 ; Tallec *et al.*, 2018), le comportement des NP (par exemple, les interactions des NP entre eux et avec d'autres composants tels que les organismes et les macromolécules) dans les environnements expérimentaux, et encore plus dans les environnements d'eau douce et marins, reste largement inconnu.

Protéger les océans des pollutions plastiques, quelles solutions ?

Parce que la pollution plastique n'affecte pas uniquement les océans de manière directe mais en atteignant tous les compartiments de la biosphère avec lesquels ces océans sont interconnectés, les solutions ne peuvent qu'être systémiques. Il nous faut donc renoncer aux visions simplistes d'une problématique plastique liée à la seule production de déchets et soluble dans quelques gestes éco-citoyens mêlés d'ambitions de recyclage. La notion d'entités nouvelles, auxquelles les plastiques appartiennent, développée par le Stockholm Resilience Center et entérinée par les Nations Unies en 2012 nous guide vers cette solution systématique. En soulignant qu'à défaut de pouvoir définir un seuil précis de nocivité, toute fuite dans l'environnement de ces entités doit être évitée, elle nous dessine une inéluctable réduction des plastiques.

Par leurs natures, par nos usages, et simplement parce que les activités humaines ne peuvent se concevoir déconnectées de la planète, l'usage des plastiques sans impact sur l'environnement est impossible et doit donc être réduit aux nécessités les plus impérieuses. Il s'agit de la simple application du principe de précaution tel que prévu par la Convention de Rio : « En cas de risque de dommages graves ou irréversibles, l'absence de certitude scientifique absolue ne doit pas servir de prétexte pour remettre à plus tard l'adoption de mesures effectives visant à prévenir la dégradation de l'environnement ». D'aucuns y verront des « excès d'écologistes ». Qu'il me soit alors permis de puiser aux fondamentaux de l'économie circulaire, celle de Kenneth Boulding (1966) rappelant la dépendance de la santé de nos systèmes de production et consommation à celle d'un environnement préservé. Vivre dans un environnement sain, en bonne santé, fait partie des droits humains fondamentaux et doit nous guider désormais pour définir, collectivement, quels sont les usages essentiels des plastiques. C'est un défi immense et enthousiasmant car porteur de sens, de valeurs communes, dans une société parfois terrassée par la crise écologique qui se dessine.

Bibliographie

BAUDENA A., KIKO R., JALÓN-ROJAS I. & PEDROTTI M. L. (2023), "Low-density plastic debris dispersion beneath the Mediterranean Sea surface", *Environmental Science & Technology*, 57(19), pp. 7503-7515.

BAUDENA A., SER-GIACOMI E., JALÓN-ROJAS I., GALGANI F. & PEDROTTI M. L. (2022), "The streaming of plastic in the Mediterranean Sea", *Nature communications*, 13(1), pp. 1-9.

BELLINGERI A. *et al.* (2020), "Impact of polystyrene nanoparticles on marine diatom *Skeletonema marinoi* chain assemblages and consequences on their ecological role in marine ecosystems", *Environmental Pollution*, Vol. 262, 114268.

BOULDING K.E. (1966), "The economics of the coming spaceship Earth", in Jarrett H. (Ed.), *Environmental quality in a growing economy*, Baltimore, Johns Hopkins University Press, pp. 3-14.

CARPENTER E. J. & SMITH JR K. L. (1972), "Plastics on the Sargasso Sea surface". *Science*, 175(4027), pp. 1240-1241.

FABRI-RUIZ S., BAUDENA A., MOULLEC F., LOMBARD F., IRISSON J. O. & PEDROTTI M. L. (2023), "Mistaking plastic for zooplankton: Risk assessment of plastic ingestion in the Mediterranean Sea", *Science of The Total Environment*, Vol. 856, 159011.

GALLOWAY T. S., COLE M. & LEWIS C. (2017), "Interactions of microplastic debris throughout the marine ecosystem", *Nature ecology & evolution*, 1(5), 0116.

HERNANDEZ L. M., YOUSEFI N. & TUFENKJI N. (2017), "Are there nanoplastics in your personal care products?", *Environmental Science & Technology Letters*, 4(7), pp. 280-285.

JEONG C. B. *et al.* (2016), "Microplastic size-dependent toxicity, oxidative stress induction, and p-JNK and p-p38 activation in the monogonont rotifer (*Brachionus koreanus*)", *Environmental science & technology*, 50(16), pp. 8849-8857.

KEDZIERSKI M., PALAZOT M., SOCCALINGAME L., FALCOPRÉFOL M., GORSKY G., GALGANI F. & PEDROTTI, M. L. (2022a), "Chemical composition of microplastics floating on the surface of the Mediterranean Sea", *Marine Pollution Bulletin*, Vol. 174, 113284.

KEDZIERSKI M., PALAZOT M., SOCCALINGAME L., PEDROTTI M. L. & BRUZAUD S. (2022b), "Microplastic fouling: A gap in knowledge and a research imperative to improve their study by infrared characterization spectroscopy", *Marine Pollution Bulletin*, Vol. 185, 114306.

KLAINÉ S. J. *et al.* (2012), "Paradigms to assess the environmental impact of manufactured nanomaterials", *Environmental Toxicology & Chemistry*, 31(1).

KOELMANS A. A., BAKIR A., BURTON G. A. & JANSSEN C. R. (2016), "Microplastic as a vector for chemicals in the aquatic environment: critical review and model-supported reinterpretation of empirical studies", *Environmental science & technology*, 50(7), pp. 3315-3326.

LANDRIGAN P. J. *et al.* (2023), The Minderoo-Monaco Commission on plastics and human health, *Annals of Global Health*, 89(1).

LAVERS J. L., BOND A. L. & HUTTON I. (2014), "Plastic ingestion by flesh-footed Shearwaters (*Puffinus carneipes*): Implications for fledgling body condition and the accumulation of plastic-derived chemicals", *Environmental Pollution*, Vol. 187, pp. 124-129.

LIU J. *et al.* (2018), "Polystyrene nanoplastics-enhanced contaminant transport: role of irreversible adsorption in glassy polymeric domain", *Environmental science & technology*, 52(5), pp. 2677-2685.

LUSHER A., HOLLMAN P. & MENDOZA-HILL J. (2017), "Microplastics in fisheries and aquaculture: status of knowledge on their occurrence and implications for aquatic organisms and food safety", FAO.

MATO Y. *et al.* (2001), "Plastic resin pellets as a transport medium for toxic chemicals in the marine environment", *Environmental Science and Technology*, 35(2), pp. 318-324.

- OECD (2022), "Global plastics outlook: Policy scenarios to 2060", OECD Publishing.
- PAUL-PONT I. *et al.* (2018), "Constraints and priorities for conducting experimental exposures of marine organisms to microplastics", *Frontiers in Marine Science*, 5(252).
- PEDROTTI M. L. *et al.* (2022), "An integrative assessment of the plastic debris load in the Mediterranean Sea", *Science of The Total Environment*, Vol. 838, 155958.
- ROCHMAN C. M., HOH E., HENTSCHEL B. T. & KAYE S. (2013), "Long-term field measurement of sorption of organic contaminants to five types of plastic pellets: Implications for plastic marine debris", *Environmental Science and Technology*, Vol. 47, pp. 1646-1654.
- ROSSI G., BARNOUD J. & MONTICELLI L. (2014), "Polystyrene nanoparticles perturb lipid membranes", *The journal of physical chemistry letters*, 5(1), pp. 241-246.
- STEPHENS B., AZIMI P., EL ORCH Z. & RAMOS T. (2013), "Ultrafine particle emissions from desktop 3D printers", *Atmospheric Environment*, Vol. 79, pp. 334-339.
- TALLEC K. *et al.* (2018), "Nanoplastics impaired oyster free living stages, gametes and embryos", *Environmental pollution*, Vol. 242, pp. 1226-1235.
- TEUTEN E. L., ROWLAND S. J., GALLOWAY T. S. & THOMPSON R. C. (2007), "Potential for plastics to transport hydrophobic contaminants", *Environmental Science and Technology*, 41(22), pp. 7759-7764.
- UNEP (2021), "From pollution to solution: A global assessment of marine litter and plastic pollution", United Nations Environment Programme, Nairobi, 148 pages.
- UNEP (2016), "Marine plastic debris and microplastics – Global lessons and research to inspire action and guide policy change", United Nations Environment Programme, Nairobi, 274 pages.
- VELZEBOER I., KWADIJK C. J. A. F. & KOELMANS A. A. (2014), "Strong sorption of PCBs to nanoplastics, microplastics, carbon nanotubes, and fullerenes", *Environmental science & technology*, 48(9), pp. 4869-4876.
- WAGNER M. *et al.* (2024), "State of the science on plastic chemicals – Identifying and addressing chemicals and polymers of concern", *PlastChem*, 181 pages.
- YAMASHITA R. *et al.* (2011), "Physical and chemical effects of ingested plastic debris on short-tailed shearwaters, *Puffinus tenuirostris*, in the North Pacific Ocean", *Marine Pollution Bulletin*, 62(12), pp. 2845-2849.

Les microplastiques : focus sur la problématique des granulés plastiques industriels (GPI)

Par Camille LACROIX et Kevin TALLEC
Cedre

Les granulés plastiques industriels (GPI) sont la matière première utilisée dans la plasturgie. Ils représentent aujourd'hui une problématique environnementale prioritaire du fait de déversements accidentels, mais aussi de pertes opérationnelles le long de la chaîne de production de plastique, entraînant des rejets atteignant plusieurs dizaines de milliers de tonnes par an à l'échelle de l'Union européenne. Une fois dans l'environnement, ces particules susceptibles d'impacter les écosystèmes et contribuant à la pollution plastique globale, sont particulièrement difficiles à collecter. Il est donc impératif d'agir pour prévenir les rejets et améliorer les capacités de récupération en cas de déversements accidentels. Aujourd'hui, un certain nombre d'actions sont d'ores et déjà mises en œuvre ou en négociations à l'échelle internationale. Le Cedre apporte un soutien scientifique et technique aux autorités, industriels et instances internationales avec lesquels il travaille, afin de réduire les pollutions par GPI, que ce soit dans un contexte de pertes opérationnelles ou de rejets accidentels.

Parmi les plastiques retrouvés dans l'environnement, les microplastiques représentent un enjeu majeur. En effet, ces particules, généralement définies comme ayant une taille inférieure à 5 mm, sont particulièrement difficiles à éliminer de l'environnement (Lau *et al.*, 2020). Des microplastiques sont aujourd'hui retrouvés dans tous les compartiments de l'environnement ainsi que dans les organismes dont l'être humain (Cox *et al.*, 2019 ; PNUE, 2021), représentant une menace avec des risques identifiés pour les écosystèmes et les organismes vivants, tels que :

- le risque physique lié à l'ingestion/inhalation pouvant mener à des troubles alimentaires et respiratoires et des conséquences sur la reproduction et le métabolisme (e.g. Sussarellu *et al.*, 2016) ;
- le risque chimique lié au relargage d'éléments constitutifs (e.g. monomère, additifs) pouvant affecter diverses fonctions (e.g. comportement, alimentation, métabolisme) et induire des effets à long terme (e.g. perturbation endocrinienne, développement embryonnaire) (Stevens *et al.*, 2024 ; Tallec *et al.*, 2022) ;
- le risque de transport de micro-organismes lié à la capacité des plastiques à servir de substrats pour les communautés microbiennes (Zettler *et al.*, 2013).

Les microplastiques peuvent être primaires (produits directement sous forme de microplastiques) ou secon-

dares, issus de la dégradation des objets plastiques de plus grande taille du fait de phénomènes mécaniques ou physico-chimiques (Andrady, 2011). À l'échelle de l'Union européenne (UE), on estime qu'entre 0,7 et 1,8 million de tonnes de microplastiques sont rejetés non intentionnellement dans l'environnement chaque année. Ces microplastiques sont issus de différentes sources, la Commission européenne (CE) en recense jusqu'à 74. Cependant, cette dernière identifie les peintures, les pneumatiques, les granulés de plastiques industriels (GPI), les textiles, les géotextiles et les capsules de détergents comme les sources principales des rejets non intentionnels à cibler en priorité avec l'objectif définis dans le cadre du Plan d'action « Pollution zéro », de réduire de 30 % les rejets de microplastiques dans l'environnement d'ici 2030 (CE, 2023a).

Parmi ces sources principales, les GPI se classent au troisième rang avec entre 52 140 et 184 290 tonnes qui auraient été rejetées en 2019 dans l'UE, équivalentes à 2 100 à 7 300 camions (CE, 2023a). Cette matière polymère produite sous forme majoritaire de granules (mesurant généralement 3-5 mm) mais aussi de poudre ou flocons, est utilisée comme intermédiaire dans la fabrication des produits en plastiques (Cedre, 2023). Du fait d'une consommation plastique croissante (et qui est amenée à s'intensifier dans les années à venir sans une modification drastique de nos modes de consommation, PNUE, 2021), les GPI sont aujourd'hui produits en grandes quantités. Dans l'UE, la production annuelle

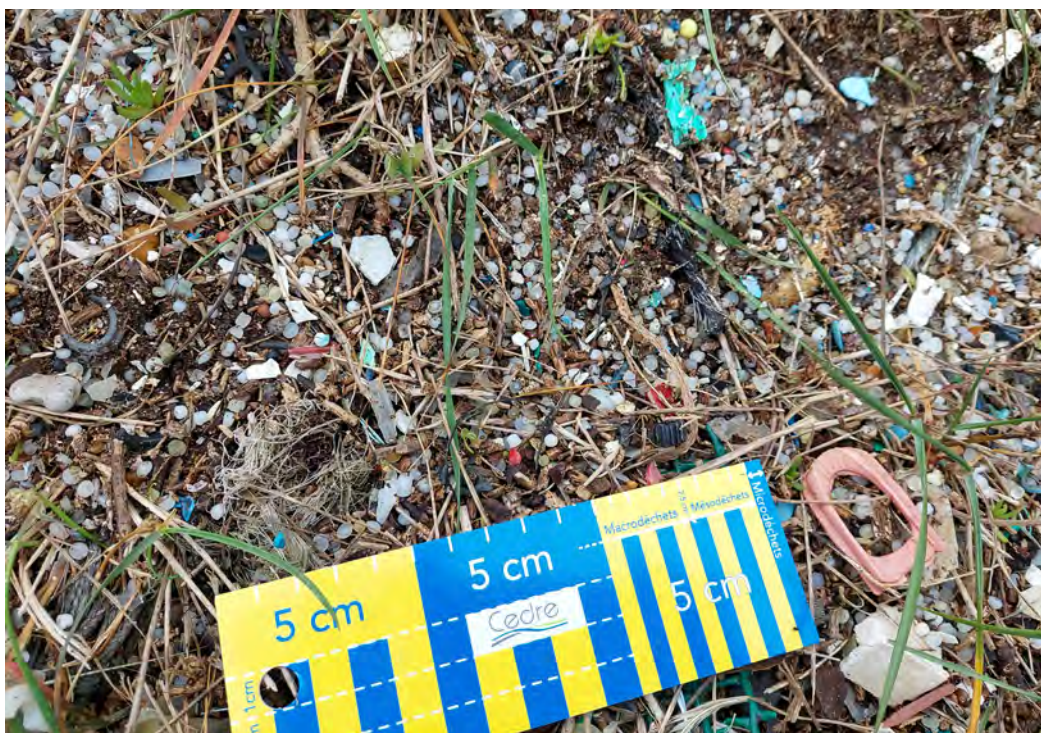


Figure 1 : Accumulation de plastiques divers et de GPI dans un estuaire de la façade Atlantique française (2023) (Crédit photo : Cedre).

de GPI est estimée à 58-70,6 Mt (OSPAR, 2018). En Europe, la production, le transport, la transformation et le recyclage de GPI font intervenir plus de 60 000 entreprises au sein d'une chaîne de valeur particulièrement complexe impliquant entre autres des producteurs, des stockeurs, des transporteurs, des transformateurs ou encore des recycleurs, nombreux et dispersés géographiquement (Surfrider, 2020). Toutefois, la production européenne ne représente que 16 % de la production mondiale, 51 % et 19 % de la production étant effectués en Asie et en Amérique du Nord, respectivement, avec de nombreux échanges à l'échelle internationale. Dans ce contexte, les GPI sont aujourd'hui transportés en grandes quantités par voies terrestres (routières ou ferroviaires) et maritimes à travers le monde, en colis ou en vrac conteneurisé (Cedre, 2023).

La demande globale en GPI est très largement dominée par six polymères : le polyéthylène basse densité, le polyéthylène haute densité, le polypropylène, le polyéthylène téréphtalate, le polystyrène et sa version expansée, et le polychlorure de vinyle. Bien que les GPI soient communément classés selon leur polymère constitutif, leur nature est en réalité plus complexe. Un GPI est composé d'un polymère et d'un ensemble d'additifs conférant des propriétés spécifiques aux polymères, dépendant du stade de production et de l'utilisation finale (e.g. couleur, résistance aux UV, flexibilité). Ces additifs regroupent un certain nombre de familles dont les principales sont les plastifiants, les retardateurs de flamme, les stabilisateurs aux UV, les antioxydants ou encore les pigments. La plasturgie fait appel à une large diversité d'additifs, une récente étude ayant démontré l'utilisation de plus de 13 000 composés chimiques dans la production des matières plas-

tiques (PNUE, 2023). En moyenne, la matrice polymérique et les additifs représentent respectivement 93 % et 7 % de la masse d'un plastique (Geyer *et al.*, 2017).

Les causes de rejets de GPI dans l'environnement sont doubles. D'une part, des pertes opérationnelles de GPI ont lieu durant toutes les étapes de la chaîne de production et d'utilisation. Ces pertes opérationnelles sont causées par des incidents de maintenance, e.g. altération des sacs d'emballage, perte lors du remplissage des silos/camions/conteneurs, entraînant une contamination sur les sites industriels, qui est susceptible d'être ensuite transportée par les vents ou d'atteindre les réseaux d'eaux pluviales puis les cours d'eau via le ruissellement des eaux de pluie, générant une contamination aux abords des sites et dans les environnements aquatiques (Cedre, 2023). Trois zones principales de fuite de GPI ont été identifiées sur les sites industriels : les zones de chargement, de déchargement et de manipulation. Le transport des GPI comporte également des risques de rejets à cause de défauts de fermeture des camions ou des conteneurs, ainsi que lors des opérations de nettoyage (OSPAR, 2018).

À cela s'ajoutent des déversements accidentels, notamment au cours du transport entraînant des déversements ponctuels mais potentiellement significatifs de granulés dans l'environnement (e.g. accidents routiers ou ferroviaires, incidents sur des navires porte-conteneurs entraînant des pertes de marchandises). De récentes études recensant des accidents impliquant des pertes de GPI ont permis d'identifier 34 accidents dont 32 % maritimes, 44 % routiers et 24 % ferroviaires (Cedre, 2023 ; Oracle, 2023). Les accidents maritimes sont généralement les accidents les plus médiatisés en raison des volumes transportés et potentiellement



Figure 2 : Contamination historique en GPI à proximité d'un site industriel (2024) (Crédit photo : Cedre).

perdus suite à l'endommagement/la perte de conteneurs ou dans la pire situation, la perte du navire. À titre d'exemples, ces 10 dernières années, des conditions météorologiques défavorables ont causées des endommagements/pertes de conteneurs générant des déversements de GPI allant de 11 à 174 tonnes, que ce soit en mer du Nord, à la Nouvelle-Orléans, à Hong Kong ou encore à proximité des côtes sud-africaines tandis qu'en 2021, un incendie causant le naufrage du X-Press Pearl dans les eaux territoriales du Sri Lanka a entraîné le rejet de 11 000 tonnes de GPI dans l'environnement¹. Plus récemment, la perte d'un conteneur contenant 26 tonnes de GPI au large du Portugal en décembre 2023, a généré des arrivages sur le littoral espagnol (Vidal-Abad *et al.*, 2024).

Ces accidents maritimes marquants, ayant entraîné des déversements de grandes quantités de GPI en mer, mettent en évidence les défis posés par ces produits. En effet, du fait de leur petite taille, de leur nombre (de l'ordre d'un million de billes dans un sac de 25 kg) et de leur légèreté (la majorité des granules produits flottent), ils ont une forte capacité de dissémination dans l'environnement, rendant leur récupération complexe, fastidieuse et coûteuse. Sans la mise en

place d'actions rapides pour la récupération des GPI perdus dans l'environnement lors d'accidents ou de rejets opérationnels, les GPI sont susceptibles de se disséminer sur d'importantes échelles géographiques (e.g. accident routier en France menant à une contamination sur un rayon de 50 km ; accident maritime en Afrique du Sud entraînant une contamination sur plus de 1 000 km de littoral) *via* les vents, le ruissellement, les courants aquatiques, mais aussi de s'enfouir dans les sols meubles. Il est désormais admis qu'il est impossible de récupérer l'ensemble des cargaisons déversées lors d'accidents.

Ces différentes causes de rejets entraînent une contamination généralisée des environnements terrestres et aquatiques et créent une pollution ambiante des écosystèmes à laquelle s'ajoute des problématiques de pollution historique aux abords de sites industriels (Surfrider, 2020). Dans les environnements aquatiques, les GPI sont retrouvés sur les plages, dans les sédiments profonds, dans les rivières, dans les environnements côtiers ou dans le tractus digestif des animaux marins depuis les années 1970 (e.g. Carpenter et Smith, 1972 ; Karlsson *et al.*, 2018 ; Hunter *et al.*, 2022 ; Corcoran *et al.*, 2020). Sur les plages françaises, les résultats obtenus dans le cadre du réseau national de surveillance des grands microplastiques (1-5 mm) échoués sur les plages, coordonné par le Cedre, indiquent que les

¹ Accident sur lequel le Cedre est intervenu dans le cadre d'une mission d'assistance portée par les Nations unies, Partow *et al.*, 2021.



Figure 3 : Nettoyage des GPI sur le littoral Sri Lankais à la suite du naufrage du X-Press Pearl (2021) (Crédit photo : Cedre).



Figure 4 : Arrivages de GPI sur le littoral finistérien (2022) (Crédit photo : Cedre).

GPI représentent 22,5 % des microplastiques retrouvés avec une abondance médiane de 380 GPI/100 m de plage (données de 2023 obtenues sur 23 sites de surveillance, cf. Figure 1). Les impacts de cette pollution sur les écosystèmes restent encore mal quantifiés mais les rejets de GPI dans l'environnement contribuent sur le long terme à l'augmentation de la pollution plastique globale et aux impacts associés (PNUE, 2023).

Cette pollution fait aujourd'hui l'objet d'une prise de conscience globale se traduisant par la mise en œuvre d'un certain nombre d'actions visant principalement à prévenir les pertes le long de la chaîne de production, de transport et d'utilisation. Au niveau international, le sujet est considéré dans le cadre des négociations en cours pour l'élaboration d'un traité mondial contraignant pour mettre fin à la pollution plastique² tandis qu'au sein de l'Organisation Maritime Internationale (OMI), les États membres ont adopté une approche en deux temps visant à réduire les risques environnementaux liés au transport maritime de granulés plastiques sous forme emballée dont la première étape consiste en l'élaboration de recommandations pour le transport maritime de granulés de plastique dans des conteneurs de fret. Ces recommandations ont été validées lors de la dernière réunion du Comité de la protection du milieu marin (MEPC) en mars 2024, en attendant l'examen

² <https://www.ecologie.gouv.fr/rendez-vous/traite-mondial-mettre-fin-pollution-plastique>

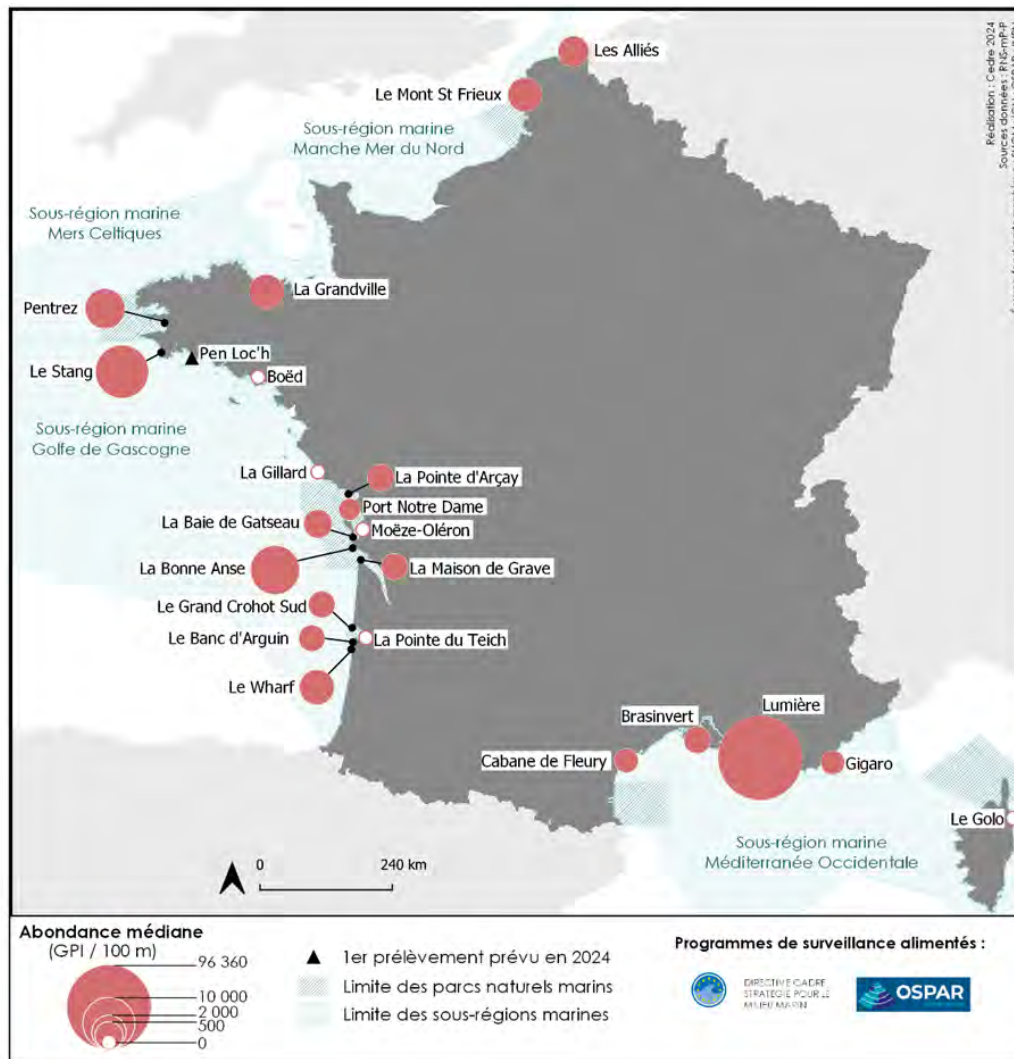


Figure 5 : Abondances médianes des GPI retrouvés sur les sites du réseau national de surveillance des microplastiques échoués sur les plages (Source : Cedre 2024).

par le Comité de futures mesures obligatoires. Ces recommandations concernent l'emballage, la notification et le positionnement des conteneurs à bord des navires (OMI, 2024a). En parallèle, l'OMI est en passe de publier un guide sur les bonnes pratiques à suivre en matière de nettoyage des GPI en cas de déversement par les navires, élaboré dans le cadre d'un groupe de travail coordonné par la Cedre (OMI, 2024b). Ce guide devrait être disponible en début 2025.

Au niveau régional, la Convention OSPAR³ a adopté la recommandation 2021/06 avec l'objectif de réduire les déversements de GPI dans l'environnement marin en promouvant le développement et la mise en place de normes et de systèmes de certification efficaces et cohérents afin de prévenir les rejets sur l'ensemble de la chaîne de production de plastique. Par ailleurs, OSPAR a adopté un second plan d'action régional définissant le contexte politique de la lutte contre les déchets marins dans l'Atlantique Nord-Est, avec notamment l'action C.1.1 qui concerne la prévention de la pollution microplastique suite aux déversements de

granulés, de poudre et de flocons de plastique. Cette action, en cours, aboutira à la production d'un rapport examinant le système international de certification pour la prévention des déversements de GPI mis en place par l'industrie plastique européenne (cf. ci-dessous) et sa cohérence avec les exigences de la Convention OSPAR, ainsi que toutes mesures, orientations ou recommandations supplémentaires qui pourraient être mises en œuvre pour réduire davantage les pertes.

En parallèle, au niveau européen, une proposition de règlement visant à prévenir les pertes de granulés plastiques industriels est en cours de négociations (CE, 2023b). La France est quant à elle, le premier pays à avoir adopté dans le cadre de la loi du 10 février 2020 relative à la lutte contre le gaspillage et à l'économie circulaire (AGEC), une réglementation ambitieuse qui impose aux sites industriels manipulant plus de 5 tonnes de GPI par an, de se doter d'équipements et de procédures pour prévenir les pertes et fuites de GPI dans l'environnement avec l'obligation d'inspections régulières par des organismes certifiés indépendants⁴.

³ Convention de protection de l'Atlantique Nord-Est, signée par 16 parties contractantes dont la France, www.ospar.org

⁴ Décret n°2021-461 du 16 avril 2021 relatif à la prévention des pertes de granulés de plastiques industriels dans l'environnement.



Figure 6 : Déversement de GPI dans la zone d'expérimentation du Cedre (Brest) pour étudier leur comportement et tester des techniques de récupération (Crédit photo : Cedre).

De leur côté, les industriels ont mis en place une démarche volontaire visant à améliorer la sensibilisation, à promouvoir les meilleures pratiques et à fournir des conseils et des outils pour aider les entreprises afin de prévenir les rejets et atteindre zéro perte environnementale de plastique sur les sites industriels, appelée Opération Clean Sweep (OCS)⁵. Les producteurs et transformateurs européens ont été plus loin avec la mise en place d'une certification OCS depuis 2022, à renouveler tous les 3 ans selon un processus nécessitant la réalisation d'audits externes par des comités de certification validés. Cette certification a pour objectif de rendre transparents les efforts des entreprises pour tendre vers zéro perte opérationnelle⁶.

L'ensemble de ces actions, récentes pour la plupart, devrait contribuer à prévenir et réduire les rejets le long de la chaîne de production de plastique. Toutefois, des accidents peuvent se produire même lorsque des mesures de précaution sont prises et induire des rejets dans l'environnement d'intensité variable. Par ailleurs, la pollution historique généralisée de l'environnement pourrait justifier, en fonction de la pertinence et de la faisabilité, des actions de remédiation.

Le Cedre⁷, centre d'expertise international dans la lutte contre les pollutions accidentelles des eaux, travaille depuis plusieurs années sur le sujet des pollutions par GPI dans le but d'améliorer les connaissances et les pratiques de nettoyage sur les sites industriels ou en cas de déversement dans l'environnement. Les connaissances acquises par le Cedre sont mises à disposition des autorités, des industriels et des instances internationales avec lesquels il travaille (OMI, OSPAR...). Aujourd'hui, le Cedre poursuit le développement de ses connaissances et de son expertise sur le sujet afin de répondre aux enjeux de cette pollution et aux besoins des acteurs confrontés aux problématiques de rejets dans l'environnement. Pour ce faire, le Cedre réalise un important travail de veille scientifique et technique ainsi que d'étude expérimentale, réalisé dans des installations dédiées au GPI aménagées en 2023. L'ensemble des connaissances acquises par le Cedre sur la thématique de GPI est en cours de valorisation au sein d'un nouveau guide opérationnel visant à accompagner les industriels, autorités et acteurs de l'antipollution dans la prévention des rejets sur les sites industriels ainsi que dans la réponse à des déversements dans l'environnement. Ce guide sera disponible début 2025.



Figure 7 : Test de différentes techniques de récupération de GPI dans les installations du Cedre (Crédit photo : Focale Fixe).

⁵ www.opcleansweep.eu

⁶ www.opcleansweep.eu/the-solution/ocs-certification-scheme

⁷ www.cedre.fr

Bibliographie

- ANDRADY A. L. (2011), "Microplastics in the marine environment", *Marine pollution bulletin*, 62(8), pp. 1596-1605.
- CARPENTER, E.J. & SMITH, K.L. (1972), "Plastics on the Sargasso Sea Surface", *Science*, Vol. 175, pp. 1240-1241, <https://doi.org/10.1126/science.175.4027.1240>
- CE/COMMISSION EUROPEENNE (2023a), "EU action against microplastics", Directorate-General for Environment, Publications Office of the European Union.
- CE/COMMISSION EUROPEENNE (2023b), "Proposal of the European Parliament and of the Council on preventing plastic pellet losses to reduce microplastic pollution".
- CEDRE (2023), « État des connaissances sur les pollutions par les granulés plastiques industriels (GPI) », Rapport R.23.10.C.
- CEDRE (2024), « Réseau national de surveillance des méso-et grands microplastiques échoués sur les plages : Rapport de campagne 2023 », Rapport R.24.29.C.
- CORCORAN P.L., DE HAAN WARD J., ARTURO I.A., BELONTZ S.L., MOORE T., HILL-SVEHLAC M., ROBERTSON K., WOOD K. & JAZVAC K. (2020), "A comprehensive investigation of industrial plastic pellets on beaches across the Laurentian Great Lakes and the factors governing their distribution", *Science of The Total Environment*, 747, 141227, <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.141227>
- COX K. D., COVERNTON G. A., DAVIES H. L., DOWER J. F., JUANES F. & DUDAS S. E. (2019), "Human consumption of microplastics", *Environmental science & technology*, 53(12), pp. 7068-7074.
- GEYER R., JAMBECK J.R. & LAW K.L. (2017), "Production, use, and fate of all plastics ever made", *Sci. Adv.*, 3, e1700782, <https://doi.org/10.1126/sciadv.1700782>
- HUNTER E.C., DE VINE R., PANTOS O., CLUNIES-ROSS P., DOAKE F., MASTERTON H. & BRIERS R.A. (2022), "Quantification and characterisation of pre-production pellet pollution in the Avon-Heathcote Estuary/Ihutaí, Aotearoa-New Zealand", *Microplastics*, 1(1), pp. 67-84, <https://doi.org/10.3390/microplastics1010005>
- KARLSSON T. M., ARNEBORG L., BROSTRÖM G., CARNEY ALMROTH B., GIPPERTH L. & HASSELLÖV M. (2018), "The unaccountability case of plastic pellet pollution", *Marine pollution bulletin*, Vol. 129, pp. 52-60.
- LAU W. W., SHIRAN Y., BAILEY R. M., COOK E., STUCHTEY M. R., KOSKELLA J. & PALARDY J. E. (2020), "Evaluating scenarios toward zero plastic pollution", *Science*, 369(6510), pp. 1455-1461.
- OMI (2024a), "MEPC Circular: Recommendations for the carriage of plastic pellets by sea in freight containers".
- OMI (2024b), "IMO Guidelines on best practice relating to clean-up of plastic pellets from ship-source releases", Report of the Drafting Group on Pollution Response, Sub-committee on pollution prevention and response, 11th session.
- ORACLE (2023), "Mapping the global plastic pellet supply chain", Report prepared for Fidra by Oracle Environmental Experts Ltd.
- OSPAR (2018), "OSPAR Background document on pre-production plastic pellets".
- PARTOW H., LACROIX C., LE FLOCH S. & ALCARO L. (2021), "X-Press Pearl maritime disaster, Sri Lanka", Report of the UN Environmental Advisory Mission, UNEP/OCHA Joint environmental unit.
- PNUE/UNEP (2021), « De la pollution à la solution - Une évaluation mondiale des déchets marins et de la pollution plastique », Synthèse, Nairobi.
- PNUE/UNEP (2023), "Chemicals in plastics - A technical report", 144 pages.
- STEVENS S., BARTOSOVA Z., VÖLKER J. & WAGNER M. (2024), "Migration of endocrine and metabolism disrupting chemicals from plastic food packaging", *Environment International*, Vol. 189, 108791.
- SURFRIDER (2020), "Plastic giants polluting through the backdoor: The case for a regulatory supply-chain approach to pellet pollution", Surfrider Foundation Europe.
- SUSSARELLU R., SUQUET M., THOMAS Y., LAMBERT C., FABIOUX C., PERNET M. E. J. & HUVET A. (2016), "Oyster reproduction is affected by exposure to polystyrene microplastics", *Proceedings of the national academy of sciences*, 113(9), pp. 2430-2435.
- TALLECK, GABRIELE M., PAUL-PONTI., ALUNNO-BRUSCIA M. & HUVET A. (2022), "Tire rubber chemicals reduce juvenile oyster (*Crassostrea gigas*) filtration and respiration under experimental conditions", *Marine pollution bulletin*, Vol. 181, 113936.
- VIDAL-ABAD A., CASAL M. A., REY-AGUIÑO J. M., PICHEL-GONZALEZ A., SOLANA-MUÑOZ A., POZA-NOGUEIRAS V. & COLLABORATIVE V. I. E. I. R. A. (2024), "Case report of plastic nurdles pollution in Galicia (NW Atlantic) following the Toconao's spill in December 2023", The VIEIRA Collaborative, *Marine Pollution Bulletin*, Vol. 203, 116442.
- ZETTLER E. R., MINCER T. J. & AMARAL-ZETTLER L. A. (2013), "Life in the 'plastisphere': microbial communities on plastic marine debris", *Environmental science & technology*, 47(13), pp. 7137-7146.

Le plan national de résorption des décharges littorales

Par Marie-Amélie NÉOLLIER

Directrice adjointe du Plan national de résorption des décharges littorales historiques au Cerema

L'attractivité historique des littoraux a contribué à l'émergence de décharges. Elles sont les stigmates de l'utilisation massive des plastiques depuis les années 1960. En 2022, l'État a mis en place un plan décennal national de résorption des décharges littorales. Il y a 110 décharges inventoriées par le BRGM en 2024 menaçant de relarguer à court terme des déchets en mer. Le Cerema est l'opérateur technique pour le pilotage opérationnel et l'accompagnement des collectivités engagées dans un *process* de restauration d'une décharge. Le soutien financier pour les études et travaux est porté par l'Ademe, pilote d'un fonds annoncé à hauteur de 300 millions d'euros. L'Ademe et le Cerema ont développé un plan de gestion des plastiques à l'échelle des décharges. Il s'agit ici de considérer les macro et microplastiques au même titre que les autres polluants physico-chimiques propres aux contextes des décharges brutes historiques. Ce projet est un challenge technico-économique.

L'attractivité historique des littoraux a contribué à l'émergence de décharges dégradant ces zones vulnérables. Vestiges des usages domestiques, ces décharges sont le témoin matériel manifeste de l'utilisation exponentielle des plastiques depuis les années 1960. Omniprésents dans les sites concernés par le plan national de résorption des décharges littorales, ils marquent de manière indélébile les littoraux de l'Anthropocène.

Pourquoi trouve-t-on d'anciennes décharges sur le littoral français ?

Avant 1970, les déchets ménagers étaient stockés en décharge, en proximité du bord de mer dans « d'opportunes » dépressions, à l'arrière des dunes ou en bord de falaise. Cependant, la hausse du niveau des océans et l'érosion côtière provoquent aujourd'hui un recul du trait de côte chronique marqué par des événements brutaux



Figure 1 : Décharge en Baie de Saint-Brieuc (22) dans les années 1980 (© Ville de Saint-Brieuc).

de plus en plus fréquents. Les décharges constituent alors un stock massif de déchets terrestres, mobilisables dans le milieu marin, à court ou moyen termes.

La fermeture des « décharges brutes » a été imposée au fil du temps par la réglementation. La loi n°92-646 du 13 juillet 1992 relative à l'élimination des déchets prévoit la fermeture et la remise en état des décharges brutes à l'échéance du 1^{er} juillet 2002. La circulaire du 23 février 2004 relative à la résorption des décharges non autorisées rappelle aux préfets l'obligation de faire fermer ces sites.

Malgré tout, des centaines de décharges littorales, terrestres ou fluviales n'ont pas été restaurées. Recouvertes par la végétation ou en partie tombées en mer, elles ont bien souvent disparu des mémoires et les enjeux de pollution pour la santé et les milieux naturels ne sont pas mesurés. Cette situation a motivé l'État à s'engager auprès des collectivités concernées.

Un plan décennal pour restaurer les décharges littorales

Lors du One Ocean Summit à Brest (février 2022) l'État a pris l'engagement de résorber, en dix ans, les

De plus, en contribuant à réduire les pressions qui s'exercent sur la biodiversité, le nombre de décharges engagées dans un processus de restauration ou restaurées constitue un indicateur boussole de la Stratégie Nationale pour la Biodiversité.

Ce plan est sous la tutelle du ministère de la Transition écologique et de la Cohésion des territoires, notamment des directions générales de l'Aménagement, du Logement et de la Nature (DGALN) et de la Prévention des Risques (DGPR). Il mobilise 3 opérateurs : l'Ademe, le BRGM et le Cerema.

Le BRGM¹ recense régulièrement les décharges historiques vulnérables aux aléas marins qui se trouvent à moins de 100 m du rivage, ayant reçu des déchets ménagers avant 1992 et jusqu'en 2005. À ce jour, le BRGM a recensé 110 décharges potentiellement éligibles au plan.

Le Cerema² est chargé de la mise en œuvre opérationnelle au niveau national. Il apporte son expertise et accompagne les collectivités engagées à traiter leur décharge.

Le soutien financier pour les études et travaux est porté par l'Ademe³, pilote d'un fonds décennal annoncé à

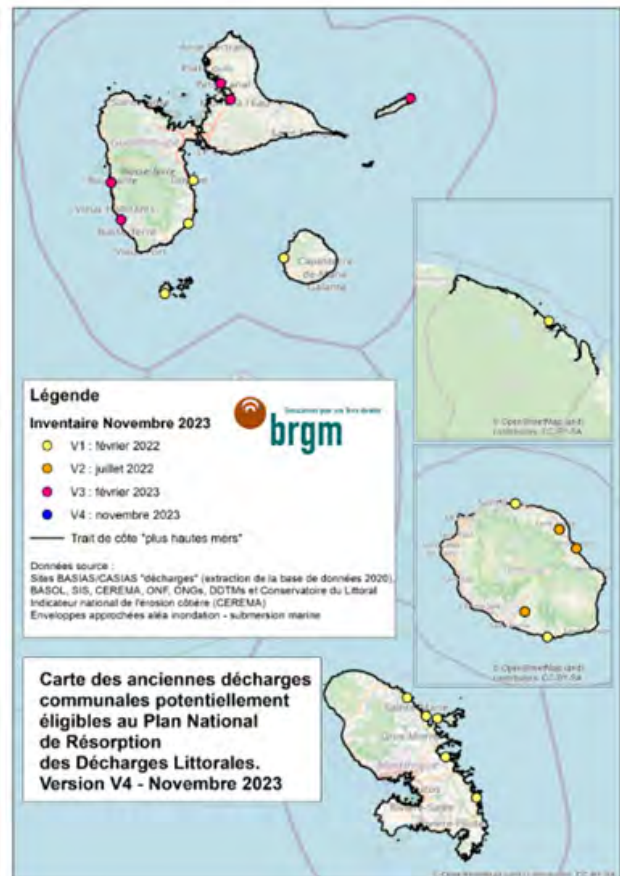
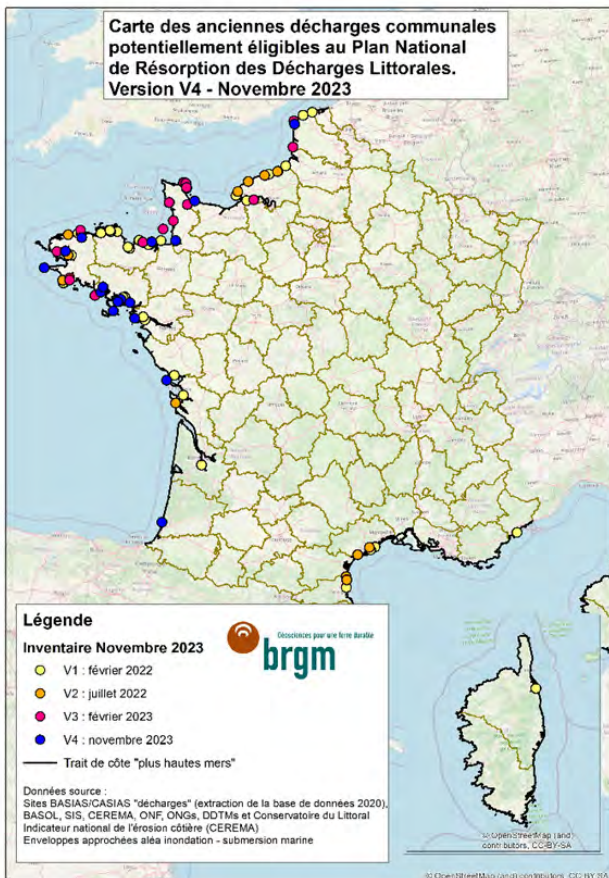


Figure 2 : Cartographie de l'inventaire du BRGM (© Géorisques, juin 2024).

décharges littorales françaises présentant, à court terme, un fort risque de relargage en mer.

Ce projet s'inscrit dans les objectifs du plan d'actions national « Zéro déchet plastique en mer ».

¹ Bureau de Recherches géologiques et minières.

² Centre d'études et d'expertise sur les risques, l'environnement, la mobilité et l'aménagement.

³ Agence de la transition écologique.

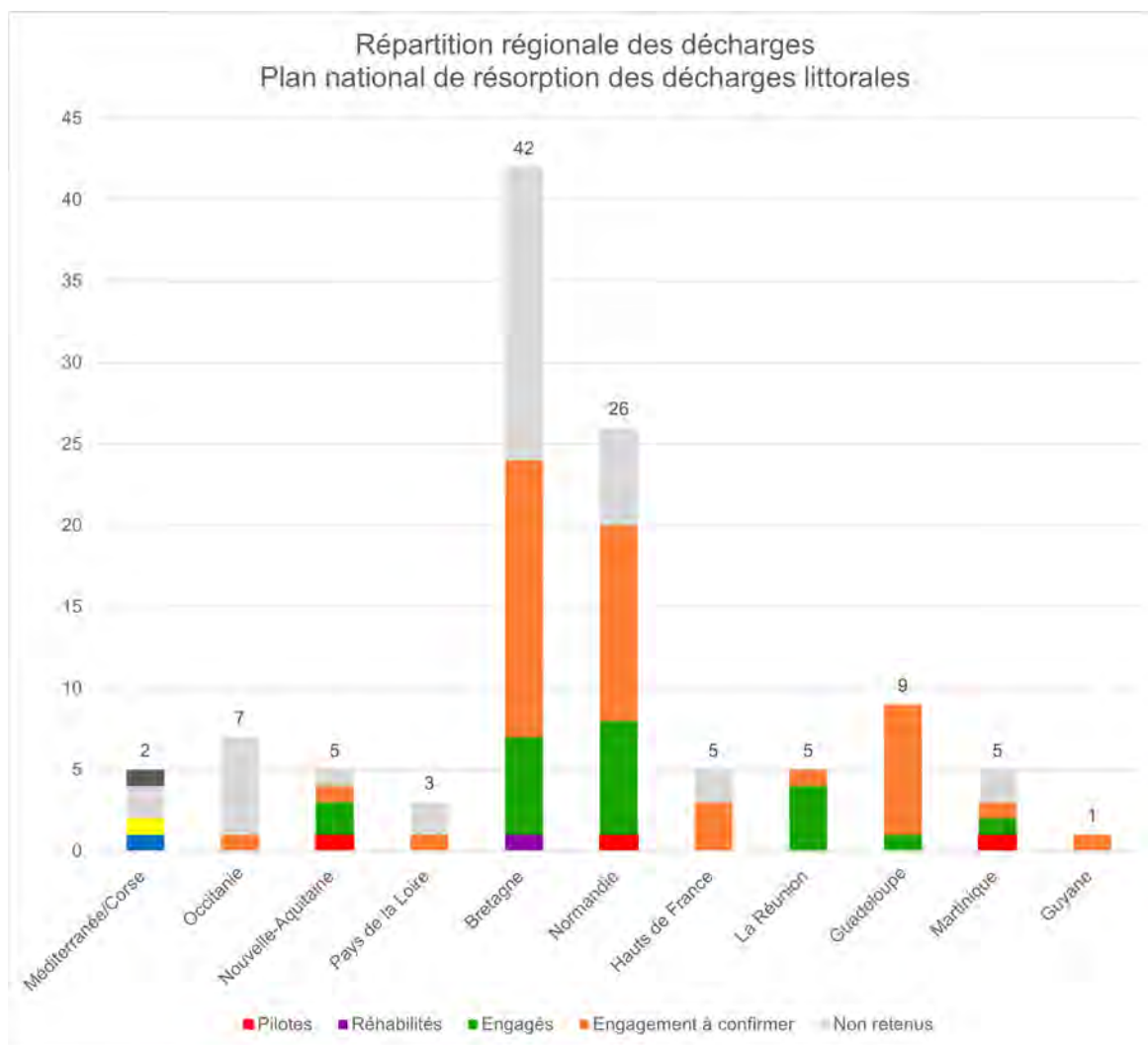


Figure 3 : Répartition régionale et niveau d'engagement des collectivités concernées par une décharge du plan (© Cerema, juin 2024).

hauteur de 300 millions d'euros. L'aide proposée permet de financer 50 ou 100 % du projet de restauration⁴.

Les services déconcentrés de l'État notamment les directions départementales des territoires et de la mer (DDTM) et les directions régionales de l'environnement, de l'aménagement et du logement (Dreal), accompagnent également les collectivités notamment sur la partie réglementaire.

État des lieux

En 2024, il y a 70 décharges retenues dans le plan représentant un volume de déchets estimé à environ 8 millions de mètres cube. Le plastique y est omniprésent, principalement dans les sols, avec une prédomi-

nance du polyéthylène et du polyamide - 6,6 vraisemblablement en raison de leur large gamme d'utilisation⁵.

La Bretagne est le territoire le plus représenté en nombre de décharges en raison de ses littoraux anthropisés représentant 30 % du linéaire côtier métropolitain. L'Outre-mer⁶ représente aussi une part importante avec 20 décharges. Un plan de mobilisation est déployé par les opérateurs du plan afin d'accompagner les collec-

⁵ Polyéthylène (PE) : Bouteilles de lait, conteneurs de détergent, tuyaux d'eau, sacs en plastique, jouets ; Polypropylène (PP) : Emballages alimentaires, bidons produits chimiques, pièces automobiles ; Polystyrène (PS) : Gobelets, emballages alimentaires, mousses isolantes ; Acrylonitrile butadiène styrène (ABS) : Pièces d'appareils électroniques, jouets, coques de téléphone ; Polyméthacrylate de méthyle (PMMA) : Vitres acryliques, enseignes lumineuses ; Polycarbonate (PC) : Bouteilles réutilisables, pièces d'équipement médical ; Polychlorure de vinyle (PVC) : Tuyaux, fenêtres, câbles électriques, revêtements de sol, jouets ; Polytéréphtalate d'éthylène (PET) : Bouteilles d'eau, emballages alimentaires, fibres textiles (polyester) ; Polyamide 6 (PA6) : Fibres textiles, pièces d'automobiles ; Polyamide-6,6 (PA 66) : Fibres textiles, pièces de moteurs automobiles.

⁶ 5 décharges sur l'île de la Réunion, 5 en Martinique, 9 en Guadeloupe et 1 en Guyane.

⁴ Les décharges sur des parcelles privées ou communales ont une aide maximale de 50 %. Celles situées sur des parcelles de l'État (Conservatoire du littoral, ONF ou DPM) ont une aide maximale de 100 %.

tivités vers l'engagement à restaurer leurs anciennes décharges.

La décharge type contient de 10 000 à 20 000 m³ de déchets sur moins de 5 hectares. On dénombre pourtant quelques méga-décharges, proches des grands pôles urbains. Chaque décharge présente des contraintes réglementaires, physiques et logistiques.

Trois sites pilotes ont été ciblés afin de capitaliser puis diffuser le retour d'expérience des démarches de résorption : la décharge de Pré-Magnou à Fouras (17), la décharge de l'Anse Charpentier à Sainte-Marie (Martinique) et les décharges de Dollemard au Havre (76).

C'est notamment l'approche de la gestion des plastiques sur un chantier test de résorption de décharge au Havre qui a amené les opérateurs du plan à réfléchir à la mise en œuvre d'un plan de gestion des macro et microplastiques à l'échelle du plan.

La nécessité de trier et retirer les macroplastiques comme tout autre macrodéchet ne pose aucun souci aux entreprises de travaux. *A contrario*, la gestion des microplastiques notamment dans les matériaux terreux fins issus du criblage pose un vrai souci technico-économique. En présence de microplastiques en forte quantité dans ces matériaux, la valorisation des terres excavées est compromise. En l'absence de cadrage spécifique sur ce sujet, la mise en œuvre d'un plan de gestion des microplastiques est donc apparue indispensable mais techniquement complexe.

Ambitions du plan en matière de réduction des macro et microplastiques

Dans le cadre de la démarche globale du plan, des études et travaux sont à mener selon la méthodologie propre à la résorption des décharges. Nous inscrivons donc dans ce processus cadré, le suivi des microplastiques. Il s'agit ici de considérer les macro et microplastiques à l'étape du diagnostic, en phases d'études puis de travaux, au même titre que les autres polluants physico-chimiques propres aux contextes de décharges brutes historiques (plomb, dioxines, HAP, etc.).

Le plan de gestion des macro et microplastiques se décline à travers :

- Un accompagnement dans le cadrage des prestations de diagnostic. Ce polluant émergent, non familier des bureaux d'études, exige des consignes d'échantillonnage et d'analyse pour obtenir des données pertinentes.
- Une exploitation des données fiables et une méthodologie harmonisée pour définir des approches partagées en matière de résorption de décharges.
- Deux travaux de recherche : l'un sur la caractérisation des charges polluantes inhérentes à la dégradation des plastiques ainsi que la recherche d'indicateurs ; l'autre, sur le développement et la faisabilité technique de traitement des sols pollués par les

microplastiques. En effet, les enjeux financiers associés au traitement des matériaux fins contaminés par les microplastiques incitent à développer des solutions moins coûteuses afin de valoriser plus de matériaux.

Ces objectifs font écho aux travaux menés par le Sénat⁷ (mars 2021) en contribuant à :

- poursuivre les recherches sur les sources des pollutions plastiques et leurs voies de transfert ; étudier leur vieillissement en conditions naturelles standardisées avec un accent particulier sur les microplastiques et les nanoplastiques ;
- harmoniser les définitions des microplastiques et des nanoplastiques et standardiser les protocoles de collecte et de mesure des données sur les pollutions plastiques ;
- renforcer le rôle de la science coopérative.

Traiter les plastiques, un défi technique

Dans les décharges, il y a surtout des microplastiques secondaires, issus de la dégradation de grands déchets. Elle se traduit par leur fragmentation en particules de plus en plus petites. Dans toutes les étapes intermédiaires de dégradation, ce polluant peut persister dans l'environnement.

Le criblage des déchets peut générer une altération accrue de certains macroplastiques et donc la production de nouveaux microplastiques.

Il est donc primordial de mettre en place des outils de tri et de collecte avant criblage pour éliminer de manière prioritaire les macrodéchets plastiques.

Pour pallier cette situation il faut caractériser, dénombrer et quantifier les microplastiques afin d'évaluer le degré de pollution des milieux récepteurs (sols, eaux, sédiments et air). Les matériaux fins, issus du criblage des déchets, lors d'excavations de décharges peuvent contenir un grand nombre de microplastiques qu'il faut prendre en compte, afin d'anticiper leur gestion.

Enfin, nous avons pour objectif de tester et proposer des techniques de dépollution adaptées pour les retirer des eaux et des sols lors des chantiers.

Les premiers résultats en matière de gestion de la pollution plastique dans les décharges littorales

Nous constatons la présence de fortes quantités de microplastiques dans les eaux souterraines au droit notamment d'une des décharges à Plounéour-Brignogan-Plages (29) alors que les eaux de surface, en général, ont des concentrations moins élevées.

⁷ Rapport n°411 de Martine Filleul, sénatrice, fait au nom de la commission de l'aménagement du territoire et du développement durable sur la proposition de loi visant à lutter contre le plastique, mars 2021.

Globalement la matrice sol est la plus polluée selon les premiers résultats.

À Fouras (17), le volume de microplastiques dans la décharge était 4 à 180 fois supérieur à l'environnement local témoin⁸. Par exemple, les teneurs en microplastiques (somme de tous les polymères) étaient entre 6 330 et 135 000 µg/kg MS (Matière Sèche). À Plomeur (29) les teneurs sont 5 fois supérieures à l'environnement local témoin. Cela démontre bien l'apport massif en microplastiques généré par les décharges.

Les principaux polymères retrouvés dans les décharges sont liés à leurs périodes d'activités (1950 à 1990 en moyenne). Les composés retrouvés sont des polymères produits en masse durant la seconde moitié du XX^e siècle. Ils constituent cependant une pollution diffuse qu'il est difficile de rattacher précisément à une source spécifique.

Sur la base de ces premiers résultats, les éléments nécessaires pour la suite de notre travail sont :

- un référentiel accessible *via* une base de données commune harmonisée ;
- une normalisation pour les analyses des sols (FTIR/Pyro GCMS⁹) ;
- une harmonisation de l'expression des résultats ;
- des laboratoires commerciaux plus nombreux ;
- une rationalisation des analyses (baisse des prix, réduction du temps de préparation...);
- l'identification de marqueurs chimiques de contamination de microplastiques (phtalates, bisphénols...).

Les attentes dans le domaine des décharges pour un avenir sans plastique

L'Ademe et le Cerema portent une attention spécifique aux enjeux de caractérisation. En l'absence de cadrage, nous comparons globalement les données acquises entre les décharges et avec les données de la littérature scientifique. À l'échelle plus fine de la décharge, c'est la comparaison avec l'environnement

local témoin qui cadre notre action ou encore la référence au Réseau de Mesures de la Qualité des Sols¹⁰.

Dans ces conditions, les opérateurs du plan jouent un rôle important à travers le prisme de la décharge, en rassemblant une communauté de sachants autour d'eux tout en expérimentant des solutions opérationnelles pragmatiques. La répétition de l'exercice et son cadrage fondé sur les retours d'expérience permettent la montée en compétences des prestataires techniques qui sont plus nombreux sur le marché. Les durées d'analyses et les montants associés, *via* la demande « décharges », commencent déjà à être optimisés.

La partie toxicologie, écotoxicologie est également prépondérante pour contribuer à un cadrage du suivi des microplastiques. Contrairement à d'autres polluants, le plastique peut avoir trois types d'effets toxiques : physiques (par exemple, lésions intestinales), chimiques (par exemple, lixiviation d'additifs toxiques) et biologiques (par exemple, transfert de pathogènes). Actuellement, il existe des biais révélant que les tests de toxicité et d'écotoxicité ne sont pas toujours adaptés aux plastiques. Des suggestions visant à améliorer la pertinence des études et des normes de toxicité des plastiques sont en développement afin de soutenir le cadrage approprié¹¹.

Enfin, nous avons peu d'informations sur les nanoplastiques, conséquence irrémédiable du processus de fragmentation des microplastiques. Ne pas agir sur les microplastiques c'est contribuer à la production de nanoplastiques. Alors, l'investissement d'aujourd'hui, à travers la collecte des macroplastiques et la dépollution, est une garantie pour demain. Le coût de l'inaction pourrait être plus lourd.

Les restaurations de décharges constituent donc un levier efficace de lutte contre les pollutions plastiques. Mais au-delà de la réparation, reste la prise de conscience collective sur la prévention et l'utilisation constante du plastique. Comment motiver l'urgence à agir lorsque ce terme si familier « plastique » nous renvoie à des usages pratiques apparemment inoffensifs. Comme les PFAS notoirement appelés « polluants éternels », ne faudrait-il pas changer la sémantique et faire plus souvent rimer plastique avec toxique ?

Bibliographie

BRGM (2022), Guide méthodologique de gestion des anciennes décharges situées sur ou à proximité du littoral, 19 avril.

Rapport n°411 (2021) de Martine Filleul, sénatrice, fait au nom de la commission de l'aménagement du territoire et du développement durable sur la proposition de loi visant à lutter contre le plastique.

LEISTENSCHNEIDER D. *et al.* (2023), "A critical review on the evaluation of toxicity and ecological risk assessment of plastics in the marine environment", Elsevier, *Science of the Total Environment*, Vol. 896, 164955

⁸ Un environnement local témoin » consiste à identifier un site ou un ensemble de sites, comprenant les mêmes milieux d'exposition (par exemple des sols de même nature) mais dont l'étude historique a démontré l'absence d'influence du site étudié, BRGM, 2016.

⁹ La spectroscopie infrarouge à transformée de Fourier, FTIR, est une technique utilisée pour obtenir le spectre d'absorption, d'émission, la photoconductivité ou la diffusion Raman dans l'infrarouge d'un échantillon solide, liquide ou gazeux. Cette technique permet d'obtenir la composition et un dénombrement des microplastiques présents dans un échantillon. La Pyrolyse-GC-MS est une technique d'analyse chimique constituée d'un pyrolyseur couplé à un chromatographe en phase gazeuse et un spectromètre de masse. L'échantillon est directement porté à haute température pour le dégrader thermiquement. Ensuite, les produits de dégradation sont analysés par la chromatographie en phase gazeuse et le spectromètre de masse. Cette technique permet, de manière résumée, d'obtenir la composition et la masse des microplastiques présents dans un échantillon.

¹⁰ Cette information fait référence au projet MICROSOF.

¹¹ A critical review on the evaluation of toxicity and ecological risk assessment of plastics in the marine environment.

Recyclage chimique du plastique : un atout pour une économie circulaire et durable

Par Cécile BARRÈRE-TRICCA, Frédéric FAVRE, Mickaele LE RAVALEC et Mathieu DUBLOC
IFP Énergies nouvelles (IFPEN)

L'impact du plastique sur notre environnement est avéré. Pour l'atténuer, trois stratégies sont recommandées : réduire la consommation de plastique, réutiliser les produits en contenant et recycler les déchets plastiques. IFP Énergies nouvelles (IFPEN) a développé la technologie REWIND®PET pour recycler chimiquement le PET par dépolymérisation et l'a amenée jusqu'à l'industrialisation en s'appuyant sur des partenariats. Ce projet démontre comment la recherche et l'innovation peuvent contribuer à une gestion plus durable des plastiques, en transformant des déchets en ressources et en réduisant les émissions de gaz à effet de serre (GES).

Introduction

Au premier abord, le plastique c'est fantastique ! Son prix peu élevé et sa large gamme de propriétés modulables au gré du chimiste en font un matériau de prédilection pour de nombreuses applications. Il s'est ainsi imposé dans des secteurs aussi variés que la santé, l'alimentation, l'électronique, l'industrie automobile... De fait, sa production annuelle a connu une croissance exponentielle, passant de 2 millions en 1950 à 460 millions de tonnes en 2019 (OCDE, 2023).

Or, l'usage du plastique suscite de vives interrogations. Chaque année, des millions de tonnes de déchets plastiques sont déversées dans l'environnement : 22 en 2019, dont 6,1 dans les océans (OCDE, 2023) avec des dommages considérables sur la faune marine. Certains types de plastiques mettent des siècles à se dégrader, se fragmentant en microplastiques qui pénètrent les écosystèmes, les réserves d'eau potables et finalement la chaîne alimentaire. Des études sont menées pour comprendre les effets éventuels sur la santé humaine (Zuri *et al.*, 2023). Enfin, la production de plastique repose à 99 % sur les combustibles fossiles, notamment le pétrole. Les processus de fabrication, de transport et de traitement des déchets plastiques participent aux émissions de GES, aggravant le changement climatique.

Que faire alors ? Pour atténuer les effets sur l'environnement de notre dépendance au plastique, nous pouvons appliquer les 3R : « Réduire, Réutiliser, Recycler ». Réduire implique de diminuer notre consommation

et d'explorer le potentiel de matériaux alternatifs. Typiquement, des gobelets en carton peuvent se substituer à des gobelets en plastique. Les bioplastiques, fabriqués à partir de matières premières renouvelables comme le maïs, la canne à sucre ou les algues, sont également considérés. Toutefois, leur utilisation peut provoquer des conflits d'usage pour d'autres secteurs comme l'alimentation ou les biocarburants. Réutiliser signifie utiliser moins de plastiques à usage unique et favoriser la réutilisation des produits. Recycler exige de repenser l'économie du plastique non plus sur un mode linéaire, mais sur un mode circulaire où les plastiques en fin de vie sont réutilisés ou recyclés plutôt que jetés. Il convient alors d'améliorer la collecte et le tri de nos déchets ainsi que de développer des technologies de recyclage capables de traiter un plus large éventail de plastiques.

Ces initiatives ne pourront aboutir sans l'adhésion et la participation active des citoyens qu'il faut inciter à adopter des pratiques plus durables. Un rapport de l'OCDE (2023) révèle que, malgré les mesures volontaristes récemment prises pour boucler le cycle de vie des plastiques, seuls 9 % des déchets plastiques ont été recyclés en 2019.

Le texte qui suit aborde l'histoire du plastique, les réglementations européennes instaurées pour accroître la production de plastique recyclé, les technologies de recyclage chimique, et enfin un exemple d'application du recyclage chimique développé par IFPEN.

Histoire du plastique

L'histoire du plastique est étroitement liée à celle de l'industrie pétrochimique. Le raffinage du pétrole produit un liquide, le naphtha. Lorsque celui-ci est chauffé à plus de 800°C, les molécules d'hydrocarbure se fragmentent. Puis, un refroidissement brutal conduit à des molécules d'un grand intérêt : des monomères. On les lie ensuite entre eux à partir de réactions de polyaddition ou de polycondensation pour former des polymères. En y incorporant des adjuvants et des additifs choisis en fonction des propriétés d'usage souhaitées, on obtient des matériaux plastiques.

Au XX^e siècle, le plastique a progressivement remplacé des matières premières peu disponibles et coûteuses. L'invention de la bakélite par Leo Baekeland en 1907 a été décisive : c'est le premier plastique créé à partir de matières synthétiques. Dans les années qui suivent, Hermann Staudinger démontre que les petites molécules sont capables de former de longues structures en chaîne, les polymères, par agglomération physique, mais aussi par réaction chimique. Dès lors, les innovations se succèdent : le polychlorure de vinyle (PVC) est découvert en 1926, le polyéthylène (PE) en 1933, le nylon en 1935, le polyéthylène téréphtalate (PET) en 1941...

La Seconde Guerre mondiale accélère la production et l'utilisation des matières plastiques pour répondre aux besoins militaires. Leurs propriétés uniques sont exploitées dans de nombreuses applications, depuis les parachutes aux verrières des cockpits d'avions, en passant par l'isolation des câbles et des composants électroniques.

À partir des années 1950, les plastiques envahissent littéralement le domaine civil. On les retrouve dans les emballages, les jouets, les articles ménagers... L'explosion de la demande stimule la diversification des matériaux et des applications. Par exemple, le PET connaît une évolution majeure en 1973 lorsque l'entreprise DuPont brevète son utilisation pour la fabrication de bouteilles. Cette innovation offre une alternative légère, incassable et transparente aux bouteilles en verre.

La consommation de plastique continue de croître rapidement dans les années 1960 et 1970. Puis, des études ayant révélé l'impact nocif de la pollution plastique, des préoccupations environnementales voient le jour. À partir de 1980, les gouvernements et les industries mettent en œuvre des politiques et programmes de recyclage. La recherche sur les bioplastiques progresse également. Depuis le début du XXI^e siècle, les déchets plastiques sont reconnus comme une menace majeure pour l'environnement. Cette prise de conscience motive une intensification des efforts dans le développement des plastiques biosourcés et des technologies avancées de recyclage.

Réglementations

Dans le cadre du Pacte vert pour l'Europe, la Commission a présenté en 2020 son deuxième plan d'action pour l'économie circulaire qui favorise le déploiement d'une économie soutenable et basée sur

un principe de circularité. Ce plan cible notamment les secteurs des emballages et des plastiques.

La directive-cadre relative aux déchets, révisée en 2018, prévoit des mesures pour atténuer les effets néfastes de la production et de la gestion des déchets sur l'environnement et la santé humaine, tout en optimisant l'utilisation des ressources. Ce texte, le plus structurant en la matière, établit une hiérarchie des modes de traitement des déchets, privilégiant la réduction, la réutilisation et le recyclage suivant le principe des 3R. La directive-cadre introduit également le concept de responsabilité élargie des producteurs, fondée sur le principe « pollueur-payeur ». Les fabricants, les importateurs et les distributeurs sont tenus responsables de l'ensemble du cycle de vie de leurs produits. Ils ont alors l'obligation de contribuer financièrement au système de collecte et de recyclage des déchets, mais aussi de favoriser l'éco-conception, notamment pour simplifier les processus de réparation et de recyclage de leurs produits.

Une fois les problématiques de gestion et de collecte des déchets traitées, la réglementation a introduit des obligations d'incorporation de matière première recyclée dans les bouteilles en plastique, et bientôt dans les emballages, par le biais de la directive sur les plastiques à usage unique (2019) et du règlement sur les emballages et déchets d'emballages qui devrait être prochainement approuvé. Les taux d'incorporation imposés définiront implicitement la taille des marchés. Des mesures similaires sont envisagées pour l'industrie automobile ou le secteur du bâtiment.

Une matière plastique recyclée devient indistinguable d'une matière non-recyclée. C'est pourquoi la Commission européenne travaille à établir une méthode harmonisée pour calculer le contenu recyclé chimiquement et en assurer la traçabilité. L'approche adoptée repose sur une méthode normalisée de bilan de masse. Le sujet fait actuellement débat, le système de calcul du contenu recyclé devant en effet être pensé pour encourager le recyclage dans son ensemble, sans privilégier une technologie particulière. L'évaluation de la quantité de matière recyclée dépendra du périmètre défini par les instances réglementaires.

Pour faciliter le développement du marché du recyclage, il est nécessaire de lever les barrières logistiques et administratives en homogénéisant les critères réglementaires au niveau européen qui déterminent la sortie du statut de déchet. Actuellement, ce statut est défini spécifiquement pour chaque produit et uniquement à l'échelle nationale. Le commerce de déchets triés, de charges préparées ou de matières premières recyclées reste complexe à l'échelle européenne, d'autant que la Convention de Bâle et le règlement européen relatif aux transferts de déchets (en cours d'adoption) limiteront, voire interdiront, les exportations de déchets plastiques vers les pays non-membres de l'OCDE.

Enfin, les systèmes de collecte et de tri ainsi que les procédés sur le marché évolueront. La réglementation doit pouvoir s'adapter à ces évolutions et encourager les pratiques plus vertueuses qui émergeront à l'avenir, tout en offrant visibilité et perspectives aux projets utilisant les technologies actuelles.

Technologies de recyclage

Le recyclage peut se faire en boucle fermée ou en boucle ouverte. Dans le premier cas, la matière recyclée conserve ses propriétés quasiment intactes et peut être réutilisée pour le même usage. Dans le second, les propriétés sont altérées et la matière recyclée est utilisée à des fins différentes dans un mode dégradé (*downcycling*).

Recyclage mécanique

Actuellement, la quasi-totalité du plastique recyclé est obtenue par recyclage mécanique. Après avoir été collectés et triés pour obtenir des gisements homogènes en type de polymères, les déchets plastiques sont broyés, extrudés et transformés en granulés ou paillettes pour ensuite servir de matière première recyclée. La structure des polymères de base n'est pas modifiée. Bien que cette méthode soit bien établie et réponde à de nombreux besoins, sa mise en œuvre connaît des limites. Le recyclage mécanique requiert des flux de déchets très bien triés, qui ne sont pas toujours disponibles. Il n'élimine pas les additifs et les colorants présents dans les plastiques. Il ne permet pas non plus systématiquement de décontaminer les plastiques et de revenir au contact alimentaire. Il ne garantit pas le retour à une matière première compatible avec l'application d'origine (la boucle est ouverte) et peut occasionner une détérioration de l'usage des produits recyclés. En outre, lorsque la boucle est fermée, le recyclage mécanique peut occasionner une dégradation des

propriétés mécaniques à chaque cycle, imposant des limites au nombre de boucles.

Recyclage chimique

Le recyclage chimique connaît un regain d'intérêt en raison des limites du recyclage mécanique. Apparu dans les années 1990, il permet un recyclage en boucle fermée pour revenir à un polymère d'une qualité équivalente à la matière vierge, mais s'avère de ce fait plus coûteux. Contrairement au recyclage mécanique, il modifie la composition du plastique traité et permet d'en éliminer les additifs. Il existe trois grands types de technologie : la déformulation, la dépolymérisation ou la conversion (voir la Figure 1).

La déformulation purifie les chaînes polymères des additifs sans modifier leur structure chimique, en s'appuyant sur des technologies de dissolution ou d'extraction. Bien que le polymère reste indemne et ne subisse pas de réaction chimique, la déformulation est en général assimilée au recyclage chimique. La dépolymérisation casse les polymères de façon contrôlée pour revenir aux monomères. Enfin, la conversion utilise la pyrolyse ou la gazéification pour récupérer des fractions d'hydrocarbures qui permettent ensuite de former des monomères. La déformulation et la dépolymérisation correspondent à des boucles de recyclage relativement courtes. Elles fournissent une matière première recyclée à forte valeur ajoutée (polymères et monomères). En revanche, la conversion renvoie à des boucles plus longues : les fractions d'hydrocarbures obtenues nécessitent des étapes supplémentaires

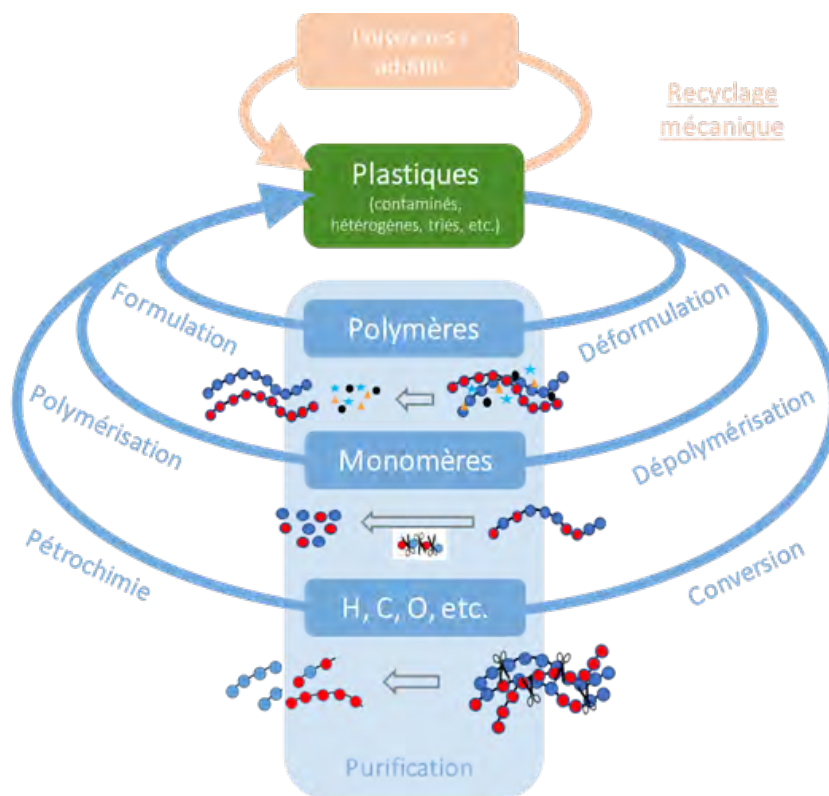


Figure 1 : Schéma des différents procédés de recyclage mécanique et boucles de recyclage chimique des déchets plastiques (Source : IFPEN).

de transformation pour parvenir aux monomères qui ensuite peuvent être polymérisés. Elle permet de traiter des déchets plastiques plus hétérogènes.

Les procédés de recyclage des déchets plastiques ont un impact environnemental variable selon les traitements et les étapes nécessaires à la transformation de la matière. Les boucles courtes produisent directement des polymères recyclés alors que les boucles plus longues nécessitent plus de transformations chimiques avant de revenir aux polymères. En général, plus la boucle de recyclage est longue, plus les impacts environnementaux sont importants, même s'ils sont souvent plus faibles que ceux des matières vierges équivalentes. Lorsque cela est techniquement envisageable, il convient de privilégier d'abord le recyclage mécanique, puis la déformulation, la dépolymérisation, et enfin, la conversion.

Malgré des avancées significatives, le recyclage du plastique reste un défi à cause de la complexité et de la diversité des déchets à traiter. Toutes les voies possibles doivent être examinées pour progresser vers une véritable économie circulaire des plastiques.

Un cas d'application : la dépolymérisation du PET

Depuis une dizaine d'années, IFPEN s'est engagé dans la recherche et le développement de solutions pour atténuer les impacts de l'usage croissant du plastique.

Concernant le recyclage chimique, l'institut explore les trois grands modes de recyclage avancé en fonction des besoins, avec la déformulation des polyoléfines et du PVC, la dépolymérisation du PET pour le recyclage des emballages et des textiles ainsi que la conversion des plastiques et des pneus usagés. Lorsque les technologies mises au point s'avèrent efficaces, elles sont industrialisées et commercialisées par Axens, filiale d'IFPEN, ou par d'autres partenaires industriels.

Par exemple, après une première phase exploratoire menée par IFPEN, un partenariat a été initié en 2020 avec Axens et Jeplan, une *start-up* japonaise, pour développer une technologie de recyclage chimique du PET par dépolymérisation. Cette technologie, baptisée REWIND®PET, est adaptée à des flux de déchets de PET complexes, impossibles à recycler mécaniquement en boucle fermée. Elle repose sur la glycolyse du PET, associée à des étapes de purification spécifiques pour éliminer tous les composés organiques et inorganiques présents dans le plastique à recycler et revenir à un polymère apte au contact alimentaire. Les études exploratoires démarrées en 2015, durant « la crise du PET opaque », ont permis d'optimiser les conditions opératoires de la glycolyse, d'adapter les différentes étapes de purification sélectionnées, puis de simuler le procédé. À partir de ces éléments, Axens et IFPEN ont conçu une unité permettant de démontrer la technologie dans son ensemble. Implantée à Kitakyushu au Japon, et soutenue par l'ADEME, cette unité semi-industrielle



Figure 2 : Photo de l'unité industrielle de démonstration située à Kitakyushu au Japon (Source : IFPEN).

(voir la Figure 2) intègre toutes les étapes de la technologie et fonctionne en continu sur des charges réelles, à savoir des déchets d'emballages complexes. Cet outil de 1 000 tonnes de production annuelle est utilisé pour caractériser les charges et les produits. Depuis son démarrage en 2023, il a déjà permis de produire plusieurs centaines de tonnes de monomère, qui seront qualifiées par les utilisateurs industriels comme ce fut le cas durant la phase exploratoire. Le PET peut ainsi être recyclé dans les emballages alimentaires ou les applications textiles.

Des analyses de cycle de vie montrent que le PET recyclé via le procédé REWIND®PET réduit l'impact sur le changement climatique d'environ 50 % et l'usage des ressources fossiles d'environ 70 % comparé au PET vierge.

Un premier projet industriel utilisant la technologie REWIND®PET, soutenu par France 2030, va être déployé par Axens et Toray Films Europe du groupe japonais Toray. L'unité de production serait implantée à Saint-Maurice-de-Beynost, dans l'Ain, sur le site de Toray Films Europe. Avant fin 2027, elle devrait atteindre une capacité de production annuelle de 30 000 tonnes de PET recyclé à partir de déchets post-consommation, flux aujourd'hui non recyclé en boucle fermée. Ce projet qui va créer 35 emplois préviendra chaque année le rejet de 43 500 tonnes de CO₂ et 40 000 tonnes de déchets plastiques dans l'environnement tout en évitant l'importation de 40 000 tonnes d'équivalent pétrole.

Conclusion

Le recyclage du plastique présente des avantages sur le plan environnemental. Il réduit le besoin d'extraire de nouvelles quantités de pétrole et gaz, et il valorise des matières déjà transformées. Les bénéfices sont doubles :

- une consommation moindre de ressources fossiles contribue à diminuer les émissions de GES ;
- le renforcement de la collecte des déchets plastiques destinés au recyclage permet indirectement d'en réduire les rejets dans l'environnement.

Il reste que le recyclage du plastique est plus coûteux que la production de plastique vierge. La forte augmentation de la capacité pétrochimique en Chine et l'exploitation accrue du gaz de schiste aux États-Unis ont conduit à une surproduction du plastique vierge dont le prix a chuté. Le plastique recyclé est aujourd'hui environ deux fois plus cher. Dans ce contexte, le rôle des réglementations devient crucial pour encourager le recyclage. Les initiatives au niveau européen s'inscrivent dans cette perspective. Toutefois, certains aspects requièrent une attention particulière, notamment la méthodologie qui sera définie pour évaluer la quantité de matière recyclée et les incitations à utiliser les matières plastiques recyclées dans les objets mis sur le marché. Les décisions prises en la matière exerceront une influence déterminante sur le développement d'une économie circulaire du plastique.

Références

- OCDE (2023), *Perspectives mondiales des plastiques : Déterminants économiques, répercussions environnementales et possibilités d'action*, <https://doi.org/10.1787/5c7bba57-fr>
- ZURI G., KARANASIOU A. & LACORTE S. (2023), "Human biomonitoring of microplastics and health implications: A review", *Environ. Res.*, 237(1), 116966.

Perspectives de recyclage et de décarbonation des plastiques en Europe à l'horizon 2050

Par Jean-Yves DACLIN

Directeur de Plastics Europe pour la France

Décriés pour leurs impacts environnementaux, les plastiques sont encore majoritairement fabriqués à partir de ressources fossiles (88 %) et encore trop peu recyclés en Europe (27 %), pourtant à la pointe de la lutte contre la pollution par leurs déchets.

Au sein de Plastics Europe, les producteurs de matières plastiques se sont engagés dans un changement de modèle systémique pour passer d'une économie linéaire à un écosystème circulaire. Leur feuille de route, *The Plastics Transition* (2023), construite avec Deloitte, dessine la voie, les conditions et les principales étapes pour atteindre une circularité maximale et zéro émission nette en 2050.

À cette date, 45 % des matières plastiques utilisés en Europe pourraient provenir du recyclage, principal levier de décarbonation du système. En complément, 18 % de plastiques issus de la biomasse contribueraient à réduire la part des plastiques fossiles à 35 %, le tout dans un écosystème neutre en carbone.

Légers, résistants, malléables, les plastiques offrent un panel de qualités intrinsèques inégalées au cœur de nombre d'applications. Ils isolent nos habitats, nous protègent, participent à la préservation de notre santé, réduisent le gaspillage alimentaire. Décriés pour leurs impacts environnementaux en fin de vie, ils contribuent pourtant aux économies d'énergie et à la réduction des émissions de gaz à effet de serre...

De fait, en Europe, où des systèmes efficaces de collecte et de gestion des déchets existent, la pollution plastique est limitée¹. La décarbonation et la circularité y sont devenues les enjeux majeurs de cette industrie...

Fin 2023, Plastics Europe, l'association des producteurs de matières plastiques européens, a dévoilé sa feuille de route, *The Plastics Transition*² pour une économie circulaire et zéro émission nette de carbone en Europe d'ici 2050.

Réalisée par Deloitte, elle est la déclinaison d'une étude indépendante commanditée par l'organisation en 2022, *ReShaping Plastics*³.

Le recyclage, horizon incontournable pour les plastiques

Des progrès notables en Europe

Depuis 2006 (53,9 Mt), la production européenne⁴ de matières plastiques est relativement stable, autour de 56 Mt⁵. Si ces volumes semblent conséquents, ils sont à mettre en regard avec la part du Vieux Continent dans la production mondiale. De 22 % (sur 245 Mt) en 2006, elle est tombée aujourd'hui à 14 % (sur 400 Mt). De fait, l'Europe n'a pas bénéficié de la croissance de la production mondiale qui s'est concentrée en Asie (54 %), au plus près de la demande, et dans une moindre mesure,

¹ OCDE (2023), *Perspectives mondiales des plastiques : Scénarios d'action à l'horizon 2060*, Éditions OCDE, Paris, <https://doi.org/10.1787/c5abcbb1-fr>

² Plastics Europe (2023), *The Plastics Transition*, https://plastics-europe.org/wp-content/uploads/2023/11/1814354_Roadmap-copychange_112023.pdf

³ SYSTEMIQ (2022), *ReShaping Plastics: Pathways to a circular, climate neutral plastics system in Europe*, <https://plasticseurope.org/wp-content/uploads/2022/04/SYSTEMIQReShapingPlasticsApril2022.pdf>

⁴ 27 pays de l'Union européenne, Norvège, Royaume-Uni et Suisse.

⁵ Plastics Europe (2023) - *Plastics the fast facts* - p. 23, <https://plasticseurope.org/knowledge-hub/the-circular-economy-for-plastics-a-european-analysis-2024/>

en Amérique du Nord (17 %) et au Moyen Orient (9 %), grâce à des matières premières à bas coût (gaz de schiste notamment).

Pour autant, notre continent est celui où la transition vers un écosystème circulaire des plastiques est la plus dynamique.

L'ensemble des plastiques circulaires⁶ a représenté 19,2 %⁷ des matières plastiques utilisées en Europe en 2022. Depuis 2018, l'incorporation de recyclé post-consommation, a augmenté de 70 % pour atteindre 6,8 Mt, soit en moyenne 12,6 % des plastiques consommés. Si cette dynamique se maintient, l'objectif de la Circular Plastics Alliance⁸ d'incorporation de 10 Mt de plastiques recyclés post-consommation en 2025 est atteignable.

Autre fait notable, pour la première fois, le taux de recyclage (26,9 %) des déchets plastique a enfin dépassé celui de leur mise en décharge (23,5 %), ce qui n'est toujours pas le cas en France où 28 % sont encore mis en décharge et seulement 20,5 %, recyclés.

En 2050, 65 % de plastiques circulaires en Europe

Selon *The Plastics Transition*, l'écosystème des plastiques en Europe pourrait être à 65 % circulaire en 2050. En 2040, la circularité atteindrait 40 %. Le recyclage y contribuerait pour 31 % avant d'atteindre près de 45 % en 2050. À cette échéance, le recyclé méca-

nique représenterait près de 25 % des matières plastiques transformées par la plasturgie (15 Mt estimées) et le recyclé chimique, dont la production était en 2022 embryonnaire, près de 20 % à hauteur de 12 Mt. Les plastiques issus de la biomasse représenteraient 18 %.

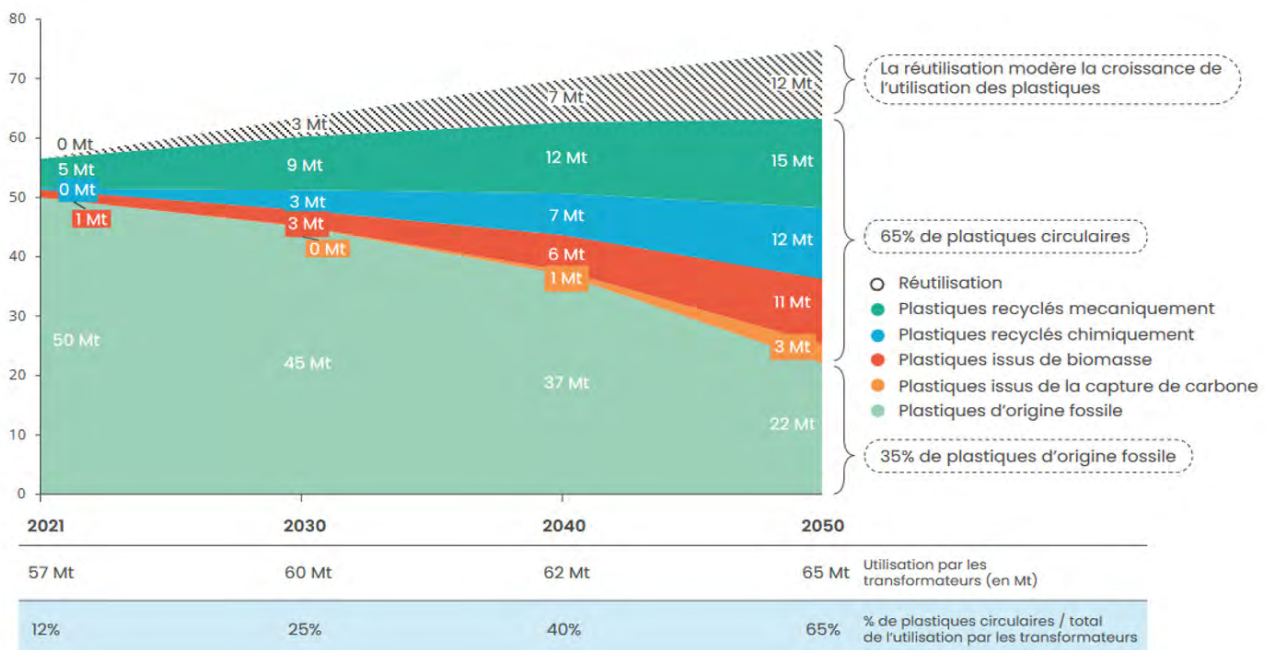
Réduire avant de recycler

Le meilleur déchet étant celui que l'on ne produit pas, la prévention pourrait se traduire par une réduction de 12 Mt de matières plastiques mises sur le marché. La croissance estimée de la production de polymères pour le marché européen serait ainsi ramenée de 1 à 0,4 % par an durant la période. Ce résultat axé essentiellement sur le réemploi, bien plus que sur la substitution des plastiques par d'autres matériaux, concernerait pour les trois quarts de l'emballage, à hauteur de 9 Mt. Parmi les solutions avancées, on compte, par exemple, le développement de la consigne pour réemploi, sur le modèle du Mehrweg allemand et des dispositifs tels que Soda Stream.

Ces changements de pratique devraient également se traduire par une consommation évitée de matières plastiques dans l'automobile (0,9 Mt), via l'auto partage et le covoiturage. Le réemploi de pièces dans ce secteur reste limité pour des raisons de sécurité.

De recyclable à recyclé

85 % des matières plastiques utilisées en Europe sont des thermoplastiques : elles fondent sous l'effet



⁶ Les plastiques circulaires s'entendent comme les plastiques recyclés, ceux issus de la biomasse et de la capture de carbone.

⁷ Plastics Europe (Mars 2024), *The circular economy for plastics, a European analysis*, p. 46, <https://plasticseurope.org/knowledge-hub/the-circular-economy-for-plastics-a-european-analysis-2024/>

⁸ Commission européenne (2018), *Declaration of the Circular Plastics Alliance*, https://single-market-economy.ec.europa.eu/industry/strategy/industrial-alliances/circular-plastics-alliance_en

Figure 1 : Projection de l'utilisation de matières plastiques par les transformateurs européens (EU 27 + 3) entre 2021 et 2050, en Mt (Source : Analyse Deloitte (2023) et Plastics Europe (2023), *The Plastics Transition* – Résumé p. 14, https://plasticseurope.org/wp-content/uploads/2023/10/Executive-Summary-of-Roadmap-in-French_.pdf).

de la chaleur, peuvent être très facilement regranulés et recyclés. Les 15 % restants, résines thermodurcissables (polyuréthane, époxy...) ne fondent pas et ne sont donc pas recyclables par les procédés traditionnels.

Les applications plastiques sont extrêmement variées et ont chacune leurs exigences techniques particulières. Ceci explique la grande variété des résines, des formulations et des combinaisons de matériaux utilisées pour y répondre.

Dès sa conception, la recyclabilité d'un produit plastique vient s'ajouter au cahier des charges. Les solutions mono-matériaux ou des matériaux faciles à séparer sont par exemple à privilégier.

Même s'il est recyclable, un produit en plastique doit avant tout être collecté et trié pour être effectivement recyclé. Aujourd'hui, le tri et la massification des flux de déchets sont les principales difficultés du recyclage des plastiques.

Améliorer le taux de recyclage des plastiques exige l'implication de tous les acteurs, publics et privés car aucun n'est en mesure de résoudre cette équation complexe à lui seul. De la conception des polymères au geste de tri du consommateur, de l'amélioration des dispositifs de collecte et de massification aux nouvelles

technologies de recyclage, l'avenir dépendra de l'activation conjuguée de tous les leviers, ce qui suppose un cadre réglementaire adapté, porté par une ambition collective partagée de l'amont à l'aval.

La collecte, fer de lance du recyclage des plastiques

De l'étape de collecte dépendent toutes les autres. La massification des gisements et leur qualité sont les paramètres clés d'une « bonne » collecte. Des déchets correctement triés sont gage d'une optimisation de leur processus de recyclage tant sur le plan environnemental que technico-économique, grâce à la qualité des recyclats ainsi produits.

En 2022, les volumes de déchets plastique collectés séparément en Europe (poubelle jaune, déchetteries...) ont été pour la première fois supérieurs à ceux collectés en mélange (ordures ménagères). C'est loin d'être le cas en France où 57 % sont encore collectés avec le tout-venant. Ce qui explique que le taux de recyclage y soit 27 fois plus élevé lorsque les déchets plastique sont collectés séparément.

Collecte et traitement des déchets plastique post-consommation

2022, en kt

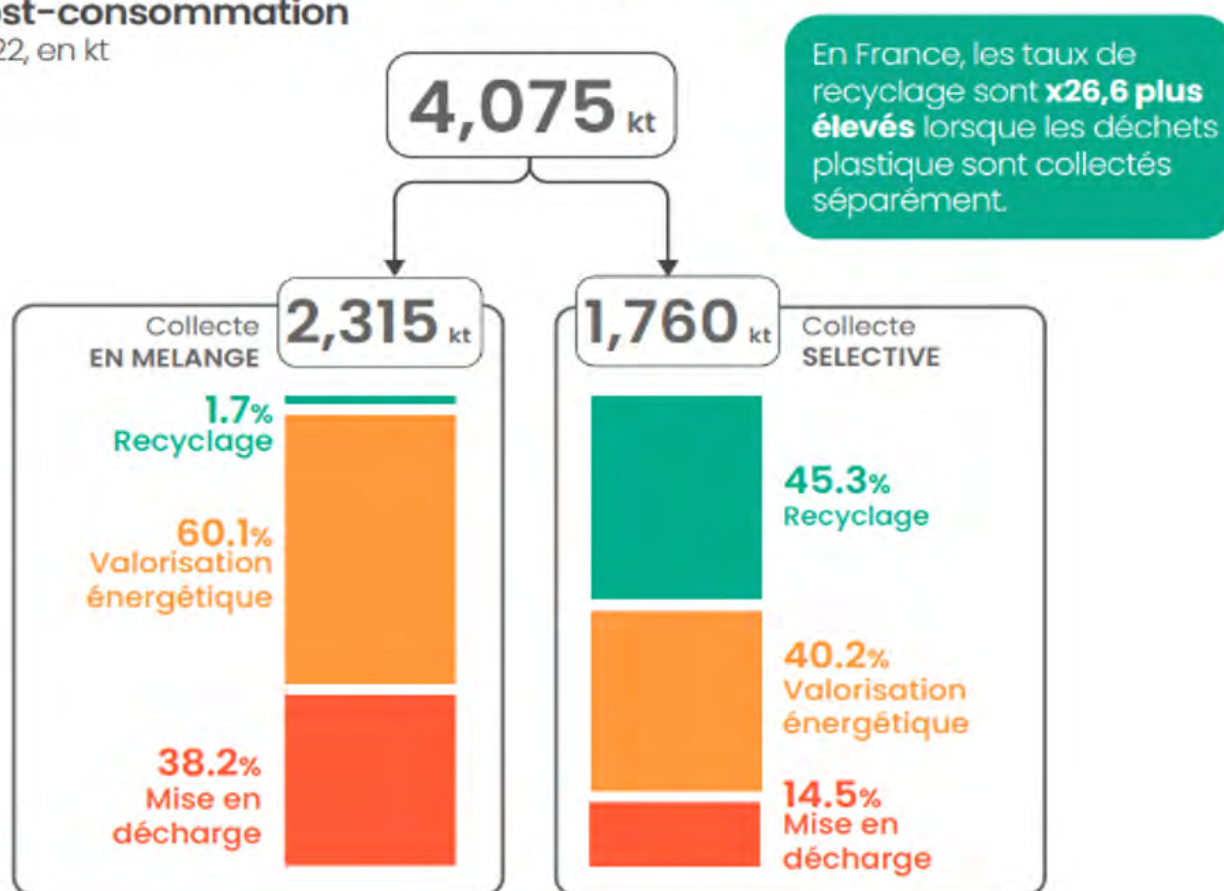


Figure 2 : Collecte et traitement des déchets plastique post-consommation

(Source : Plastics Europe (Mars 2024), The circular economy for plastics - Data 2022 France, p. 9, https://plasticseurope.org/wp-content/uploads/2024/05/CircularEconomy_nationalinfographics_2024.pdf).

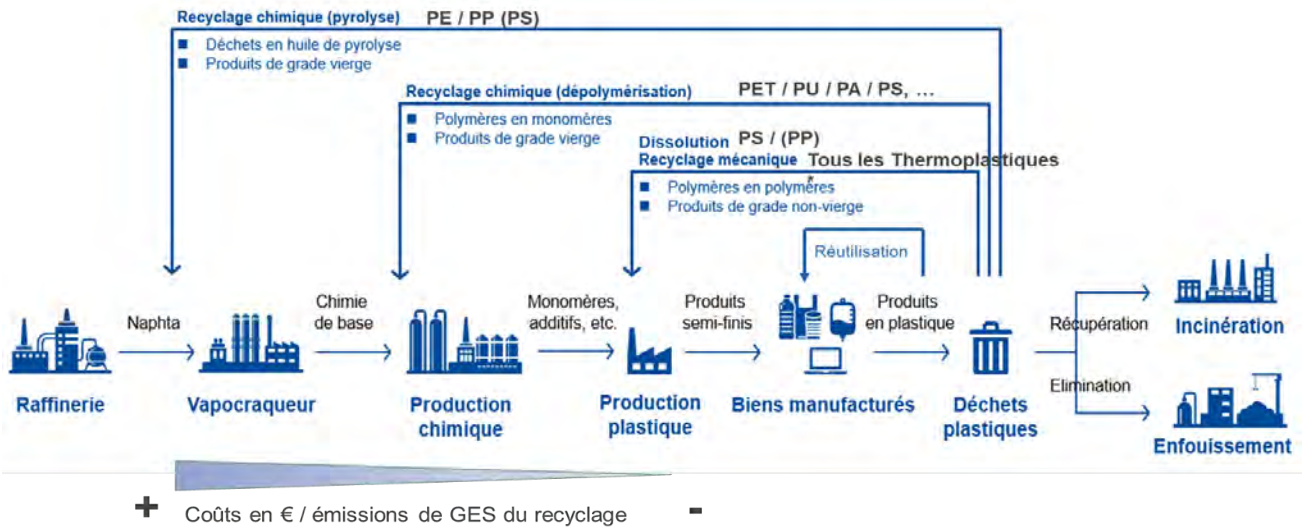


Figure 3 : Les différentes boucles de l'économie circulaire des plastiques (Source : Plastics Europe).

Un éventail de technologies de recyclage complémentaires

Il existe à l'heure actuelle deux grandes familles de technologies pour recycler les déchets plastique : le recyclage mécanique et le recyclage chimique. Ensemble, elles vont permettre de recycler une plus grande variété de plastiques, condition essentielle pour résoudre le problème de la gestion des déchets et faire passer l'écosystème européen de linéaire à circulaire.

Le recyclage mécanique, une solution fiable et mature

Aujourd'hui, 99 % des déchets plastiques recyclés le sont par des procédés dits mécaniques. Collectés et triés pour obtenir des gisements homogènes par famille de polymères, ces derniers sont lavés, broyés, extrudés, transformés en paillettes ou granulés de matières premières recyclées (MPR), prêtes à être réutilisées sans qu'ait été modifiée la structure chimique du polymère. Économe en énergie, le recyclage mécanique est une technologie mature, fiable et maîtrisée, qui présente toutefois des limites. Il ne permet pas de séparer les polymères de leurs additifs, des contaminants inhérents aux produits contenus dans les emballages par exemple, ou encore, des substances héritées (autorisées lors de la mise en marché, mais interdites depuis). De fait, les plastiques recyclés mécaniquement répondent difficilement aux cahiers des charges les plus exigeants : contact alimentaire, médical, aéronautique...

Le recyclage chimique, une addition de possibles Des technologies multiples

Le recyclage chimique regroupe des technologies capables de décomposer les polymères en leurs molécules de base (les monomères), ce qui permet la pro-

duction de plastiques recyclés dotés des mêmes qualités que les plastiques vierges.

Puisqu'elles peuvent traiter les flux de déchets plastiques complexes que le recyclage mécanique ne prend pas en charge (comme des films ou des stratifiés), elles sont la solution pour recycler certains des déchets plastiques, qui, aujourd'hui, sont encore incinérés ou mis en décharge (67,5 % des déchets plastique en Europe).

Quasi inexistant aujourd'hui, le recyclage chimique devrait amorcer sa croissance d'ici 2030. Sans recourir à ces technologies, il ne sera pas possible de recycler les thermodurcissables, d'éliminer certaines substances héritées et contaminants, et de produire suffisamment de plastiques recyclés de haute qualité pour des applications sensibles.

Il existe deux grandes familles de technologies de recyclage chimique.

Les procédés thermiques (pyrolyse et gazéification)

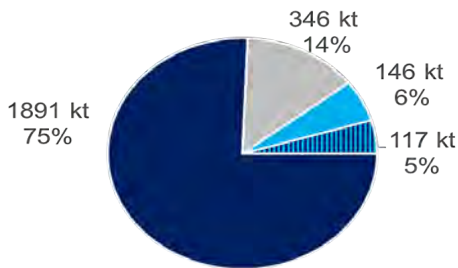
Ils consistent à casser le polymère pour obtenir des chaînes d'hydrocarbures plus petites (huile de pyrolyse et gaz de synthèse) en les chauffant à plus de 400°C. Ces hydrocarbures seront utilisés comme charges pour les vapocraqueurs, en substitution des charges fossiles. Ces procédés thermiques permettent de recycler les polyoléfinés (polyéthylène et polypropylène) et le polystyrène.

La dépolymérisation (solvolyse, recyclage enzymatique)

Elle consiste à rompre les liaisons chimiques du polymère pour revenir au monomère sous l'effet de la chaleur (moins de 100°C) et de solvants (eau, alcools) ou d'enzymes (pour l'instant, uniquement pour le PET⁹).

Les monomères ainsi obtenus sont ensuite purifiés avant de pouvoir être de nouveau polymérisés. Ils sont

⁹ Polyéthylène téréphtalate.



- PE / PP / (PS) / autres : Pyrolyse / Gazéification
- PET / PU / PA / PS : Solvolyse (dépolymérisation)
- PS / (PP) : Dissolution

Figure 4 : La pyrolyse / gazéification représente 75 à 80 % du potentiel du recyclage chimique (Source : Plastics Europe d'après Ademe, Erwan Harscoët, Youfi Sabine, Ammenti Federica (2022), Étude des gisements de déchets plastiques pouvant être traités par recyclage chimique et physico-chimique en France, 93 p., p. 73).

alors réintroduits dans les processus traditionnels de production.

La solvolyse est très adaptée pour recycler le PET, le polyuréthane, les polyamides et le polystyrène mais ne permet pas de recycler le polyéthylène et le polypropylène, qui représentent 75 % du gisement identifié par l'Ademe pour le recyclage chimique.

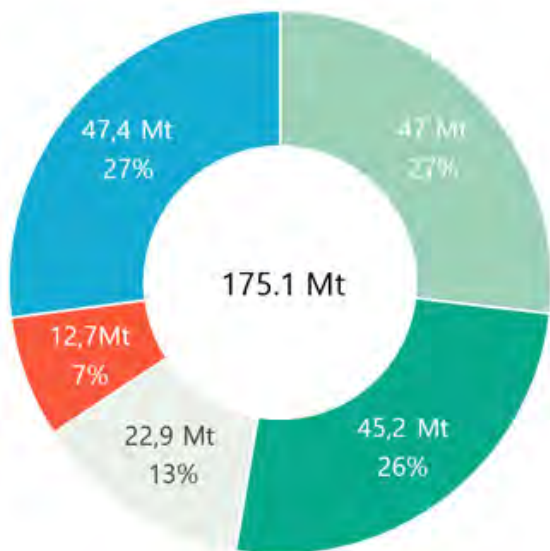
Des investissements conséquents

Pour respecter leur feuille de route, les membres de Plastics Europe ont annoncé d'importants plans d'investissement : 2,6 milliards d'euros d'ici 2025 et plus de 8 milliards d'euros d'ici 2030. Les 44 projets prévus dans 13 pays de l'UE devraient générer 2,8 Mt de plastiques recyclés par an dès 2030¹⁰.

Le recyclage, facteur principal de la décarbonation de l'industrie des plastiques d'ici 2050

En 2021, les émissions de gaz à effet de serre de l'industrie des plastiques en Europe étaient estimées à 175 millions de tonnes, soit 4,9 % de l'ensemble des émissions de l'UE. Les deux tiers proviennent de la production des polymères, depuis l'extraction du pétrole ou du gaz (27 %), au craquage (26 %) et à la polymérisation (13 %). La valorisation énergétique des déchets compte pour 7 % de l'empreinte globale du système.

Toutes les technologies de recyclage permettent un bénéfice CO₂¹¹ : dans tous les cas, on évite les émissions de la valorisation énergétique. Le recyclage mécanique est le plus vertueux car il permet d'effacer les émissions liées à toutes les étapes de la fabrication des polymères. Les technologies de recyclage chimique permettent d'éviter les émissions liées à l'extraction, voire au vapocraquage.



- Émissions de gaz à effet de serre issues de la production de matières premières, de l'extraction et du raffinage du pétrole, et des activités liées aux combustibles et à l'énergie
- Émissions de gaz à effet de serre issues du craquage
- Émissions de gaz à effet de serre issues de la polymérisation
- Émissions de gaz à effet de serre issues de la transformation des plastiques
- Émissions de gaz à effet de serre issues de l'incinération des déchets

Figure 5 : Émission de GES du cycle de vie des plastiques en Europe en 2021, équivalent en Mt de CO₂ et en % (Source : Plastics Europe (2023), *The Plastics Transition*, p. 36, https://plasticseurope.org/wp-content/uploads/2023/11/1814354_Roadmap-copychange_112023.pdf).

¹⁰ Voir carte interactive Planned investments in chemical recycling, <https://plasticseurope.org/sustainability/circularity/recycling/chemical-recycling/>

¹¹ Garcia-Gutierrez P., Amadei A.M., Klenert D., Nessi S., Tonini D., Tosches D., Ardente F. & Saveyn H. (2023), Environmental and economic assessment of plastic waste recycling A comparison of mechanical, physical, chemical recycling and energy recovery of plastic waste, Publications Office of the European Union, Luxembourg, doi:10.2760/0472, JRC132067.

Selon *The Plastics Transition*, la part des plastiques d'origine fossile pourrait passer de 88 % en 2021 à 35 % en 2050, au profit des plastiques circulaires.

Enfin, pour atteindre la neutralité carbone en 2050, l'industrie des plastiques devra également recourir à la capture et au stockage de carbone.

Perspectives économiques : une transition abordable

Les surcoûts pour atteindre la neutralité carbone et une circularité optimale en 2050 sont estimés à environ 10 %.

Selon Deloitte, cela représenterait un surcoût moyen de l'ordre de 300 €/tonne, soit près de 0,2 € pour un ordinateur portable, et moins de 90 € pour une voiture¹².

L'enjeu est donc de réorienter les dépenses de l'industrie vers les nouvelles technologies circulaires et décarbonées.

Des incitations réglementaires permettront d'encourager l'utilisation de matières recyclées. Elles sont déjà inscrites dans la directive sur les emballages à usage unique¹³, dans le projet de règlement européen sur les emballages et déchets d'emballage et dans le projet de directive sur les véhicules en fin de vie.

La transition de l'écosystème des plastiques est d'ores et déjà engagée. Plus que sur le développement de nouvelles technologies, son accomplissement repose avant tout sur la capacité de tous les acteurs, publics et privés, à y travailler ensemble.

¹² Plastics Europe (2023), *The Plastics Transition*, p. 90, https://plasticseurope.org/wp-content/uploads/2023/11/1814354_Roadmap-copychange_112023.pdf

¹³ DIRECTIVE (UE) 2019/904 du Parlement européen et du Conseil du 5 juin 2019 relative à la réduction de l'incidence de certains produits en plastique sur l'environnement, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/PDF/?uri=CELEX:32019L0904>

Current challenges in plastic recycling - Why innovative technologies are necessary

By Inari SEPPÄ

Eastman director of circular economy advocacy EMEA

Over the past decades, plastic has revolutionized many industries due to its versatility and unique properties. However, the management of plastic waste poses a major challenge to the environment, requiring innovative and sustainable solutions.

Companies, such as Eastman, that have sustainability at the core of their innovation strategy are investing in advanced recycling technologies to address this challenge.

Eastman has developed chemical recycling technologies, such as the Polyester Renewal Technology (PRT) and Carbon Renewal Technology (CRT), which convert plastic waste into their basic molecules and repolymerize them into new high-quality products. These technologies offer an infinite material loop and help reduce the carbon footprint of plastic while reducing dependence on virgin fossil resources.

The transition to a circular economy for plastics requires collaboration among different stakeholders, including governments, businesses, consumers, and waste management facilities. It is important to promote policies and regulations that foster innovation in plastic recycling and adopt principles such as material-to-material recycling and complementarity between chemical and mechanical recycling.

Introduction

Plastic has revolutionized industries during the last decades. As a versatile material, plastics are essential in packaging, transportation, construction, healthcare, electronics, textile and apparel industries and more. They enable technological advancements, improve food safety, enhance medical treatments, and drive innovation. And they often have the lowest climate impact compared to other material categories for most of the applications mentioned. But while plastics are a great material, they present waste management and environmental challenges that now need urgent solutions.

The pressure is mounting to deal with plastic waste efficiently to eliminate plastic ending up in incinerators or the environment. This has prompted companies, such as Eastman, with sustainability drivers at the core of their innovation strategies to make significant commitments and investments in plastics recycling technologies to address this growing challenge of plastic waste.

Eastman is a global specialty materials innovator that produces a wide range of products, including plastics, found in items people use every day. The company's focus is on advancing the quality of life in a material way through its product and technology innovations. Respecting the waste hierarchy approach of reduction

and reuse as first steps, Eastman is also committed to contributing to solving the plastics waste problem and has made significant advances in chemical recycling technologies during the past five years and has brought to industrial scale two chemical recycling technologies, namely Polyester Renewal Technology (PRT) using methanolysis, and Carbon Renewal Technology (CRT). These technologies use plastic waste as feedstock instead of fossil fuel, and convert the waste into new molecules with high efficiency and yield. These molecules are then repolymerised into new plastics in a process allowing these molecules to be used again and again with the possibility of providing an infinite material loop.

Due to the scale of challenges ahead with more applications finding plastics to be the preferred material, and consequently increased amounts of plastic waste, there is a need for a system change in how we use plastics to achieve a circular economy for plastics.

Connected to the system change, this article will discuss the state of polyester recycling in Europe and what opportunities are at our disposal, emphasising the role of chemical recycling and its potential for increasing recycling rates, and its contribution to reducing dependency on virgin fossil sources and carbon emissions.

Importance of plastics recycling

Plastic is an essential modern-day material, and it has been designed to last. Versatile properties and ease of forming to almost any shape make it the material choice for many applications from lifesaving devices to automotive parts to protective food packaging. Plastic is often referred to as a single material, but several types of plastics exist each with properties best suited for their use, which makes dealing with plastic waste challenging, as well as being the reason why several different recycling technologies are necessary.

Most of the plastics produced in the world are made from non-renewable fossil fuels, which also highlights the importance of recycling waste into raw materials which can be used to make high-quality products allowing for reduced dependency on virgin fossil fuels.

In the context of plastics and plastics recycling, it is important to start shifting focus from “decarbonisation” to “defossilisation” as most, if not all plastics, contain carbon.

Defossilisation emphasises the need to reduce our dependence on virgin fossil feedstocks in the production and recycling of plastics.

Plastics are primarily derived from fossil fuels, such as crude oil and natural gas. The fossil fuel industry inherently contributes to carbon emissions and thus has an impact on the environment. However, by transitioning to maximise the use of alternative feedstocks, we can reduce the carbon footprint of both manufacturing operations and plastics products.

Defossilisation involves finding innovative ways to replace fossil feedstocks with renewable or recycled materials. Eastman, for instance, is committed to developing technologies that enable the use of waste plastics as raw material for the creation of high-quality products with certified recycled content.

Our investments in chemical recycling allow us to replace virgin fossil feedstocks while also significantly driving down carbon emissions relative to virgin PET manufacturing. Overall, this contributes to waste reduction and sustainability goals, addressing the waste crisis and the climate crisis with a single investment.

Chemical recycling as part of the solution

The waste plastic problem is a pressing issue that requires immediate attention. Most of the plastic waste ends up in landfills, incineration facilities, or even in the environment. When plastic waste is landfilled or incinerated, the materials and resources used to create them are lost forever. Additionally, the potential value of that material and the value of continuing to serve a purpose has vanished. To reclaim that value and maintain materials in circulation, innovative recycling technologies are needed with the expansion of the world’s recycling value chain.

Plastics have been primarily recycled through mechanical recycling. This is a well-known and the most common method today. It plays an important role in keeping valuable plastics and carbon in circulation. However, it has limitations. Mechanical recycling can only process specific types of clear and coloured plastics, primarily bottles or containers with recycle codes 1 or 2. It is not effective in recycling more complex plastics or plastics that have been contaminated. Hence additional innovations, such as chemical recycling solutions, are needed to overcome these limitations and provide a comprehensive recycling approach for the manufacture of high-quality plastics. Chemical recycling is the best complementary technology to mechanical recycling.

However, the importance of designing products for circularity should not be forgotten when the aim is to have material recycling as the end-of-life solution. Often, multi-material, highly coloured, or complex products hinder the effective collection and sorting of waste to reach recycling facilities, even if material recovery is possible.

Eastman has both the technology and capacity that manufacturers and brands need to meet their circularity commitments to reduce the share of fossil-based virgin plastics in their products. Our molecular recycling technologies enable brands to replace virgin plastics with recycled plastics and at the same time reduce carbon emissions from raw materials. By leveraging Eastman’s technologies, manufacturers can incorporate certified recycled content into their products without compromising quality and gain benefits from lower carbon footprint of the products compared to traditional ones.

Chemical recycling, also known as advanced, enhanced, or molecular recycling, is a process that breaks down waste plastics into molecular building blocks. These building blocks can then be used to create new materials, indistinguishable from those made from fossil feedstocks. Chemical recycling technologies encompass various processes such as pyrolysis, gasification, and depolymerisation.

Eastman’s technologies, Polyester Renewal Technology (PRT) and Carbon Renewal Technology (CRT) are prime examples of chemical recycling solutions. PRT targets the recycling of complicated polyester waste such as textiles and highly coloured products. It unzips polyester polymers back to the monomer level, which can then be rebuilt into new, virgin-quality polyester products. CRT, on the other hand, breaks down mixed waste plastics into basic molecules, *i.e.* into carbon, oxygen, and hydrogen. It can recycle almost any kind of plastic, providing an end-of-life solution for many plastics that are currently not recyclable through mechanical recycling methods.

Chemical recycling offers several advantages over mechanical recycling. It can process a wider range of waste plastics, including those that are complex or contaminated. It also allows for the creation of high-quality materials with certified recycled content, without degradation in performance. Furthermore, chemical recycling technologies such as PRT and CRT offer a significantly reduced carbon footprint in comparison to conventional

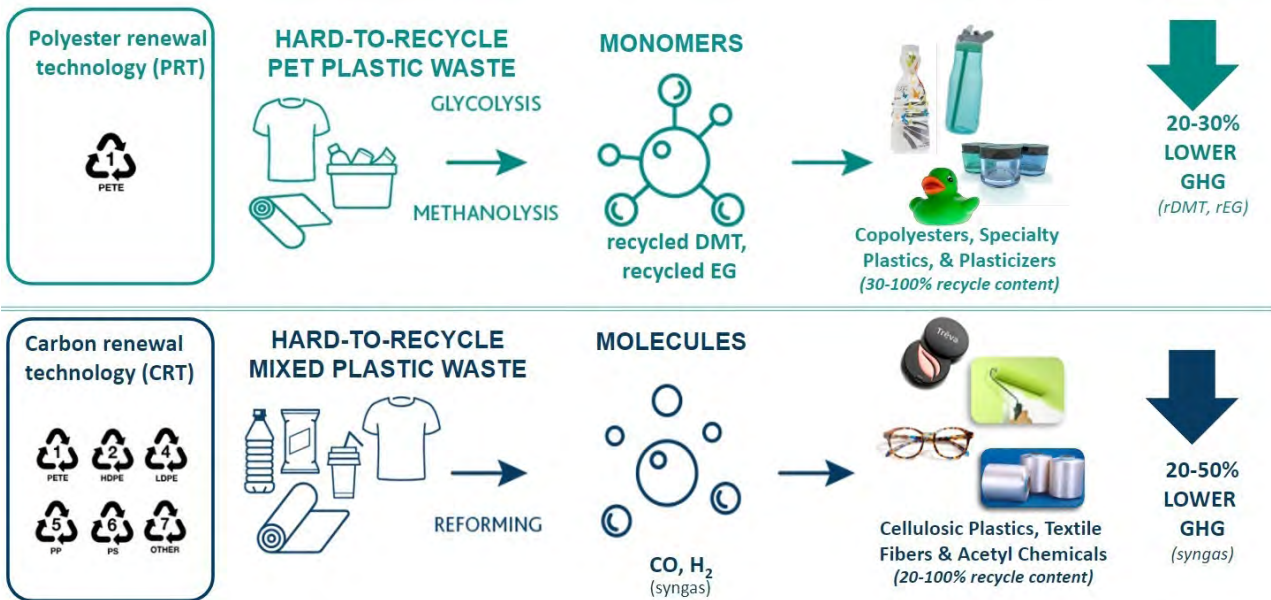


Figure 1. Eastman molecular recycling technologies (Source: Eastman).

manufacturing processes that rely on fossil fuel-based feedstocks.

Eastman’s molecular recycling technologies are not just concepts or future visions; they are a reality now. The company has already recycled thousands of tonnes of waste plastics using CRT and expects to recycle even more in the future. Our first facility using PRT started operations in Kingsport, US, in March 2024 and is ramping up to operate at scale with a capacity to recycle approximately 110 thousand tonnes of polyester waste annually. Eastman recently announced the location of its second recycling site in the US, which will be based in Longview, Texas. The third project and the first one in Europe, was announced in 2022 and would bring PRT technology to recycle hard-to-recycle polyester waste in Port Jerome, Normandy (France).

By recycling plastics that were previously considered non-recyclable, Eastman gives these materials value, keeping them out of landfills.

Recycling in Europe

The recycling rates in Europe provide valuable insights into the current state of plastic recycling. According to Plastics Europe data in Europe (Plastics Europe, 2024) only approximately 26.9% of collected plastic waste is recycled, but only 13.5% is introduced back into products as recycled content, highlighting the need for additional investments in recycling infrastructure and innovative solutions. Mechanical recycling, while important, cannot address the entire waste plastic problem alone. Chemical recycling technologies, such as Eastman’s PRT and CRT, are essential for closing the recycling

A PET/polyester flow map for Europe illustrates low circularity, with only 1.5Mt of 7.7Mt total PET demand from recycled sources, and only PET bottles being recycled at scale

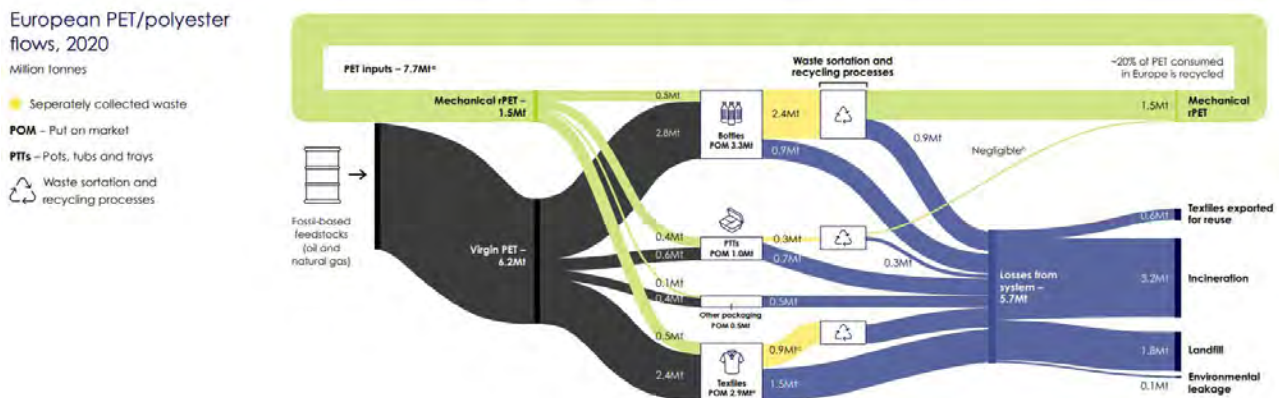


Figure 2. State of PET packaging and polyester textiles recycling in Europe in 2020 (Source: SystemIQ report: Circular PET and Polyester, 2023, <https://www.systemiq.earth/wp-content/uploads/2023/07/Circular-PET-and-Polyester-Full-Report-July-2023.pdf>).

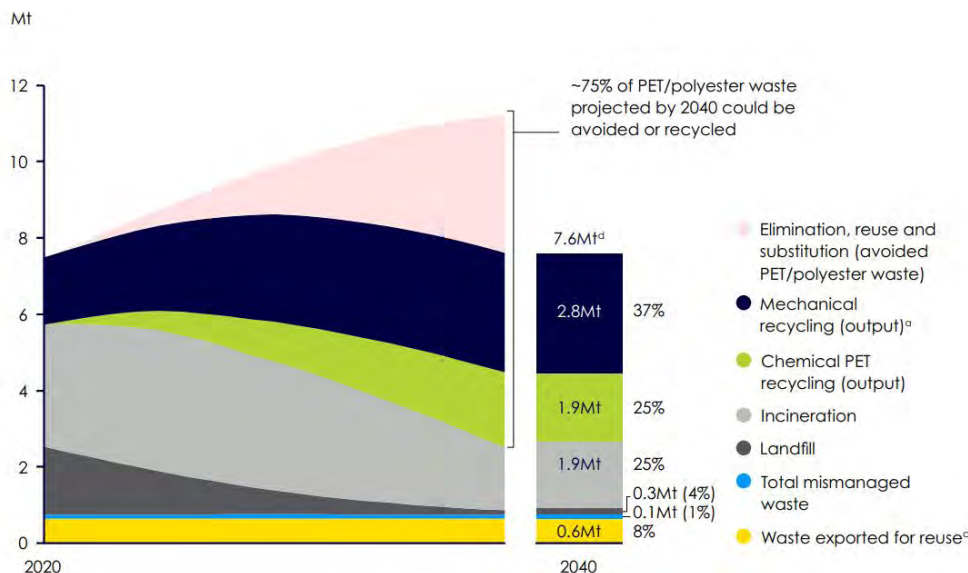


Figure 3. Ambitious circular scenario for PET packaging and polyester textiles (Source: SystemIQ report: Circular PET and Polyester, 2023, <https://www.systemiq.earth/wp-content/uploads/2023/07/Circular-PET-and-Polyester-Full-Report-July-2023.pdf>).

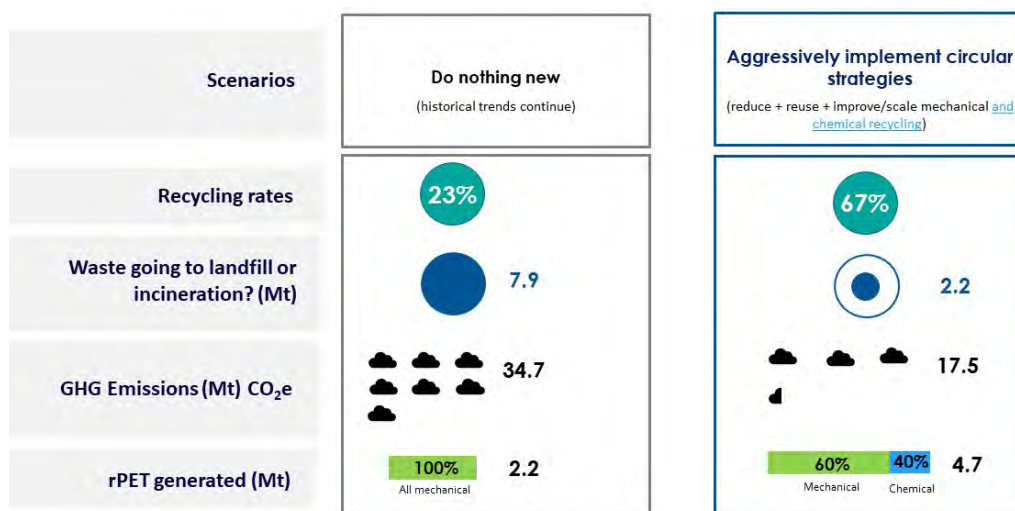


Figure 4. Recycling rates, waste to incineration, GHG emissions in two different scenarios (Source: Eastman, adapted from SystemIQ report: Circular PET and Polyester, 2023, <https://www.systemiq.earth/wp-content/uploads/2023/07/Circular-PET-and-Polyester-Full-Report-July-2023.pdf>).

gap and achieving higher recycling rates while at the same time contributing to lower carbon emissions.

A report published by the European Commission's Joint Research Centre (JRC, 2023) compared the environmental and economic assessments of plastic waste recycling to energy recovery technologies. The study concluded that, from a climate change perspective, recycling (mechanical, physical, or chemical) is preferable to energy recovery (incineration). As the European energy mix becomes cleaner, the gap between recycling and energy recovery will further increase in favor of recycling.

A study by SystemIQ (SystemIQ, 2023) explored the situation with PET and polyesters from a circular system perspective. Today PET and polyester products placed in the European market are not as much recycled as one might expect. Only 23% is circulated back for use in new products, and a majority of these are PET bottles.

The study further explored how the picture might change if all actions to pursue circularity were in use. Overall, by pulling all circularity levers, about 75% of the polyester waste projected could be either avoided or recycled. All recycling technologies are needed to reach the high circularity ambitions. Chemical recycling of polyesters in Europe is practically zero today, but to contribute to the goal, this capacity should increase to the same size as where mechanical recycling is today.

It is worth noting that chemical recycling aims to recycle waste going to incineration and landfills today, not taking share from other technologies. Also, mechanical recycling capacity is still expected to increase capacity up to 50% from what it is today to contribute to the scenario.

It is apparent that no one action is sufficient but that all possible tools at our disposal should be activated today to make a significant difference in decades to come.

Advancing the circular economy

Eastman's molecular recycling technologies are an element driving the transition toward a circular economy for plastic. The company's vision is to produce as close to 100% of plastic from waste as possible, within the limits of technology and the availability of plastic waste feedstocks. By recycling plastics that were previously challenging to recycle, Eastman creates value for materials that have otherwise reached their end of useful life.

Many global brands already rely on Eastman for high-quality, specialty materials, and they can now also rely on Eastman to help them achieve their sustainability and recycling goals. Eastman's technologies revolutionise recycling by expanding the types of plastics and the amounts of plastics that can be recycled. This means there will be more recycled material available for brands to use in their products, further promoting the circular economy.

It is crucial to highlight that chemical recycling not only encourages "Design for Recycling" but also fosters the development of a broader range of packaging and durable applications that are designed with recycling in mind. Chemical and mechanical recycling complement each other by promoting the use of single materials that can be efficiently recycled either mechanically or chemically. This synergy between chemical and mechanical recycling encourages the adoption of sustainable materials and contributes to a more circular economy.

Mass Balance approach and certification

Eastman employs a mass-balance approach to track and allocate recycled content across its product portfolio. This approach ensures that the total amount of recycled material going into Eastman's products is accurately accounted for without adding economic or environmental costs. It allows for the benefit of certified recycled content to be distributed across a range of products, rather than requiring a dedicated manufacturing system for each product.

To provide assurance and transparency, Eastman's materials produced through molecular recycling methods carry ISCC PLUS certification. ISCC (International Sustainability & Carbon Certification) is an independent third-party organisation that certifies products contributing to a circular economy. By choosing Eastman materials with ISCC PLUS certification, customers and brands can be confident that they are choosing products that meet their sustainability goals and contribute to a sustainable recycling future.

Conclusion

The urgency of addressing the plastic waste and climate crises calls for immediate action and collaboration. Eastman's technologies, PRT and CRT, offer a promising complementary solution to the challenges of plastic recycling. By breaking down waste plastics into molecular building blocks and utilizing them to create

new materials, these technologies provide a circular solution that helps with defossilisation, reducing our dependence on virgin fossil feedstocks and minimises our carbon footprint.

However, achieving a sustainable future requires the collective efforts of industry, governments, and consumers. Advocating for policies and regulations that encourage innovation in plastic recycling is crucial. By implementing principles such as material-to-material recycling, transparency, and complementarity with mechanical recycling and other circular levers, we can drive positive change and create a more sustainable and circular economy.

Moving towards a circular, zero-waste society requires changes at a systemic level, with collaboration between various stakeholders. Local and national governments, consumers, waste management companies, waste sorting facilities, mechanical recyclers, packaging and durable brands, chemical and materials industry, and other key players must partner to design and invest in an ecosystem that is ecologically, socially, and economically sustainable. The result should be environmentally positive, while also creating jobs and maintaining a good standard of living.

As we strive for a more circular economy, it is essential not to let the pursuit of perfection hinder progress. Embracing innovative technologies, such as Eastman's decarbonized technologies, and taking the next logical steps forward are crucial in addressing the waste and climate crises. By working together, we can transform the way we recycle plastics and create a sustainable future for generations to come.

Bibliography

PLASTICS EUROPE (2024), "The circular economy for plastics. A European analysis", Brussels, <https://plasticseurope.org/knowledge-hub/the-circular-economy-for-plastics-a-european-analysis-2024/>

GARCIA-GUTIERREZ P., AMADEI A.M., KLENERT D., NESSI S., TONINID., TOSCHES D., ARDENTE F. & SAVEYNH. (2023), "Environmental and economic assessment of plastic waste recycling", Luxembourg, Publications Office of the European Union, <https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC132067>

SISTEMI Q (2023), "Circular PET and Polyester. A circular economy blueprint for packaging and textiles in Europe", <https://www.systemiq.earth/wp-content/uploads/2023/07/Circular-PET-and-Polyester-Full-Report-July-2023.pdf>

NESTE WHITEPAPER (2024), "The complementarity of mechanical and chemical recycling", <https://www.neste.com/files/pdf/7ohic7Pe1v8yecy46b4V7R-2024-Neste-Complementarity-mechanical-chemical-recycling.pdf>

DIRECTORATE-GENERAL FOR COMMUNICATION, EUROPEAN COMMISSION (2021), "European green deal Delivering on our targets", <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/762414e8-ee81-11eb-a71c-01aa75ed71a1/language-en>

La consigne pour recycler les bouteilles plastiques, une solution transitoire vers un monde sans plastique ?

Par Alexis EISENBERG

Directeur pour la France et les pays francophones de Reloop Platform

Le plastique, omniprésent et essentiel à la vie moderne, pose un défi environnemental majeur. En 2024, sa production mondiale dépasse 400 millions de tonnes, dont 40 % pour les emballages. Chaque année, des millions de tonnes de plastique finissent dans les océans, menaçant les écosystèmes et la biodiversité. Les bouteilles plastiques figurent parmi les déchets d'emballages les plus communs lors des nettoyages. L'Europe accélère dans ses ambitions environnementales et la consolidation de son marché intérieur en visant une économie circulaire. Face à cela, la consigne, déjà utilisée dans 16 pays européens, se révèle efficace pour limiter l'abandon des déchets et augmenter la collecte au-delà de 90 %. En France, la consigne mixte – combinant recyclage et réemploi – semble être la solution de transition afin de créer l'effet de bascule des consommateurs vers des alternatives réemployables. Un projet qui pointe la limite du cadre réglementaire de 1992 de la REP emballages quant au périmètre des rôles et responsabilités entre metteurs en marché et collectivités. Un appel à sa modernisation.

Le plastique, c'est fantastique ?

Résistant, flexible, transparent, léger, économique, le plastique est un matériau omniprésent de la vie moderne, en croissance exponentielle depuis les années 1950 et présent aujourd'hui dans quasiment tous les secteurs industriels (emballage, automobile, électroménager, électronique, textile, etc.). Sa production en 2024 atteint plus de 400 millions de tonnes à l'échelle mondiale et le secteur des emballages représente près de 40 % des besoins de production (44 %¹ en Europe, 2021).

Le plastique représente aussi un enjeu mondial. Il a été évalué que chaque année, entre 4,8 et 12,7 millions de tonnes² de plastique sont rejetées dans les océans. La présence de plastiques dans l'environnement représente un enjeu mondial qui impose des solutions efficaces visant à limiter leur production, à éviter leur abandon, et à en assurer la circularité si possible dans des boucles de recyclage dites « fermées », c'est-à-dire permettant de recréer le même usage qu'initialement. Face à la crise plastique, les États membres de

l'Organisation des Nations Unies (ONU) ont adopté en 2022 une résolution visant à lutter contre la pollution plastique. Prévu pour la fin 2024, un comité intergouvernemental négocie actuellement un accord juridiquement contraignant sur l'ensemble du cycle de vie des plastiques.

Les études à travers le monde démontrent que la bouteille plastique (bouteille, bouchon, étiquette), est systématiquement dans les trois premiers items retrouvés lors des nettoyages (plages, cours d'eau, bords des chaussées, etc.). Reconnue par l'OCDE³ et l'UNEP⁴ "A price on their heads: how bottle deposits help beat plastic pollution", la consigne sur les bouteilles plastique est un outil efficace pour lutter contre les déchets abandonnés par l'incitatif économique à conserver et rapporter la bouteille pour déconsignation. L'abandon dans l'environnement est réduit jusqu'à 80 %⁵.

¹ https://plasticseurope.org/fr/wp-content/uploads/sites/2/2023/02/pe-plastics-the-facts_final_digital-1.pdf

² Pollution marine : données, conséquences et nouvelles règles européennes, Thèmes, Parlement européen, <https://www.europarl.europa.eu/topics/fr/article/20181005STO15110/pollution-marine-donnees-consequences-et-nouvelles-regles-europeennes>

³ LAUBINGER F. *et al.* (2022), "Deposit-refund systems and the interplay with additional mandatory extended producer responsibility policies", OECD Environment Working Papers, n°208, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/a80f4b26-en>

⁴ A price on their heads: how bottle deposits help beat plastic pollution, <https://www.unep.org/news-and-stories/story/price-their-heads-how-bottle-deposits-help-beat-plastic-pollution>

⁵ Microsoft Word, DRS Factsheet-Litter, 14 June 2021, <https://www.reloopplatform.org/wp-content/uploads/2023/05/DRS-Factsheet-Litter-long-14June2021.pdf>

L'emballage plastique en France

En France, sur les 107 milliards⁶ d'emballages ménagers tout matériaux confondus mis en marché en 2022, 62 milliards (58 %) sont en plastiques. Les bouteilles en plastique à usage unique représentent 14 milliards d'unités vendues, soit 23 % des emballages plastiques et 13 % sur le total des emballages ménagers. Le poids des bouteilles plastique est d'environ 350 000 tonnes sur les 1,2 million de tonnes des emballages en plastique (29 %), ou 6 % des 5,5 millions de tonnes du total des emballages ménagers.

Le taux de recyclage des plastiques en France est de 24,5 %. Celui des bouteilles plastique de 60 %⁸ en 2022, conférant à la France le statut de « mauvais élève » en Europe sur les bouteilles plastiques ainsi que sur l'ensemble des plastiques, sans progression notable depuis 15 ans selon les données européennes d'Eurostat⁹.

Impact économique de la performance française

Mise en place au 1^{er} janvier 2021 par l'Union européenne, la « Taxe plastique » implique un versement au budget européen de 80 centimes par kilogramme (soit 800 €/tonne) pour chaque kilogramme d'emballage en plastique mis sur le marché qui ne serait pas recyclé par l'État membre. La faible performance de la France en fait en 2023 le premier contributeur en Europe, soit 1,5 milliard d'euros. Depuis la mise en place de la « Taxe plastique », la France a déboursé 4 milliards d'euros en pénalités.

Une deuxième perte économique est la perte matière. Concernant les bouteilles plastique, il s'agit de 140 000 tonnes de PET, soit plus de 5,6 milliards de bouteilles qui sont enfouies, incinérées et perdues dans l'environnement, une perte matière PET en 2023 évaluée à 105 millions d'euros (750 euros/tonnes). Depuis les premières discussions en 2018 sur la mise en place de la consigne en France, cette perte représente plus de 500 millions d'euros.

Rapide évolution du contexte réglementaire européen

Le nouveau contexte réglementaire européen entre 2019 et 2024 et l'ambition d'une économie circulaire

en Europe accélèrent les besoins industriels autour des ressources dites « secondaires ». La performance des outils de gestion des déchets, la décarbonation des filières industrielles, la réduction des besoins en matières vierges, le réemploi, l'intégration de contenu recyclé, la qualité des matériaux triés et aptes au grade alimentaire, et les perceptions des consommateurs vis-à-vis des engagements corporatifs en responsabilité sociale des entreprises (RSE) sont désormais des enjeux économiques et stratégiques.

La directive sur les Plastiques à usage unique (SUPD¹⁰), adoptée en 2019, a notamment ciblé les bouteilles plastique afin de répondre efficacement à l'enjeu des déchets abandonnés tout en visant leur recyclage en boucle fermée. La directive établit un objectif de collecte séparée de 90 % d'ici à 2029, ainsi qu'un objectif provisoire de 77 % d'ici à 2025. Ces bouteilles doivent contenir au moins 25 % de plastiques recyclés d'ici à 2025 et 30 % d'ici à 2030.

Afin de renforcer les ambitions environnementales et son marché intérieur, le projet de réglementation sur les emballages et les déchets d'emballages (PPWR), voté par le Parlement européen en avril 2024, renforce cette orientation en fixant des objectifs ambitieux de réemploi et de recyclage des emballages de boissons. Les États membres sont notamment tenus de mettre en place un système de consigne si un objectif de collecte de 90 % pour les canettes en métal et les bouteilles en plastique n'est pas atteint d'ici 2029.

Des exemptions peuvent être accordées à un État membre ayant atteint un taux de collecte de 80 % d'ici 2026. Concernant le réemploi, la PPWR vise un objectif de mise en marché de 10 % en 2030 et de 40 % en 2040 sur les boissons alcoolisées et non alcoolisées, excluant les produits plus périssables (lait, vins aromatisés, similaires aux vins, et les spiritueux).

En Europe, 16 pays ont mis en place la consigne sur les bouteilles en plastique et atteignent un taux de collecte supérieur ou égal à 90 %. Ce taux atteignable en moins de 3 ans permettrait à la France de revenir sur la trajectoire de recyclage et de réemploi si celles-ci étaient déployée en 2026. Populaire auprès des consommateurs pour leur mise en place, leur maintien et leur élargissement, soit plus de 8 personnes sur 10¹¹ en Europe et 92 %¹² en France selon Ipsos, 24 pays en Europe auront une consigne sur les bouteilles plastiques et les canettes d'ici 2027.

⁶ Les chiffres du recyclage en France, CITEO, <https://www.citeo.com/le-mag/les-chiffres-du-recyclage-en-france>

⁷ Plastique: peut-on s'en passer? Ademe Infos, <https://infos.ademe.fr/magazine-juillet-aout-2022/faits-et-chiffres/plastique-peut-on-s-en-passer/>

⁸ Évaluation du taux de collecte des bouteilles en plastique de boisson pour 2021 et 2022 - La librairie Ademe, <https://librairie.ademe.fr/dechets-economie-circulaire/6358-evaluation-du-taux-de-collecte-des-bouteilles-en-plastique-de-boisson-pour-2021-et-2022.html>

⁹ Statistics, Eurostat, <https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/ten00063/default/bar?lang=fr>

¹⁰ Plastiques à usage unique, Lutter contre l'impact sur l'environnement, EUR-Lex, <https://eur-lex.europa.eu/FR/legal-content/summary/single-use-plastics-fighting-the-impact-on-the-environment.html>

¹¹ <https://www.reloopplatform.org/wp-content/uploads/2023/05/fact-sheet-public-support-for-drs.pdf>

¹² Les Français et la consigne des emballages de boissons, Ipsos, <https://www.ipsos.com/fr-fr/les-francais-et-la-consigne-des-emballages-de-boissons>



Figure 1 : Schéma du concept de la consigne mixte (Source : Reloop Platform, 2022).

Le cadre français porte une vision ambitieuse, mais peine à être appliqué

Dans le cadre législatif français, la loi anti-gaspillage pour une économie circulaire (AGEC) adoptée en février 2020 vise la fin de la mise en marché des emballages en plastiques à usage unique à l'horizon 2040. Concernant les bouteilles plastique, la loi vise un objectif unique en Europe de réduction de 50 % de mise en marché par rapport à 2018 d'ici 2030, soit plus de 6 milliards de bouteilles. Cette réduction impliquera des transferts vers d'autres matériaux à usage unique (canettes d'aluminium, briques en carton multicouches, verre perdu, autres matériaux) ainsi que vers des solutions de réemploi (verre, plastique, grand format). La loi AGEC vise un minimum de 5 % de réemploi en 2023 et 10 % en 2027 pour les emballages primaires, secondaires et tertiaires.

Malgré les ambitions réglementaires, les objectifs et trajectoires de réemploi et de recyclage sont loin d'être atteints. Moins de 3 % des bouteilles sont réemployées et le sont en quasi-totalité dans le secteur de la restauration. Le taux de collecte des bouteilles en plastique pour recyclage est de seulement 60,3 % en 2022, en recul de 1 % par rapport à 2021. Selon l'Ademe¹³, le nombre de bouteilles plastique mise sur le marché a plutôt tendance à croître qu'à décroître (+ 4 % entre 2021 et 2022). La France est donc de plus en plus loin des trajectoires environnementales attendues sur les bouteilles plastiques et elle ne pourra pas revenir sans

un sursaut majeur vers les objectifs de la loi AGEC, de la SUPD et de la PPWR.

Face à ces constats, une solution connue est envisagée afin de permettre le sursaut nécessaire à la collecte et à la réduction des bouteilles plastiques à usage unique tout en permettant la croissance du réemploi à l'échelle nationale, la consigne dite « mixte » pour recyclage et réemploi. Celle-ci s'inscrit dans la perspective d'une trajectoire 3R (réduire, réemployer, recycler) pour le secteur des boissons.

La consigne mixte : outil de transition au réemploi et à la réduction des bouteilles plastiques à usage unique

La consigne mixte, combinant bouteilles plastiques à usage unique, canettes ainsi que les bouteilles réemployables en verre et en plastique, apparaît comme l'approche la plus pragmatique et efficace, notamment avec un démarrage concomitant dans la mise en place de l'infrastructure nationale de la consigne (voir Figure 1).

En 2024, une étude de Ernst & Young¹⁴ a évalué l'opportunité et la faisabilité du déploiement de la consigne mixte en France. Les résultats démontrent que celle-ci :

- augmente la probabilité d'atteindre les objectifs réglementaires énoncés dans la loi AGEC, la SUPD et le PPWR ;

¹³ Réduction, réemploi et recyclage des emballages ménagers : l'Ademe présente 8 nouvelles études, Ademe Presse, <https://presse.ademe.fr/2023/06/reduction-reemploi-et-recyclage-des-emballages-menagers-lademe-presente-8-nouvelles-etudes.html>

¹⁴ Reloop, Consigne mixte – Rapport final, <https://www.reloopplatform.org/wp-content/uploads/2024/05/Reloop-Consigne-mixte-en-France.pdf>

- est l'option la plus efficace pour accélérer le déploiement de contenants de boissons réemployables ;
- mutualise les coûts et optimise les investissements grâce à un réseau de récupération et de logistique commun à l'échelle nationale ;
- est économiquement plus efficace, avec des économies estimées à 169 millions d'euros par an ;
- est parmi les mieux comprises par les consommateurs sur un spectre large de marques et de produits, conduisant à une plus grande participation et adhésion au système ;
- limite les effets de marché entre les producteurs mettant en marché des emballages consignés pour réemploi et d'autres qui ne le seraient pas pour recyclage.

Bien que 100 % remboursable, si la consigne vise uniquement les emballages réemployables de boissons, le consommateur percevra une contrainte supplémentaire en défaveur du réemploi dans son geste d'achat et de retour. Une bouteille à usage unique non consignée serait alors commercialement avantagée. Le prix et l'expérience consommateur sont deux facteurs cruciaux d'achat en grande distribution. La consigne mixte supprime ces désavantages en favorisant un geste commun. Elle facilite et accélère la transition vers des alternatives réemployables.

Ce constat fait partie des enseignements d'autres pays européens, comme l'Allemagne¹⁵ dont la mise en place de la consigne pour recyclage en 2003 a permis d'éviter l'effondrement du réemploi tout en maintenant le système le plus important au monde (43 % de réemploi) et en atteignant un taux de collecte des bouteilles plastique pour recyclage de 98 %.

En conclusion

À la question sur le potentiel de la consigne pour recyclage des bouteilles plastiques comme une solution transitoire vers un monde sans plastique, nous répondons favorablement en considérant l'outil consigne comme étant un des moyens à mettre en place. Cela étant, la condition est un modèle de consigne dite « mixte », c'est-à-dire en combinant la collecte des emballages de boisson pour recyclage et réemploi à l'échelle nationale. Cette combinaison permet ainsi de partir de l'existant à usage unique tout en accompagnant les consommateurs *via* une offre alternative réemployable, compétitive et nationale en termes de parcours de consommation.

L'Europe est passée en cinq ans d'une approche visant à la gestion des déchets à celle d'une ambition d'une économie circulaire et décarbonée. La consigne mixte se présente pour le secteur des boissons comme un outil essentiel pour atteindre les objectifs et la trajectoire visée par la Commission européenne (SUPD, PPWR).

La France doit désormais sortir de l'inertie et être au rendez-vous en proposant un modèle inspirant de REP emballages performantes et multi-outils, combinant les forces et les faiblesses de la consigne et de la collecte sélective tout en visant la réduction, le réemploi et le recyclage de tous les plastiques. Le périmètre des rôles et responsabilités de la REP française de 1992 est à revoir pour enclencher le passage vers l'économie circulaire des plastiques.

¹⁵ Étude Pwc (2011), "Reuse and recycling systems for selected beverage packaging from a sustainability perspective", https://www.retorna.org/mm/file/PwC-Study_reading_version.pdf

Le tri des déchets plastiques pour recyclage - Historique et perspectives

Par Antoine BOURÉLY

Directeur scientifique, Pellenc ST

Depuis 30 ans, la mise en place des politiques de gestion des déchets en Europe a stimulé le développement du tri optique qui a permis l'industrialisation de la filière. Nous avons été pionniers en France avec les premiers robots de tri en 1994, puis les trieurs optiques à buses. La spectroscopie NIR est la principale technologie de reconnaissance en temps réel des matières, et nos machines trient couramment jusqu'à 10 tonnes à l'heure d'emballages.

Le recyclage iso-fonction des plastiques s'est développé en parallèle, mais pour les flux les plus faciles, notamment les bouteilles de boisson transparentes. Dans les années 2010, des ONGs ont alerté sur la pollution plastique, et sur le fait que le but final était loin d'être atteint : les taux de réincorporation de recyclés dans les plastiques mis sur le marché restent inférieurs à 10 %.

Les nouveaux enjeux sont de développer des solutions circulaires pour tous les flux plastiques. Pour cela, nous développons de nouvelles technologies apportant des informations autres que la matière : usage alimentaire, type d'encres, etc.

Les principales sont l'intelligence artificielle et les marqueurs, qui viennent compléter les informations NIR. On espère ainsi relever le défi de taux de réincorporation de 55 % et plus, autrement dit une vraie économie circulaire.

Un historique de 30 ans

Création d'Eco-Emballages

En 1992, juste un an après l'Allemagne, la France adopte une législation visant à « la fin des décharges en 2002 », sous l'impulsion du ministre de l'Environnement, Brice Lalonde. Le premier organisme de responsabilité élargie du producteur (REP), Eco-Emballages (aujourd'hui CITEO), est créé, et les collectes sélectives sont mises en place.

La première usine de recyclage suit, à savoir SOREPLA Industrie, et se consacre au PVC, principal polymère d'emballage à cette date. Le tri, entièrement manuel, apparaît vite comme un goulot d'étranglement. Même si certains acteurs y voient un moyen de créer des emplois, la productivité du tri manuel est un frein évident.

Robotisation du tri

Pellenc SA décide alors d'adapter sa technologie de robotique, développée pour la cueillette des fruits, au tri des déchets. Un projet est mis en place avec la société Suez, et il aboutit à la présentation au salon Pollutec 1994 d'un robot, déjà capable de trier les emballages en 4 catégories.

Ce robot utilise deux technologies clés : la vision couleur industrielle, adaptée de celle développée pour les fruits, mais aussi un spectromètre proche infrarouge (NIR en

anglais), pour la première fois capable de distinguer des plastiques entre eux. Acheté à une *start-up* suisse, il se révèle performant, mais rigide et peu adaptable.

Présentation de Pellenc ST

Pellenc ST est passée de 7 personnes en 2001 à 260 personnes, pour un chiffre d'affaires de 86 M€ en 2023. Nous produisons environ 300 machines par an, et le parc en fonctionnement est de plus de 2 500 machines dans le monde. 70 % du chiffre d'affaires est réalisé à l'export.

Les technologies de tri commercialisées sont les spectroscopies NIR, MIR et VIS (Proche Infra-Rouge, Moyen Infra-Rouge, et Visible), l'Induction, la transmission RX double énergie.

Depuis 2020, est conduit un vaste projet appelé Future Matters, destiné à cerner les nouveaux enjeux de tri, notamment pour la circularité des plastiques. Les technologies en cours de déploiement dans ce but sont l'intelligence artificielle et les marqueurs.

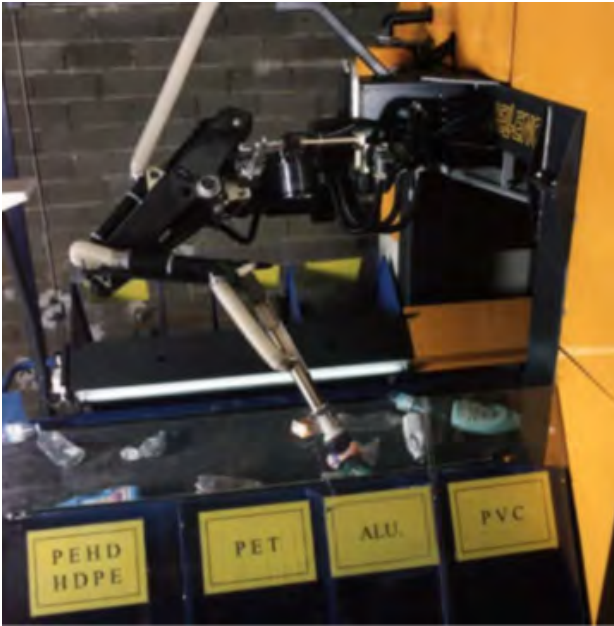


Figure 1 : Robot de tri PLANECO (Source : Pellenc SA).

Le groupe Suez ayant décidé en 1996 de se retirer du marché naissant de la construction d'équipements de tri, Pellenc SA continue seul la R&D, et décide de développer ses propres spectromètres NIR.

Les travaux aboutissent fin 1998 à la vente d'une paire de robots pour l'épuration finale dans la toute nouvelle ligne de recyclage PET de l'usine SOREPLA.

Ces robots y retirent environ 2 % de contaminants dans les 2 000 kg/h passant sur la ligne.

Le fonctionnement en 3 x 8 dans une usine où règnent chaleur, humidité, et forte teneur en soude nous familiarise avec les contraintes de robustesse industrielle.

Les trieurs optiques à buses

Même avec sa cadence de 2 000 objets/h, il est apparu rapidement que le bras PLANECO ne pouvait pas être rentabilisé si on devait manipuler une proportion importante des déchets.



Figure 2 : Machine TVB à buses d'éjection (Source : Pellenc SA).

Une première évolution a consisté à profiter de la caméra couleur, mais dans une machine à buses d'éjection. C'est ainsi qu'est née la TVB (Tri Visuel à Buses), installée en septembre 2000 chez Suez à Limeil-Brevannes. Elle y a trié les PET clairs vis-à-vis

des PET colorés et des autres plastiques, opaques, et ce pendant 18 ans...

La TVB réalisait un tri matière uniquement sur la base de critères visuels, tout à fait comme les postes de contrôle qualité pilotés par intelligence artificielle de nos jours. Nous avons eu la chance que le PVC, encore fortement présent en 1997, ait disparu des emballages entre temps, car nous l'aurions confondu avec le PET !

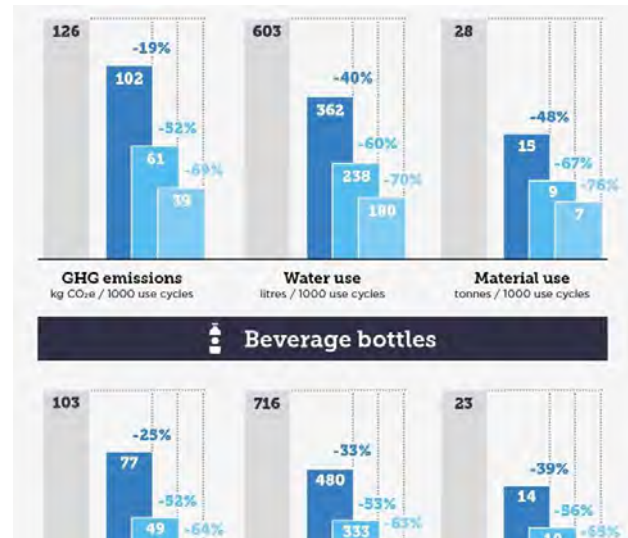


Figure 3 : Machine MISTRAL : spectroscopie NIR (Source : Pellenc ST).

Conscients de cette limitation, nous avons remis le couvert avec la conception d'une machine de spectroscopie NIR, mais capable d'analyser la matière de chaque cm² d'un tapis en temps réel : c'est la Mistral, sortie en avril 2001. Son succès immédiat a permis la création simultanée de Pellenc ST, société indépendante de Pellenc SA. 11 machines ont été vendues dès l'exercice 2001, puis 20 en 2002, et 30 en 2003...

La spectroscopie NIR : un outsider devenu central

Dès 1999, nous avons appris que la société norvégienne Titech proposait une machine NIR à buses. Elle était capable de traiter 5 000 spectres à la seconde, soit 100 fois plus que notre spectromètre pour PLANECO. Sans connaître leur solution, nous avons imaginé la nôtre, et elle s'est révélée capable de tenir 25 000 spectres/s, puis 100 000 spectres/s dès 2006. Une progression similaire a eu lieu chez nos concurrents.

La spectroscopie NIR est devenue la technologie dominante du tri optique. Elle a supplanté sa concurrente, la spectroscopie MIR (moyen infrarouge).

Les deux spectroscopies fonctionnent sur le même principe : des photons sont absorbés si leur énergie coïncide exactement avec l'énergie de vibration d'un groupement fonctionnel de la molécule, notamment C-H. Or, cette énergie est légèrement différente d'un polymère à l'autre, et chaque polymère a ainsi sa carte d'identité :

- En MIR, les absorptions sont fortes et nettes : chaque matériau est caractérisé par une liste de pics bien

séparés, qu'on peut lister dans une spectrothèque. Mais le signal pénètre peu et la moindre saleté perturbe la mesure.

- En NIR, elles sont faibles, et les pics sont mous et mélangés. Cela impose des algorithmes complexes pour les séparer. C'est le domaine d'une discipline à part entière, la chimiométrie. En contrepartie, le signal pénètre bien la matière (jusqu'à 1 mm), et on est peu sensible à la saleté. Le NIR fonctionne aussi sur les cellulosiques et les autres matériaux organiques : papiers/cartons, bois, textiles, déchets verts.

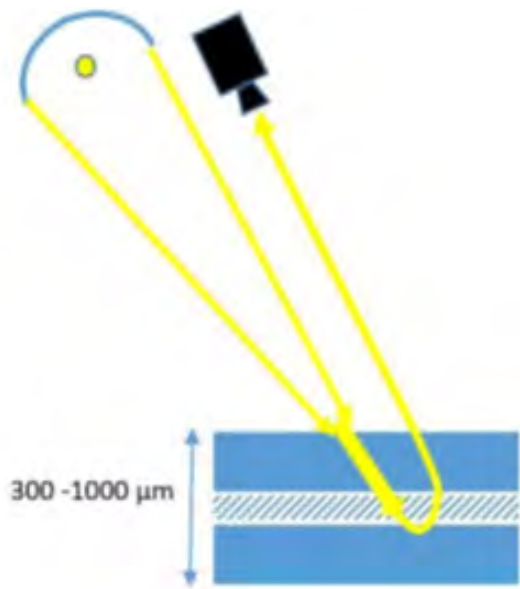


Figure 4 : Spectroscopie NIR (Source : Pellenc ST).

On comprend bien pourquoi le NIR s'est imposé dans le tri temps réel industriel, quand le MIR reste privilégié par les laboratoires.

Le décollage du tri optique : 2001-2013

Créée en avril 2001 avec 7 personnes, Pellenc ST s'est développée rapidement, en même temps qu'une dizaine de concurrents au niveau mondial. Les machines partagent des architectures similaires : les largeurs de tapis



Figure 5 : Usine de recyclage PET, 2002 (Source : Pellenc ST).

s'étagent de 800 mm à 2 800 mm, et les débits entrants de 2 à 10 t/h. Les tapis de tri tournent à 3 m/s, voire plus récemment à 4,5 m/s. Notre production actuelle est d'environ 300 machines par an.

Le premier marché, au début des années 2000, a été celui du recyclage "bottle to bottle" du PET. L'enjeu numéro un était d'éviter les contaminations par du PVC résiduel. Les spécifications étaient de 20 à 50 ppm de PVC, à comparer à 500 ppm dans l'industrie textile (polyester), qui était l'exutoire précédent. On y parvenait par deux ou trois machines en série, chacune éliminant environ 90 % du PVC entrant.

Très vite, les centres de tri ont commencé à s'automatiser, et nous y avons vendu les machines par groupes de 2, 3, 5, et aujourd'hui 20 machines. Elles ne se limitent pas aux plastiques, mais trient aussi les papiers/cartons, voire les bois, les déchets d'activité économique, les textiles...



Figure 6 : Centre de tri, 2019 (Source : Pellenc ST).

Le défi de la circularité

À partir de 2013, la pollution plastique est apparue sur la scène médiatique.

Le rapport de la fondation Ellen Mc Arthur annonçait une tendance vers autant de plastiques que de poissons dans les océans en 2050. Il a eu un impact majeur.

Par ailleurs, avec un tiers de nos ventes dans les centres de recyclage, le recyclage nous semblait une évidence. En 2015, on annonçait qu'en Europe, 26 % des plastiques étaient collectés pour recyclage. Quelle ne fut pas notre surprise quand nous avons découvert que la production de plastiques incorporait 4 % seulement de plastiques recyclés !

On était très loin du compte, à commencer par une collecte insuffisante. Les seuls plastiques très bien collectés (plus de 90 %) étaient les bouteilles de boisson en PET dans les pays où la consigne existe. Cette solution est performante, mais très chère. Dans plusieurs pays d'Europe, dont la France, on a introduit l'extension des consignes de tri, pour collecter sélectivement tous les plastiques. Ce mouvement a abouti au doublement en 7 ans de la capacité des centres de tri.

En 2018, la Chine a interdit l'importation de déchets, non (ou mal) triés. La moitié des 26 % de plastiques « recyclés » ont dû alors rester en Europe et y trouver des débouchés. Les capacités de recyclage ont alors fortement augmenté.

Le rapport d'Ellenc Mc Arthur a été très efficace pour sensibiliser l'opinion, et faire adopter par la Commission européenne la directive SUP sur les plastiques à usage unique en 2019, complétée en 2024 par la PPWR (Packaging and Packaging Waste Regulation).

L'Europe a enfin compris que le bon critère est le taux de réincorporation, qui est la vraie mesure de la circularité. Un plastique doit être recyclé, et non recyclable. Il vaudrait 8 à 14 % pour l'ensemble des plastiques en Europe (selon les sources), et monte à 24 % pour le PET.

Les technologies émergentes

Pour assurer la circularité, on a besoin de plus d'informations que la matière, par exemple : l'usage (alimentaire, cosmétique, détergent, autre), le grade du polymère et notamment sa viscosité (MFI), le type d'impression (en surface ou au revers)...

Des technologies émergent depuis 2018 pour répondre à ces nouveaux besoins.

L'Intelligence artificielle

L'intelligence artificielle (IA) passe régulièrement par des cycles de déprime et d'enthousiasme. Un cycle haut a commencé vers 2015, grâce à l'arrivée des réseaux de neurones profonds. La reconnaissance d'objets défilant sur un tapis avec une caméra et un logiciel d'IA a alors semblé suffisamment puissante à certains acteurs pour concurrencer le NIR. L'idée est de procéder comme un opérateur manuel : « je sais que cette bouteille est en PEHD parce que c'est une bouteille de lait de la marque Untel ». On économise ainsi un composant cher, le spectromètre.



Figure 7 : Tri du PET (Source : Pellenc ST).

Les grands acteurs du tri optique, dont Pellenc ST, ont choisi de déployer l'IA comme outil en complément du NIR, et non comme concurrent. Le coût est forcément supérieur, mais la performance ne peut que s'améliorer, et non se dégrader.

Nous déployons l'IA selon deux axes :

- comme surcouche de la spectroscopie, pour améliorer la chimiométrie ; le coût est alors seulement logiciel. Nous avons démontré une valeur ajoutée claire dans le tri des papiers-cartons ;
- dans un traitement d'images par caméra, couplé à l'image chimique donnant la matière de chaque point d'un objet. Cette information plus riche nous permet d'être efficaces avec des bases de données contenant beaucoup moins d'objets, et plus stables que si on prenait des millions d'images à stocker sur le *web*. Enfin, la gouvernance des données est maîtrisée.

Enfin, nous ne demandons pas l'impossible. La règle est qu'un opérateur humain soit capable de reconnaître un objet ; sinon, nous ne le demandons pas à la machine :

- par exemple, la machine peut distinguer opaque / transparent, bouteille / barquette, et peut-être détergent / jus de fruit, *via* la forme (présence d'une anse ou non) ;
- par contre, distinguer l'un de l'autre deux sacs de *chips* rectangulaires, de la même marque, même couleur et de même taille, nous semble irréaliste. Cela impliquerait de reconnaître les références commerciales (Store Keeping Units ou SKU) une par une. Il y aurait alors des centaines de classes à reconnaître, rien que pour les sacs de *chips*, alors que les applications connues de l'IA connaissent moins d'une centaine de classes pour tous les emballages.



Figure 8 : Difficulté de différenciation d'emballages (Source : Pellenc ST).

Les marqueurs

L'idée est simple : quand on ne sait pas détecter une caractéristique d'un objet, on écrit l'information dans cet objet. De multiples supports ont été expérimentés depuis 25 ans.

Les plus connus sont les traceurs chimiques. Leur présence ou absence peut coder une information, avec un bit par marqueur. Un système à 4 traceurs permet alors de coder $2^4 - 1 = 15$ cas différents. Inconvénients : le nombre de combinaisons est limité, et il faut trouver un moyen d'éliminer les traceurs lors du recyclage.

Une alternative est d'utiliser les filigranes numériques (*digital watermarks*). Aucune encre n'est ajoutée au

produit, mais les motifs imprimés sont légèrement modifiés pour contenir une information, pas ou peu visible par l'utilisateur. Sur un produit transparent non imprimé, le codage peut se baser sur des microreliefs imprimés par un moule. Le codage est très riche, au moins autant qu'un code barre (42 bits). On peut alors reconnaître par son nom tout produit mis sur le marché.



Figure 9 : *Filigranes numériques*
(Source : Procter & Gamble).

Le projet Holy Grail 2.0, impliquant toutes les grandes marques de l'agro-alimentaire et des cosmétiques, a démontré la performance technique d'un tel système.

Même sur des déchets sales en centre de tri industriel, on reconnaît en temps réel plus de 90 % des produits.

On résout alors le problème de nos deux sacs de *chips*, s'ils ont une différence de composition indétectable en NIR. On trouve d'abord qui ils sont, et on charge à partir d'une base de données centrale leur fiche technique donnant tous les détails souhaitables. On peut alors augmenter la granularité du tri, en tenant compte de critères autres que la matière seule.

De plus, on accède à la traçabilité. On peut savoir combien de sacs de *chips* de telle marque et modèle sont passés sur ce centre de tri chaque jour. Ce genre d'information est très utile aux marques pour ajuster leur politique commerciale, et aux organismes de REP.

Ce tableau idyllique doit toutefois être nuancé : la solution est loin d'être gratuite : des caméras haute résolution et des logiciels gourmands sont nécessaires. De plus, la société faisant le codage et le logiciel de lecture facture une licence d'utilisation, qui a paru jusqu'à présent trop chère aux clients potentiels (les grandes marques).

À terme, seule une solution ouverte à la concurrence, et normalisée par un organisme indépendant pourra réussir. Nous travaillons pour cela avec GS1, qui a réussi un tour de force comparable avec le système international des codes-barres.

Une spectroscopie toujours plus fine

Avec les outils très puissants mentionnés plus haut, y a-t-il encore lieu de perfectionner la spectroscopie ? Nous pensons que oui, d'abord parce que nous le

faisons depuis 25 ans, avec des diagnostics de plus en plus fins. Des différences de composition de 1 % sont souvent détectables, et les outils, tant physiques que mathématiques, continuent de progresser.

De plus, il y a un avantage de principe. L'information fournie sur la composition est factuelle, contrairement aux alternatives :

- l'IA est probabiliste : elle déduit la composition par l'aspect de l'objet, avec un risque d'erreur ;
- les marqueurs sont déclaratifs : il y a toujours un risque de fraude ou d'erreur de codage.

Les nouveaux besoins de la circularité nous ont fourni la liste de tous les critères utiles et non accessibles à la spectroscopie... à ce jour !

À nous de voir lesquels pourront être détectés directement en affinant nos outils...

La nouvelle frontière : les plastiques techniques

La discussion précédente porte sur les emballages, soit 40 % des plastiques. Le cas des plastiques techniques dans les produits électroniques (DEEE) ou dans les automobiles (VHU) est plus complexe :

- Ils sont durables, avec des propriétés mécaniques élevées, et ce sont donc des polymères haut de gamme (ABS, PC, PMMA...). Leur recyclage est d'autant plus justifié.
- Il s'agit de déchets historiques, construits il y a plusieurs années, et contenant potentiellement des produits devenus interdits (retardateurs de flamme bromés...).
- Ils sont triés après broyage, qui a toujours lieu avant pour récupérer la fraction majoritaire, à savoir les métaux. Il n'est donc plus question de s'appuyer sur une détection de forme, et bien sûr impossible d'envisager des marqueurs, qui auraient dû être prévus dès la fabrication.
- Enfin, ils sont souvent noirs, et donc indétectables en NIR.



Figure 10 : Les plastiques techniques
(Source : Pellenc ST).

Ces défis expliquent pourquoi malgré 25 ans de R&D, les solutions sont encore au stade pilote. Des solutions en spectroscopie MIR ou en spectroscopie Raman, couplées à des rayons X, ont été développées, mais de gros progrès sont encore nécessaires pour faire décoller les taux de recyclage. Nous nous y employons.

Conclusion et perspectives

Le tri optique industriel a 25 ans, et le recyclage iso-fonction aussi. Pourtant, le monde produisait 250 Mt de plastiques en 2001, on a dépassé 400 Mt aujourd'hui, et on continue de croître. Pour sauver le climat, il est clair qu'il faut inverser la tendance, même si, faute d'alternatives pour de nombreux usages, la fin des plastiques n'est pas pour demain.

Les priorités sont claires :

- réduire, *via* l'éco-conception : nous conseillons les metteurs en marché, et constatons des simplifications majeures : on voit disparaître une à une les conceptions multi-matériaux non recyclables ;

- réutiliser, quand c'est possible : on peut espérer 15 à 20 % d'économies par des circuits courts ;
- recycler, en privilégiant la circularité : si on atteint les objectifs européens de 55 % de réincorporation moyenne, comme a su le faire l'industrie du papier-carton, la perception des plastiques sera profondément différente. Nous y sommes presque dans le cas le plus facile, les bouteilles de boisson, et en Europe du Nord : il nous reste 20 ans pour généraliser...

Plastiques biosourcés, perspectives et limites

Par Roland MARION

Directeur de l'économie circulaire à l'Ademe

Les plastiques biosourcés, fabriqués à partir de biomasse renouvelable (maïs, blé...), émergent actuellement dans un monde de plastiques « fossiles » – pétrosourcés – aux réserves limitées et aux importants impacts sur l'environnement. Cependant, la production à grande échelle de ces bioplastiques nécessiterait une énorme quantité de biomasse, soulevant des questions sur la concurrence avec les besoins alimentaires. Les plastiques biosourcés émettent moins de gaz à effet de serre, mais leur biodégradabilité et compostabilité sont souvent surestimées. Le recyclage des plastiques biosourcés reste peu développé, avec des défis industriels et organisationnels à surmonter. Malgré ces difficultés et en raison de leur moindre impact environnemental, la filière des plastiques biosourcés a un avenir. Celui-ci ne doit pas masquer le fait que des efforts doivent être faits avant tout pour réduire notre dépendance aux plastiques en général.

Le plastique biosourcé est d'abord... du plastique. Une question que nous devrions nous poser avant d'essayer d'en décrire les avantages et inconvénients (par rapport au plastique pétrosourcé !) est de savoir si un substitut au plastique fossile est vraiment nécessaire. Le pétrole est encore exploité en grande quantité et ses réserves sont énormes (un peu plus de 1 500 milliards de barils de réserves connues, soit 200 milliards de tonnes, disons l'équivalent de 40 milliards d'éléphants de taille et corpulence moyenne). Tout ça ne deviendra pas du plastique, mais une bonne partie de ce gisement théorique pourrait en effet le devenir. Par ailleurs, rien de ce qui nous entoure n'existerait sans plastique (sauf là où nous avons décidé de ne pas mettre les pieds, les quelques endroits encore complètement naturels ou nous pourrions croiser des éléphants par exemple). Même ma table en bois pur bois, mon jardin fleuri ou ma rivière préférée ont, un jour ou l'autre, été rendus possibles dans leur état actuel parce que le plastique existe. Dans les outils du bûcheron ou dans ses chaussures, dans le manche de mon sécateur, dans les ouvrages humains que tôt ou tard l'eau qui s'écoule finira par rencontrer.

Bref, le plastique est utile (en fait rigoureusement nécessaire dans nos organisations actuelles), nous avons encore beaucoup de pétrole, tout va bien.

Oui mais ?

Oui mais on ne sait pas très bien comment, ni pourquoi, ni avec quelles conséquences, en particulier sanitaires, nous retrouvons du plastique dans les végétaux, dans les animaux, dans les sols, les eaux, dans notre sang et celui de nos enfants. Bref on ne sait pas très bien ce que va devenir la vie au sens propre désormais que nous sommes tous (et le « nous » désigne l'ensemble de la biosphère) des colporteurs de plastiques, sous sa forme dégradée et souvent inframillimétrique.

Oui mais la production massive et industrielle de plastique émet, à chaque étape de sa production mais aussi lors de son incinération, des quantités massives de gaz à effet de serre.

Oui mais, dans le fond, la vie ne s'accommode pas du plastique lorsqu'il finit dans la gorge des mammifères marins, dans le museau d'une tortue, sur les berges des rivières d'où il finit généralement jusqu'aux océans.

Le sujet du plastique biosourcé est donc, d'abord, celui du plastique. Le même service rendu par un plastique biosourcé peut-il, par la seule nature de son origine, répondre aux inconvénients premiers du plastique lui-même ?

Le plastique biosourcé est fabriqué à partir de matières premières renouvelables, telles que les plantes, les algues ou les déchets organiques. Contrairement aux plastiques traditionnels qui utilisent des ressources fossiles, les plastiques biosourcés sont issus de la biomasse. Parmi les plastiques biosourcés les plus connus, on trouve le PLA (acide polylactique, celui qui provoque des crampes à ceux qui pratiquent un sport, mais pas très souvent) ou les PHA (polyhydroxyalcanoates).

Voilà bien un premier sujet qui pourrait nous intéresser. Par définition, les ressources issues de pétrole sont finies. Comme déjà évoqué, les réserves sont très importantes. Importantes mais finies. Ce qui signifie qu'un jour ou l'autre, quoi qu'on fasse, elles seront épuisées. Une première promesse du plastique biosourcé est de surmonter les capacités finies des ressources fossiles par l'exploitation raisonnée de la biomasse, c'est-à-dire en l'exploitant au rythme de son renouvellement.

Les chiffres et tendances nous permettent d'estimer que, à moins de faire un effort important ou qu'il nous soit imposé par notre environnement ou nos mauvaises

habitudes, la masse de plastique produite en 2050 devrait se situer aux alentours d'un milliard de tonnes (alors qu'elle se situait vers 400 millions de tonnes en 2020 ; source : Plastics Europe). Produire 1 kg de plastique biosourcé mobilise environ 3 kg de biomasse. Substituer 1 milliard de tonnes de plastique fossile par du plastique biosourcé nécessiterait donc environ 3 milliards de tonnes de biomasse, c'est-à-dire *grosso modo* l'équivalent de la production céréalière mondiale¹ de 2024, estimée à 2 854 Mt. Peut-être peut-on se dire à ce stade que, avec une démographie mondiale en croissance et des peuples qui ont pour beaucoup encore trop souvent faim, la question de la concurrence d'usage de la biomasse entre l'alimentation et la production de plastique pourrait se poser, et sans doute assez vite. Dans certains cas, la biomasse utilisée pour produire du plastique biosourcé peut être considérée comme un sous-produit d'une exploitation à vocation alimentaire. Même si ce volume est sans aucun doute très anecdotique par rapport aux volumes considérés, voilà néanmoins une promesse intéressante.

Enfin, et puisque le plastique biosourcé est produit à partir de biomasse (on parle de source biogénique), et que cette dernière est de surcroît souvent locale, il émet moins de gaz à effet de serre que son équivalent pétrosourcé. Oui le plastique biosourcé reste du plastique, et sa composition est peut-être strictement identique à celle du plastique classique. Mais puisqu'il est fabriqué à partir de biomasse qui a capté du carbone pour croître, il ne s'agit pas de nouvelles tonnes de carbone émises dans la biosphère comme le sont celles de plastique fossile. Et pour sa fin de vie – nous y reviendrons – le raisonnement à l'incinération est le même. Les GES émis lors de l'incinération du plastique biosourcé sont absolument identiques à ceux qui ont été captés par la plante lors de sa croissance. Ce que l'on pourrait décrire autrement : les émissions de carbone émis lors de l'incinération d'un produit biosourcé sont celles qui permettent à la plante de pousser pour refaire du plastique biosourcé. En somme, l'équation carbone du plastique biosourcé est à somme nulle, hors processus de fabrication et usage évidemment.

Le plastique biosourcé marque donc quelques points du point de vue de son impact sur les émissions de gaz à effet de serre et le relatif renouvellement de la matière dont il est issu, avec un fort enjeu sur la compétition d'usage des cultures. Mais ce sont des points marqués contre le plastique fossile, pas des points gagnés en absolu pour protéger notre environnement.

Nous voilà donc avec des fibres de nos textiles et nos pots de yaourt en plastique biosourcé. Tôt ou tard, et souvent trop vite, ces emballages ou textiles deviendront des déchets. Le plastique biosourcé, puisqu'il est biosourcé, devrait donc pouvoir être jeté un peu n'importe où dans la nature pour redevenir très vite de la biomasse ? Voilà sans doute le plus grand risque de la promesse du biosourcé, celle de laisser penser qu'un plastique biosourcé est forcément compostable, et donc de générer des comportements inadaptés en fin de vie. Tous les plastiques biosourcés ne sont pas

automatiquement compostables, tous les plastiques compostables ne sont pas forcément biosourcés² (ni même vraiment biodégradables en fait). Plusieurs raisons à cela. D'abord, les plastiques comportent très souvent des adjuvants (additifs divers, colorants...) afin de répondre à différentes contraintes techniques ou esthétiques. C'est particulièrement le cas pour les plastiques biosourcés type PLA ou PHA, pour une raison paradoxale. Ces plastiques sont un peu plus facilement biodégradables que les plastiques pétrosourcés. Leur résistance est donc un peu moindre, ils ont donc besoin d'un peu plus d'adjuvants... La chimie intime des plastiques, biosourcés ou pas, est donc souvent plus complexe que le seul polymère initial. Les adjuvants peuvent avoir des propriétés différentes de celles du polymère, et restreindre ses capacités de biodégradation.

Ensuite, le compostage doit être considéré dans des conditions d'exploitation très particulières de température et d'aération. Un plastique compostable, même biosourcé, a donc en général peu de chance de se biodégrader lorsqu'il est nonchalamment abandonné dans la nature.

Alors que faire de mon pot de yaourt biosourcé ? Et bien comme tout emballage (et c'est le cas en réalité pour la majorité des déchets !), le recycler. Le recyclage, c'est une chaîne complète et complexe : collecte du déchet, tri par matière, régénération de la matière et, enfin, incorporation dans un nouvel objet ou emballage. La collecte, c'est facile : en France, tous les emballages se collectent hors de la « poubelle grise ». Le tri, ça se complique. Il n'y a pas encore d'emballages ou de produits biosourcés avec des volumes suffisamment importants, les machines de tri ne sont en conséquence pas (encore ?) dimensionnées pour trier spécifiquement les produits biosourcés. Ils seront donc extraits en mélange avec d'autres résines, ce qui peut engendrer des perturbations au recyclage ou finir dans un incinérateur. Ce problème est complexe mais principalement industriel et organisationnel. Tant que le PLA n'est pas trié spécifiquement, il a peu d'intérêt par rapport à d'autres résines qui, elles, se trient et se recyclent assez facilement, comme le PET (polytéréphtalate) qui compose la très grande majorité de nos emballages de boissons. En conséquence, la demande en plastiques biosourcés est faible et donc le prix à la tonne élevé, donc les chaînes de tri ne sont pas adaptées, ce qui induit un cercle vicieux nuisant au décollage de leur production. Bref, la filière subit les mêmes difficultés, classiques, que beaucoup de filières émergentes : par où commencer, et comment être rentable (ou promettre la rentabilité) sur de tout petits volumes par rapport aux filières très massifiées.

Le recyclage serait théoriquement plus facile. Théoriquement, car si la filière matière n'existe pas ou presque pas en France, la filière de recyclage ne peut pas exister non plus. Il s'agira, comme pour le PET, de traiter mécaniquement les flux les plus faciles (on

¹ <https://www.fao.org/worldfoodsituation/csdb/fr/>

² Voir l'avis très didactique de l'Ademe sur le plastique compostable, <https://librairie.ademe.fr/ged/7897/avis-emballage-plastique-compostable.pdf>.

parle de recyclage mécanique, procédé relativement peu impactant sur l'environnement) et de traiter par voie chimique les flux les plus complexes (recyclage chimique, nettement plus impactant !). Enfin, la réincorporation dans des nouveaux produits ou emballages ne devrait pas non plus constituer réellement un frein : ceux qui ont fabriqué un emballage ou un produit à partir de plastique biosourcé pourront le faire tout autant qu'avec un plastique biosourcé recyclé, à condition que le coût soit approchant (obstacle qui pourrait être enjambé par la réglementation, des incitations financières, la demande en produits moins impactants...).

La filière du plastique biosourcé a-t-elle un avenir ? Nous ne le souhaitons pas, mais il faut l'espérer. Nous ne pouvons pas le souhaiter, car l'enjeu principal est

de limiter le plastique qui, sous toutes ses formes, provoque d'importants impacts environnementaux. Il faut donc se « déplastifier », se désaccoutumer, éviter le suremballage, faire durer par le réemploi par exemple, substituer le plastique par d'autres matériaux. La filière des plastiques biosourcés a encore de grands défis à relever en termes de coût, de performance, d'organisation et d'industrialisation. Mais il est très probable que même avec énormément d'efforts, et sauf à croiser un cygne noir, nous soyons encore extrêmement dépendants du plastique dans les prochaines années. Entre deux maux il faut choisir le moindre : oui le plastique biosourcé a de l'avenir.

Rethinking packaging: unlocking a reuse revolution

By Bahar KOYUNCU

Senior Policy Officer at the Ellen MacArthur Foundation

The Ellen MacArthur Foundation's study "Unlocking a reuse revolution: scaling returnable packaging", demonstrates the opportunity of scaling-up return based reuse systems versus single use plastic packaging. The modelling demonstrates that returnable plastic packaging outperforms single use plastic packaging on greenhouse gas emissions, water use, material use and associated waste generation. When scale, collaboration and return rates increase, the related environmental benefits grow- reaching up to 75% reduction in material use, GHG emissions and water use. The modelling reveals that the returnable packaging can compete economically with single use at high levels of scale and collaboration whilst creating local jobs. With expected changes in regulation to fully account for externalities and end of life of packaging, the business case for returnable packaging will become even stronger. A reuse revolution requires a collective effort and close collaboration across industries, governments, and communities is essential for unlocking a reuse revolution.

The impact of plastics

Plastics have revolutionised modern society, offering functionality and convenience in various applications, from wind turbines¹ to lightweight materials in transportation that reduce fuel consumption². Plastics are also used very commonly in packaging due to their durability, flexibility, and cost-effectiveness making them ideal for protecting goods, extending shelf life, and reducing food waste.

However, the very same properties that make plastics so useful also contribute to significant environmental and societal challenges. Research to date has shown that plastics are connected to a variety of mechanisms leading to surpassing all the planetary boundaries³. The linear model of fossil based plastic production, use and disposal has led to significant waste and pollution. Estimates from 2016 suggest that 8 million tonnes of plastic enter the oceans every year and that there are already more than 150 million tonnes of plastic already in the oceans⁴. In a business-as-usual scenario, it is expected that there will be more plastic than fish by weight in the ocean by 2050. Animals mistake plastic

for food, leading to ingestion and entanglement, which often results in injury or death. Microplastics, tiny plastic particles resulting from the breakdown of larger items, have infiltrated food chains and even human bodies, posing potential health risks. Plastic products heavily rely on crude oil, natural gas and coal for both feedstock and energy demand with a negative impact on climate. With the expected growth rate plastic production more than doubling by 2050, it is estimated that plastic could account to about a quarter of the global carbon budget, which is required to keep the global average temperature below 1.5°C⁵. It is estimated that a 50% reduction of plastics production will be needed by 2050 to remain within a 1.5°C carbon budget⁶.

The design of many plastic products, especially plastic packaging, prioritises single-use functionality, which exacerbates waste issues. Only a small fraction of plastic waste is recycled. The majority ends up in landfills, is incinerated, or leaks into natural environments. Globally, less than 10% of plastic has ever been recycled⁷. Incineration of plastics releases harmful pollutants and greenhouse gases⁸. Landfilling plastics contribute to long-term environmental contamination as plastics can take hundreds of years to decompose.

¹ EuCIA (2020), Accelerating wind turbine blade circularity, Cefic, Wind Europe.

² Ozturk F. *et al.* (2022), Review of thermoplastic composites in aerospace industry, *Int J Eng Tech & Inf.*, 3(1), pp. 1-6.

³ Villarrubia-Gómez P., Cornell S., Carney-Almroth B., Ryberg M. & Eriksen M. (2022), Plastics pollution and the planetary boundaries framework.

⁴ World Economic Forum, Ellen MacArthur Foundation and McKinsey & Company (2016), The new plastics economy: Rethinking the future of plastics.

⁵ Karali N. *et al.* (2024), Climate impact of primary plastic production, Lawrence Berkeley National Laboratory.

⁶ Eunomia and Zero Waste Europe (2022), Is net zero enough for the material production sector?

⁷ OECD (2022), Global Plastics Outlook.

⁸ Valavanidis A. *et al.* (2008), Persistent free radicals, heavy metals and PAHs generated in particulate soot emissions and residue ash from controlled combustion of common types of plastic, *Journal of hazardous materials*, 156(1-3), pp. 277-284.

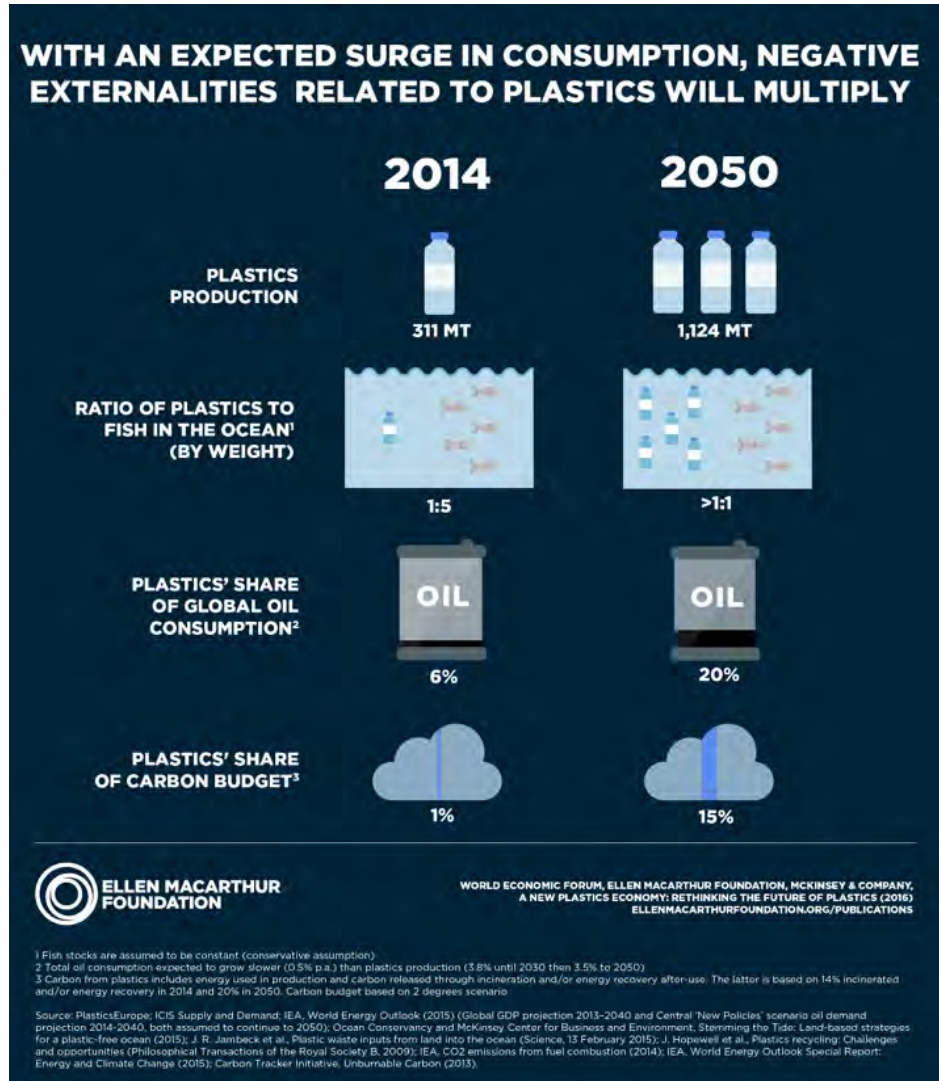


Figure 1. Forecast of plastics volume growth, externalities and oil consumption in a Business-As-Usual scenario (Source: Ellen MacArthur Foundation).

The Global Commitment Five Years In⁹ paper reflects on the last five years of the Global Commitment, which has brought together 1000+ organisations representing 20% of the global plastic value chain behind a common vision of eliminating plastic waste and pollution. The Global Commitment showcases that meaningful progress is possible in areas such as elimination of problematic and unnecessary packaging and increasing post-consumer recycled content through voluntary business action¹⁰. Reuse has been identified as one of the main pivotal hurdles for further progress, with the overall share of reuse staying consistently below 2% whereas more than 60% of signatories have had reuse pilots in place.

The next section will cover how embedding reuse in product design coupled with the necessary infrastructure, collaboration and scale can help overcome the challenges linked to plastics.

⁹ <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/global-commitment/overview>

¹⁰ Ellen MacArthur Foundation (2023), UNEP: The Global Commitment 5 years in.

What is reuse?

Reuse can play a critical role to tackle plastic waste and pollution. It involves designing and utilising products in a way that they can be used multiple times for the initial purpose they were designed for, thereby extending their life cycle¹¹. This approach contrasts with recycling, which involves reprocessing waste materials into products, materials or substances whether for the original or other purposes¹² by using energy. On the other hand, reuse maintains the product's original form and functionality, reducing the need for new resources and minimising waste. Reusable products should be designed for recyclability at their end of multiple use cycles, in order to ensure the material value is retained and kept in the economy, one which is designed for circulation of materials and products at their highest value.

Reuse models are sometimes considered burdensome or a thing of the past. However, innovative reuse models

¹¹ ISO 18603:2013(en) Packaging and the environment - Reuse.

¹² Waste Framework Directive (2008/98/EC).

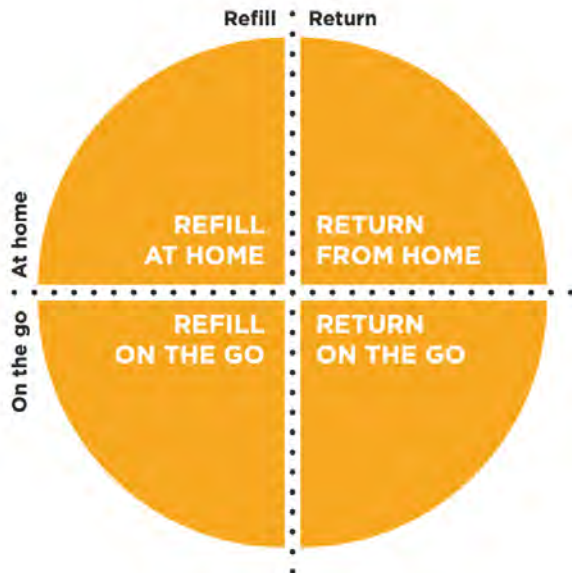


Figure 2. Reuse models (Source: Ellen MacArthur Foundation).

can unlock significant benefits, enabled by digital technologies and shifting user preferences. Such models can help deliver a superior user experience, customise products to individual needs, gather user insights, build brand loyalty, optimise operations, and save costs. Reuse presents an innovation opportunity to change the way we think about packaging from something that's simply as inexpensive and light as possible to viewing it as a high value asset that can deliver significant benefits to users and businesses.

The Reuse Framework from the Ellen MacArthur Foundation outlines different models for reusable packaging¹³. In the refill-based reuse models, consumers retain the ownership of the packaging and they refill it with the product at home or on the go. In the case of returnable packaging, consumers return the packaging either via a collection point or a service to the businesses, whilst the businesses own the packaging and the cleaning, filling/refilling and redistribution.

Scaling returnable packaging

Implementing reuse systems can play a pivotal role in addressing the plastic waste crisis. The Ellen MacArthur Foundation's study in collaboration with Systemiq and Eunomia together with 60 partnering organisations, "Unlocking a reuse revolution: Scaling returnable packaging", demonstrates the opportunity of scaling-up return based reuse systems¹⁴ versus single use plastic packaging. The learnings of the study, which uses France as a representative of European countries to yield more specific insights, is globally relevant.

¹³ Ellen MacArthur Foundation (2019), Reuse – rethinking packaging.

¹⁴ Ellen MacArthur Foundation (2023), Unlocking a reuse revolution: scaling returnable packaging.

The study covers beverages, personal care, food cupboard and fresh food for a variety of plastic material types, comparing single use with the alternative reusable packaging. The modelling assesses the impact of packaging switching from single use to reuse, the impact of shared infrastructure, standardised properties of packaging design, return rate and average number of loops of reuse. Three scenarios covering these variables are designed, from lower to higher ambition level, the fragmented effort scenario reflects the current reuse rate of 2%, with the collaborative approach the conversion rate of 10% from single use to reusable packaging is modelled and in the case of systems change, it reaches to 40%.

Environmental benefits

The modelling demonstrates that returnable plastic packaging outperforms single use plastic packaging on greenhouse gas (GHG) emissions, water use, material use and associated waste generation. Even with a low share of reusable packaging, which reflects the current situation of the market, returnable packaging can deliver significant environmental benefits. When scale, collaboration and return rates increase, the related environmental benefits grow- reaching up to 75% reduction in material use, GHG emissions and water use.

The main driver of the GHG emissions is the production of packaging for both single use and returnable, whereas reverse logistics have a relatively low impact. Returnable packaging performs better than single use because the emissions generated at the production

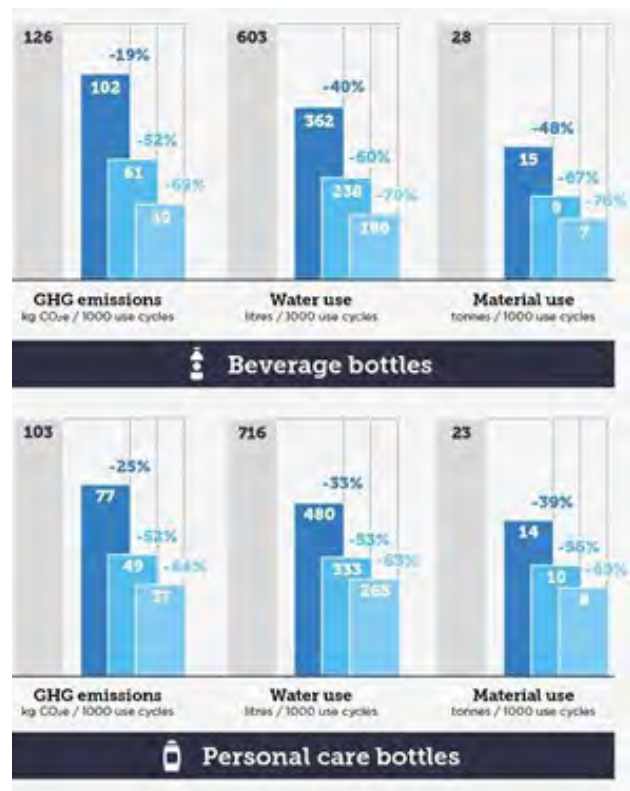


Figure 3. Environmental performance of selected return systems compared to single use (Source: Ellen MacArthur Foundation).



Figure 4. Impact of increase in prices on total cost, for beverage applications
(Source: Ellen MacArthur Foundation).

stage are distributed over many use cycles of the reusable packaging. Significant reduction in water usage is achieved as producing packaging is much more intensive than washing it for reuse. The water used to produce one single packaging unit is 2 to 7 times higher than the water used for cleaning the equivalent returnable packaging unit depending on the type of packaging application for the different sectors.

Economic opportunities and jobs creation

Our modelling reveals that the returnable packaging can compete economically with single use at high levels of scale and collaboration. With today's prices, out of the four modelled applications, beverage and personal care reach cost parity with single use in the most ambitious modelled scenario. With expected changes in regulation to fully account for externalities and end of life of packaging, the business case for returnable packaging will become even stronger. Financial incentives such as deposits can play an important role in improving return system economics and incentivise consumers to return packaging. Revenues from unreturned packaging can significantly support the economics of return modes when deposit-based return systems are used.

In a market such as France, scaling return systems for reusable packaging can create at least 11.000 local jobs based on the modelled applications. The estimated number of jobs is equivalent to one eighth of the total recycling jobs for all types of materials in France,

currently. The jobs are expected to be primarily related to managing the operations of a returnable packaging system, the majority being within the sorting and cleaning sector.

Together, we can unlock a reuse revolution

The plastic waste and pollution crisis are a formidable challenge, but by rethinking plastics packaging and embracing reuse systems, we can make significant progress towards a circular economy. The Ellen MacArthur Foundation's reuse framework and modelling study, along with other studies^{15 16}, provides a comprehensive guide to implementing effective reuse systems, highlighting the environmental, economic, and social benefits. Moving from single use to reuse presents one of the biggest opportunities to reduce plastic pollution¹⁷ and stay within the carbon budget which is essential to keep the global average temperature below 1.5°C.

¹⁵ New ERA and Planet Reuse (2023), Overview of scientific and case studies highlighting the environmental and economic benefits of reuse systems.

¹⁶ ZWE, Searious Business (2023), The economics of Reuse Systems.

¹⁷ Ellen MacArthur Foundation (2023), From single-use to reuse: A priority for the UN Treaty.

A reuse revolution requires a collective effort. Collaboration across industries, governments, and communities is essential to create a systemic change as no single entity can achieve this transformation alone. Businesses must innovate and invest in reusable packaging solutions, redesigning their products and supply chains to support reuse models. Consumers play a crucial role by adopting reuse practices in their daily lives. Incentives, such as discounts or rewards for returning packaging, can also drive consumer engagement. Governments can create the enabling conditions by ensuring a level playing field, fostering industry wide collaboration and implementing supportive policies and regulations that incentivize reuse. Efforts such as the international legally binding instrument on plastic pollution and the EU Packaging and Packaging Waste Regulation (PPWR) are crucial to bring reuse to scale, building on existing global momentum.

To achieve economies of scale, reuse systems need widespread adoption. This involves creating standardised, interoperable systems that make it easy and convenient for consumers and businesses to participate. Utilising common return points such as Deposit Return Systems (DRS), which are mainly used to collect packaging for recycling, can streamline the process of returnable packaging, making the transition to reuse systems more efficient and cost-effective. Expanding the scope of Extended Producer Responsibility (EPR) can play a very important role to incentivize reuse.

Together, we can unlock a reuse revolution. By shifting towards a circular economy where materials are kept in use for as long as possible, we can reduce the environmental footprint of plastic packaging while creating economic and societal value. The time to act is now-let's rethink packaging and embrace the power of reuse.

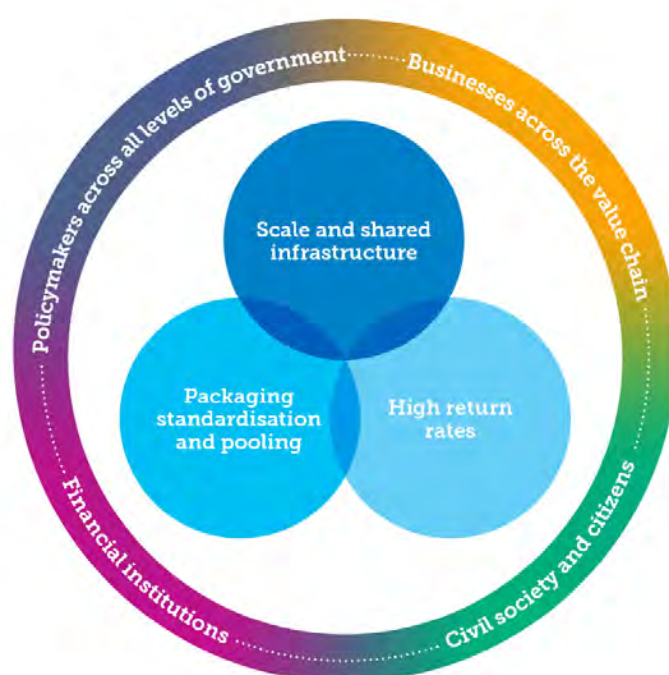


Figure 5. A reuse revolution key drivers
(Source: Ellen MacArthur Foundation).

Réemployer le plastique, ou pas ?

Par Célia RENNESSON

Réseau Vrac et Réemploi

40 % du plastique produit concerne les emballages et sa production croît de manière continue. Pour le réguler, les États français et européens ont légiféré pour réduire sa production, interdire certains usages et développer des solutions alternatives comme le réemploi. Dans ce contexte, le plastique peut-il se réinventer au service du réemploi ? Cet article explore les possibilités et les défis qui s'offrent au plastique pour y répondre. Léger, polyvalent et facile à mettre en œuvre, le plastique est déjà une réalité pour de nombreux emballages réemployables. Mais ces plastiques utilisés n'ont pas été développés pour cette application. De plus, de nombreuses études ont démontré leurs limites techniques et leurs impacts nocifs sur la santé et l'environnement. Dès lors, cet article invite l'industrie et les pouvoirs publics à repenser l'existant en posant les conditions et les bases d'un cahier des charges spécifique au réemploi des emballages en plastique.

Introduction

Le plastique fait partie intégrante de notre quotidien et de nos habitudes de consommation. Sa production est en croissance continue : actuellement de 419 millions de tonnes au niveau mondial, elle pourrait atteindre 1 231 millions de tonnes en 2060¹. Par ailleurs, seulement 15 % des déchets plastiques sont collectés en vue d'être recyclés, et seuls 9 % le sont effectivement². En France, environ 40 % de la production concerne les emballages plastiques qui occupent la première place en tonnages d'emballages dans les ordures ménagères résiduelles, et la troisième dans les poubelles de nos rues. Leur taux de recyclage est le plus faible de tous les matériaux : seulement 23 % des emballages plastiques sont recyclés, contre 85 % pour le verre³.

Les nombreuses études éclairant les impacts nocifs sur l'environnement et la santé ont amené les États à légiférer pour réduire sa production, interdire certains usages et inciter au développement de solutions alternatives comme le réemploi. Les législations française et européenne ont ainsi récemment introduit des principes et des objectifs de réemploi des emballages dans différents secteurs : produits de grande consommation, restauration, établissements industriels et commerciaux. Ces évolutions marquent un changement de paradigme dans la vision de notre production qui reposait depuis les années soixante, de plus en plus sur l'usage unique.

Dotant les acteurs de moyens, et d'un cadre stable propice à l'investissement, ces lois incitent l'ensemble des filières matériaux à se questionner et à se transformer. Elles leur offrent des opportunités de nouveaux débouchés notamment avec le réemploi des emballages. Dans ce contexte, le plastique peut-il se réinventer au service du réemploi ?

Le réemploi des emballages : contexte et réalité actuelle

Le réemploi d'un emballage est défini dans le code de l'environnement, à l'article R541-350 : « "Emballage réemployé ou réutilisé", un emballage faisant l'objet d'au moins une deuxième utilisation pour un usage de même nature que celui pour lequel il a été conçu, et dont le réemploi ou la réutilisation est organisé par ou pour le compte du producteur. Un emballage faisant l'objet d'au moins une deuxième utilisation en étant rempli au point de vente dans le cadre de la vente en vrac, ou à domicile s'il s'agit d'un dispositif de recharge organisé par le producteur, est réputé être réemployé ».

Les Français sont prêts pour le réemploi des emballages

L'année dernière, 23 millions de Français ont consommé régulièrement en vrac⁴ et 13 millions d'emballages (bouteilles en verre de 75 cl, de 1 l et de 33 cl principalement) ont été collectés en France pour réemploi⁵.

¹ OCDE (2023), *Perspectives mondiales des plastiques : scénarios d'action à l'horizon 2060*, Éditions OCDE, Paris.

² OCDE (2023), *Perspectives mondiales des plastiques - Déterminants économiques, répercussions environnementales et possibilités d'action*, Éditions OCDE, Paris, <https://doi.org/10.1787/5c7bba57-fr>.

³ CITEO & ADELPHÉ (2023), « Quels leviers pour atteindre nos objectifs collectifs d'ici 2030 ? Réduction, réemploi et recyclage des emballages et papier », juin 2023.

⁴ Kantar, table ronde de la DGCCRF du 15 décembre 2023.

⁵ Vers un baromètre économique de la filière du vrac et du réemploi, Deloitte, mai 2024.

Par ailleurs, 86 % des citoyens exigent que les fabricants et les distributeurs mettent en place des systèmes de réemploi et de recharge⁶.

Les citoyens français sont donc déjà accoutumés et prêts à passer à la vitesse supérieure.

Un cadre légal propice au développement du réemploi des emballages

Au niveau français, la loi n°2020-105 du 10 février 2020 relative à la lutte contre le gaspillage et à l'économie circulaire (AGEC) qui s'inscrit dans le cadre de la transposition du paquet Économie circulaire⁷ européen introduit pour la première fois en France des objectifs de réduction des emballages à usage unique, en particulier des emballages plastiques, et de développement du réemploi et de réutilisation des emballages.

Cette loi vise notamment la fin de la mise sur le marché des emballages plastiques à usage unique d'ici 2040, ainsi qu'un taux de réemploi des emballages de 10 % en 2027. Elle introduit également la fin des emballages, couverts, assiettes... à usage unique pour tous les repas consommés « sur place » dans la restauration rapide, la restauration collective d'entreprises, les cantines scolaires ou encore les cafétérias des musées accueillant au moins vingt personnes au 1^{er} janvier 2023.

En application de la loi AGEC, le décret n°2021-517 du 29 avril 2021 (dit décret 3R) relatif aux objectifs de réduction, de réemploi et de recyclage des emballages plastiques à usage unique pour la période 2021-2025, définit par ailleurs un objectif de réduction pour l'ensemble des metteurs sur le marché d'emballages plastiques à usage unique à 20 % en tonnage, dont au moins 50 % obtenus par recours au réemploi, à l'échéance du 31 décembre 2025, par rapport à 2018.

Au niveau européen, la PPWR (projet de règlement sur les emballages et déchets d'emballages) dont l'adoption définitive est attendue pour la rentrée 2024, demande aux États membres de réduire les déchets d'emballages par habitant, notamment en réduisant la quantité de déchets d'emballages plastiques générés. Sur le réemploi, la PPWR fixe pour la première fois en Europe des objectifs de base concrets de réemploi dans divers secteurs, notamment les boissons (10 % en 2030, puis 40 % en 2040), l'emballage de transport et le commerce en ligne.

Enfin au niveau international, les négociations en cours sur le Traité mondial contre la pollution plastique devraient aboutir en 2025 à un texte dont l'une des ambitions est la réduction des emballages plastiques à usage unique.

⁶ IPSOS (2024), "Attitudes towards a global plastic pollution treaty – For rising Tides III", April 2024.

⁷ Directive (UE) 2018/851 du Parlement européen et du Conseil du 30 mai 2018 modifiant la directive 2008/98/CE relative aux déchets, accompagnée entre autres de la directive (UE) 2018/852 du Parlement européen et du Conseil du 30 mai 2018 modifiant la directive 94/62/CE relative aux emballages et aux déchets d'emballages.

Ces objectifs de réduction du plastique à usage unique et de réemploi des emballages vont transformer les modèles linéaires des productions actuelles et inciter la recherche et le développement de solutions circulaires alternatives.

Le réemploi des emballages plastiques : déjà une réalité

Le réemploi des emballages plastiques, bien que moins développé que le verre, est déjà pratiqué en France et dans le monde pour tous types d'emballages (primaires, secondaires, tertiaires) et de secteurs (emballages ménagers, industriels et commerciaux). Les plastiques actuellement réemployés utilisent les mêmes résines que les plastiques à usage unique : PP, PE, PEHD, PET, PVC.

L'Ademe a identifié et analysé 32 alternatives aux emballages plastiques à usage unique et mis en évidence que dans ces dispositifs, de plus en plus nombreux, le plastique est le matériau majoritairement utilisé (dans 16 cas sur les 32 étudiés)⁸.

Le Polypropylène (PP) est le plastique le plus couramment utilisé pour les emballages réemployables dans tous les secteurs d'activité et en particulier dans la restauration : gobelets, couvercles, bols, contenants. Le Polyéthylène (PE) et le PEHD (Polyéthylène Haute Densité) sont utilisés pour les emballages réemployables des produits d'entretien ou d'hygiène comme les flacons et les bidons, mais aussi pour les emballages de transport comme des caisses ou des palettes. Le Polyéthylène Téréphtalate (PET) est utilisé pour les bouteilles réemployables de boissons, plates ou gazeuses ; ce matériau est amené à se développer en France pour des standards de bouteilles boissons. Pour les housses palettes, le Polychlorure de Vinyle (PVC) est en partie intégré dans les bâches. Enfin, le copolyester Tritan, est utilisé pour certaines vaisselles réemployables.

Le réemploi des emballages en plastique : défis et enjeux

Alors que le réemploi d'emballages plastiques se pratique déjà dans différents secteurs et pour différents usages, les résines plastiques utilisées sont-elles bien adaptées aux besoins du réemploi ? En d'autres termes, les emballages plastiques actuellement réemployés répondent-ils aux attentes des consommateurs et aux enjeux sanitaires et techniques ?

Les consommateurs français et les emballages plastiques réemployables

Les Français déclarent souhaiter moins de plastique à usage unique, mais pour autant sont-ils prêts à utiliser des emballages plastiques réemployables ? À date,

⁸ ADEME (2022), « Réemploi des emballages et alternatives aux emballages plastiques à usage unique », Ademe, rapport d'expertise, 151 pages.

aucune étude n'a posé la question directement. Nous savons en revanche que 80 % des Français déclarent vouloir acheter des produits avec le moins d'emballage plastique possible⁹. Si cette donnée ne précise pas s'il s'agit d'emballages à usage unique ou réemployables, elle donne toutefois une indication qui mérite d'être creusée par tout producteur qui se lance dans le réemploi.

Les enjeux sanitaires autour du plastique

Les sources des pollutions plastiques sur l'environnement et les effets nocifs sur la santé résultent du processus même de fabrication des résines plastiques et des conditions de leur utilisation. Les monomères sont d'abord polymérisés puis des substances chimiques (adjuvants et additifs) sont ajoutées afin d'améliorer leurs propriétés et leur résistance. On identifie trois risques :

- risques de migration directe du plastique vers le produit (aliment, etc.) : ces risques concernent les monomères, les additifs et les NIAS (produits secondaires de réaction et des produits non attendus comme des contaminants environnementaux) ;
- risque de migration en contact secondaire (cas du réemploi de l'emballage) : les molécules du produit se diffusent dans le plastique de l'emballage qui, au prochain cycle de réemploi, les relargue dans le produit suivant, et ainsi de suite. Ce risque est lié aux performances de la barrière du plastique et des typologies de produits contenus. À noter que, comme pour l'usage unique, les risques de migration sont accrus avec la chaleur, les produits gras et acides ;
- risque de microparticules : ce risque est lié à la fois à la résistance à l'abrasion du plastique (cas du PP et PE ; le copolyester Tritan et le PET sont plus résistants), mais aussi à la vitesse avec laquelle le plastique est manipulé.

Les conséquences de ces risques ont été étudiées par de nombreux chercheurs, scientifiques et médecins¹⁰. Les résultats de leurs études démontrent les impacts des microparticules et les nombreuses maladies induites par les adjuvants et additifs chimiques présents dans les résines plastiques : diabète de l'adulte, endométriose, obésité, infertilité masculine, cancer du sein

⁹ Enquête réalisée auprès de 20 513 adultes de 18 à 75 ans, à travers 28 pays, entre le 20 août et le 3 septembre 2021, sur la plateforme en ligne Global Advisor d'Ipsos.

¹⁰ Notamment : TRASANDE L., LIU B. & BAO W. (2022), "Phthalates and attributable mortality: A population-based longitudinal cohort study and cost analysis", *Environmental Pollution*, 292, 118021 ; FOURNIER E., LEVEQUE M., RUIZ P. *et al.* (2023), "Microplastics: What happens in the human digestive tract? First evidences in adults using in vitro gut models". *Journal of Hazardous Materials*, 442, 130010 notamment ; WAGNER M. *et al.* (2024), "State of the science on plastic chemicals-Identifying and addressing chemicals and polymers of concern", PlastChem, repéré à <https://plastchem-project.org/>.

et du rein... 18 millions de personnes dans le monde en sont déjà victimes¹¹.

Forts de ces connaissances, deux questions se posent : les plastiques actuels sont-ils adaptés au réemploi ? Le plastique peut-il répondre aux besoins de l'emballage réemployable en tenant compte des enseignements tirés des emballages plastiques à usage unique ?

Les enjeux techniques des matériaux plastiques

Le plastique s'est fortement développé pour de multiples applications, en raison de ses qualités intrinsèques : légèreté, résistance, polyvalence, facile à mettre en œuvre et peu cher à produire.

Dans le cas de l'emballage, ces modalités ont quasiment toujours été envisagées pour l'usage unique et non pour le réemploi, mais dans les deux cas, le plastique présente les mêmes limites techniques : génération de microparticules, migration chimique du plastique vers le produit, accumulation dans l'environnement et limites à la recyclabilité. De plus, dans le cas du réemploi, s'ajoute une limite liée à la migration des molécules des produits contenues précédemment dans l'emballage et relarguées par ces derniers dans les produits suivants.

Pour répondre à ces enjeux, trois options doivent être envisagées et menées en parallèle dès à présent.

En premier lieu, en fonction de la matrice plastique / produit / usage, il faut envisager la substitution du plastique par des matériaux qui interagissent moins en réemploi, comme le verre ou le métal.

Puis, dans le cas où ces matériaux d'emballage ne seraient pas adaptés au produit, envisager des changements d'usage de ces produits. Cela peut se faire en passant du liquide au solide (par exemple, les savons, etc.), ou en recomposant le produit à la maison (cas des pastilles solides à dissoudre).

Enfin, dans les cas ne répondant pas aux deux précédentes options, une voie s'ouvre pour la recherche et l'innovation de faire émerger de nouvelles résines plastiques qui devront répondre à l'ensemble des enjeux identifiés précédemment. Pour cela trois conditions doivent être réunies :

- innocuité de l'emballage réemployable ;
- aptitude de l'emballage au contact répété, notamment pour les aliments ;
- recyclabilité de l'emballage réemployable.

Concernant l'innocuité, nous avons vu dans la section précédente que les résines plastiques actuelles n'étaient pas inertes et ont des impacts sur la santé et l'environnement. La recherche et l'innovation doivent faire émerger des nouvelles résines inoffensives, capables de supprimer ces risques.

¹¹ Traité international sur la pollution plastique - Comité intergouvernemental de négociation INC4, avril 2024.

Ensuite les emballages plastiques réemployables doivent être aptes au contact répété des aliments, notamment. Bien que des emballages réemployables pour les produits alimentaires soient déjà commercialisés et utilisés, ce n'est que maintenant que la vérification de leur aptitude au contact répété alimentaire, boucle après boucle, devient un sujet de recherche.

Ainsi en France, un appel à projet vient d'être lancé cette année, en 2024 : « Emballages, contenants alimentaires et politiques de durabilité ». Il vise à soutenir des axes de recherche qui permettront d'identifier et de lever les verrous dans la conception et le développement d'emballages réemployables notamment en plastique, dont l'alimentarité doit être garantie (innocuités toxicologique, éco-toxicologique et microbiologique)¹².

Au niveau européen, la Commission européenne a également lancé en 2024 une consultation publique portant sur un projet de règlement concernant les matériaux plastiques destinés à entrer en contact avec les aliments, englobant dans son champ d'application les emballages réemployables¹³.

En dernier lieu, l'article L.541-1 1° du code de l'environnement dispose que l'emballage réemployable en plastique doit être conçu pour être apte au recyclage : « Les emballages réemployés doivent être recyclables ». Il convient ainsi d'éviter le mélange de matériaux incompatibles au recyclage (comme c'est le cas pour l'usage unique actuellement) et de mettre en place une filière de recyclage pour que le plastique soit effectivement recyclé. Cela requiert 5 conditions : tout d'abord le tri par le consommateur, puis la collecte, ensuite le tri au sein d'un centre, une technologie de recyclage adaptée et disponible et enfin un marché pour les matières recyclées.

Dans le cas des emballages réemployables, on peut espérer un meilleur flux de collecte dans la mesure où en fin de vie, ces emballages sont en majorité collectés au niveau des rebuts des lignes de lavage, et non dans une poubelle où tout est mélangé. Le réemploi représente ainsi une opportunité d'innovation détachée des contraintes liées aux flux de recyclage des emballages à usage unique.

Conclusion

Le contexte actuel, sanitaire et réglementaire, pousse le secteur du plastique et sa division emballages, à se réinventer. En imposant des objectifs de réduction du plastique à usage unique et des objectifs de réemploi des emballages, les lois françaises et européennes offrent des opportunités de nouveaux débouchés pour la filière du plastique, mais pas à n'importe quel prix.

En effet, l'offre actuelle d'emballages plastiques réemployables s'est bâtie sur les résines existantes utilisées

pour l'usage unique. Or les enseignements ont montré les limites de ces résines à plusieurs niveaux : sanitaire, environnemental et technique. Il convient dès lors d'engager des travaux pour corriger et améliorer l'existant. Selon les cas :

- substituer les emballages plastiques actuellement utilisés pour le réemploi par des matériaux plus inertes, et basculer vers des changements d'usage des produits ;
- engager la recherche et l'innovation à développer de nouveaux matériaux en plastique adaptés aux usages du réemploi et exempts des effets nocifs démontrés.

Cet article pose ainsi les bases d'un cahier des charges pour le réemploi des emballages plastiques et invite l'industrie et les pouvoirs publics à s'en saisir. Ce cahier des charges est établi sur le principe du "safe by design", c'est-à-dire du développement de plastiques capables de combiner les aspects suivants : innocuité, aptitude au contact répété – alimentaire notamment –, recyclabilité et stabilité dimensionnelle (afin que la taille de l'emballage ne varie pas d'un cycle à un autre). Le plastique, s'il répond à ces besoins d'amélioration tout en étant mis en œuvre à basse température, pourra être un matériau intéressant pour le réemploi puisqu'il est léger et peu énergivore en phase de production et de recyclage, par rapport au verre ou aux métaux¹⁴.

Avec une production croissante de plastique, des attributs spécifiques et une présence massive de ce matériau dans nos emballages, il paraît difficile de concevoir qu'on pourra totalement s'en passer. Le réemploi des emballages ouvre potentiellement une nouvelle page pour l'industrie du plastique et nos usages, mais sous conditions. La recherche et l'innovation ainsi que les études techniques, sanitaires et environnementales doivent encadrer son développement si l'on veut en sortir tous gagnants.

¹² <https://anr.fr/fr/france-2030/france2030/call/emballages-et-contenants-alimentaires-et-politiques-de-durabilite-nouvelles-contraintes-daliments-1/>

¹³ https://ec.europa.eu/info/law/better-regulation/have-your-say/initiatives/13501-Food-safety-plastic-food-contact-materials-FCMs-update-to-quality-control-rules_en

¹⁴ À noter que les industries du verre et du métal sont en train de décarboner leurs outils de production en se dotant de fours électriques.

Soutenir le déploiement des alternatives au plastique à usage unique

Par Charlotte SOULARY
Zero Waste France

La loi anti-gaspillage pour une économie circulaire (AGEC) de 2020 prévoit la fin de tous les emballages en plastique à usage unique d'ici à 2040. Cette fin n'aura tout simplement pas lieu si les acteurs de la filière ne sont pas incités à changer leurs modes de production et de distribution. La politique publique a plusieurs leviers pour soutenir le déploiement des alternatives aux produits plastiques à usage unique. De la réglementation aux instruments économiques, en passant par le soutien aux porteurs de solution, les pouvoirs publics ont un rôle majeur à jouer.

Fixer l'horizon

En France, près de la moitié du plastique consommé l'est pour la fabrication d'emballages en plastique à usage unique. En dépit d'une relative baisse depuis 2020, la consommation de plastique à usage unique en France reste encore importante comparée à d'autres pays européens : selon les estimations, chaque Français consomme encore en moyenne 70 kg de plastique par an, dont une grande partie est constituée de produits à usage unique (c'est 28 kg en Italie, 37 kg en Allemagne). Ces chiffres sont d'autant plus alarmants lorsque l'on sait qu'au niveau mondial, la production et l'incinération de plastiques pourraient générer près de 56 milliards de tonnes de CO₂ d'ici à 2050, dont 53,3 milliards imputables à la seule production¹.

Face à cette crise de surproduction et aux impacts environnementaux et sanitaires croissants qu'elle génère, la France avait fixé un premier horizon de réduction dans la loi anti-gaspillage pour une économie circulaire (AGEC) de 2020, en prévoyant la fin de tous les emballages en plastique à usage unique d'ici à 2040. Fixer l'horizon était déterminant. Reste maintenant à agir pour l'atteindre dans les temps, ce qui n'aura tout simplement pas lieu si les acteurs de la filière ne sont pas incités à changer leurs modes de production.

Au niveau international, un horizon de réduction de la production de plastique est également en discussion dans le cadre des négociations du futur traité mondial contre la pollution plastique. Il faudrait réduire la production mondiale de plastique de 40 % d'ici 2040 si l'on s'en tient à la proposition mise sur la table pendant la quatrième session de négociation par le Pérou et

Présentation de Zero Waste France

Créée en 1997 sous le nom du Cniid, Zero Waste France est une association citoyenne et indépendante qui milite pour la réduction des déchets et une meilleure gestion des ressources. Elle agit auprès de tous les publics (citoyens, élus, professionnels, entreprises...) à travers quatre missions : faire avancer les politiques publiques, informer les citoyens, dénoncer les manquements des entreprises polluantes à la réglementation et accompagner les acteurs et actrices de terrain dans la transition vers une société zéro déchet, zéro gaspillage.

le Rwanda, et signée par la France². Les ONG proposent un objectif plus ambitieux, mais démarrons la réflexion à partir de cet horizon minimum. Il n'y a pas trente-six options pour remplacer les emballages plastiques à usage unique : il faut tout d'abord se passer des emballages inutiles. Ensuite, pour les emballages dits « utiles », substituer le plastique par un autre matériau, or ce n'est pas souvent souhaitable, parce que des solutions alternatives présentent aussi des inconvénients environnementaux. Reste alors à se passer de l'usage unique pour les emballages, en développant la vente en vrac ou en utilisant des emballages réemployables. Dans les deux cas, cela impose de repen-

¹ Center for International Environmental Law – CIEL (2023), "Reducing plastic production to achieve climate goals", CIEL, 2023, 12 pages.

² UNEP (2024), "Global target for the production of primary plastic polymers", Conference room paper on behalf of Peru and Rwanda, https://resolutions.unep.org/increas/uploads/rwanda_and_peru_crp_on_ppp.pdf

ser les usages. C'est une évidence, et pourtant l'on se heurte à un mur.

La société ne serait pas prête, nous dit-on. Pourtant, les enquêtes d'opinion se succèdent depuis des années pour dire que la demande est là. Pour ne prendre qu'un seul exemple : en 2019, une enquête IFOP indique que 88 % des Français sont favorables à la consigne pour réemploi des emballages³. En 2023, dans un sondage Ipsos, ce chiffre monte à 92 %⁴. Ce qui pêche, ce n'est pas la demande, c'est l'offre. La question qui est donc posée est celle-ci : quels leviers de la politique publique actionner, et pour quel changement ?

Quels leviers pour quel changement ?

Leviers classiques de la politique environnementale, la réglementation et l'incitation peuvent fonctionner pour sortir notre société de son addiction au plastique.

Dissuader de mettre en vente des produits plastiques

La fiscalité environnementale est l'un des principaux instruments à disposition des pouvoirs publics. Il s'agit tout simplement d'affecter à un produit le coût environnemental qu'il fait peser à la société. Dans le cas des plastiques et de leurs produits chimiques associés, le coût environnemental et sanitaire est largement documenté par une recherche scientifique croissante. Pour n'en citer qu'une, une étude a estimé à 249 milliards de dollars en 2018 le fardeau des maladies imputables au plastique rien qu'aux États-Unis. Ces coûts totaux représentent 1,2 % du PIB du pays⁵.

La fiscalité doit prélever sur la production ou la mise en marché de produits plastiques un montant suffisamment important pour avoir un effet dissuasif. C'est cette logique qu'ont suivie plusieurs de nos voisins. Ainsi, en Belgique, une taxe est prélevée sur les emballages individuels contenant des boissons. Elle n'est pas assise sur le matériau mais sur le caractère réemployable ou non de l'emballage. En Italie, la taxe prévue à partir de 2026 sur le plastique est destinée à facturer 450 euros par tonne de polymères vierges utilisés. Elle couvre tous les articles en plastique, pas seulement les emballages, de sorte que la charge unitaire faible est en partie compensée par la portée plus large. Elle vise notamment à collecter des fonds des producteurs pour couvrir, au moins en partie, la contribution européenne. Dès lors qu'il ne s'agit pas d'un prélèvement sur la mise sur le marché, mais d'une taxe imposée aux producteurs lorsqu'ils utilisent des polymères vierges, elle vise non pas à avoir d'effet sur le prix mais plutôt à orienter

les choix et les stratégies opérationnelles des producteurs. En Espagne, la taxe sur les emballages en plastique vierge à usage unique est une contribution due en fonction du poids des plastiques non réutilisables.

Ces différents exemples montrent un potentiel chemin à suivre par la France. Notre pays contribue au budget de l'UE à hauteur de 1,3 milliard d'euros (~ 800 €/tonne de plastique non recyclé) chaque année au titre de la contribution sur les emballages en plastique non recyclés. Cette "contribution plastique" sanctionne à juste titre la non collecte des produits à base de plastique, dont les coûts aussi bien environnementaux qu'économiques sont exorbitants. En faisant le choix d'absorber le prix de cette contribution dans le budget de l'État, la France a fait peser la responsabilité de la production de déchets sur l'aval. Or, les produits destinés *in fine* à la décharge ou l'incinération le sont car leur fin de vie n'a pas été correctement anticipée dès l'amont. Plus que la conséquence d'actes de consommation, le recours aux modes de traitement polluants des déchets tient aussi et surtout de productions non soutenables qui s'obstinent à mettre sur le marché des objets pas ou peu réemployables ou recyclables.

De son côté, le système de responsabilité élargie du producteur (REP) vise à consacrer la responsabilité, notamment financière, des metteurs en marché de produits inéluctablement voués à devenir des déchets. En vigueur pour les emballages ménagers depuis les années 1990 puis très largement élargi depuis 2020, force est de constater que le mécanisme montre ses limites, puisque plus de la moitié des déchets finissent incinérés ou abandonnés et que les quantités mises en marché continuent inexorablement d'augmenter. Les modulations des éco-contributions versées par les metteurs en marché ne sont pas appliquées de façon à être véritablement dissuasives. En matière de plastique, l'exemple du PET opaque est éclairant : malgré une éco-contribution malussée à 100 % depuis 2018, cet emballage non recyclable, et par ailleurs perturbateur de recyclage, est toujours utilisé. Pour diminuer la production de déchets plastiques à la source, il paraît donc nécessaire de compléter le système REP par une fiscalité spécifique sur le plastique à usage unique.

Ces leviers économiques doivent contribuer à rééquilibrer une compétition actuellement déséquilibrée avec leurs alternatives réemployables. C'est l'un des moyens de leur permettre de se développer et de passer à l'échelle. Mais d'autres sont indispensables, comme autant de pièces d'un puzzle. Ainsi, pour généraliser la consigne pour le réemploi des emballages, il est nécessaire de décréter une obligation de reprise par les distributeurs des contenants usagés, de débloquer des investissements suffisants dans l'infrastructure du réemploi, et d'assurer un pilotage national de ce qui est, il faut le dire, un véritable changement dans les modes de distribution et de consommation. Développer les alternatives aux produits plastiques à usage unique ne peut être de la seule responsabilité des porteurs de solutions alternatives. C'est au contraire à la politique publique de fixer de nouvelles règles économiques, et de faire pivoter nos systèmes de distribution vers des emballages réemployables.

³ IFOP (2019), « Impact du retour des bouteilles consignées, en plastique, et des cannettes en aluminium sur le comportement d'achat ».

⁴ IPSOS (2023), « Les Français et la consigne des emballages de boissons », mai 2023.

⁵ TRASANDE L., KRITHIVASAN R., PARK K., OBSEKOV V., BELLIVEAU M. (2024), "Chemicals used in plastic materials: An estimate of the attributable disease burden and costs in the United States", *J Endocr Soc*, 8(2), Jan 11.

Interdire la mise en marché de certains matériaux et produits plastiques

Le levier normatif est particulièrement puissant. Interdire la mise en marché d'un matériau ou d'un produit polluant est non seulement possible, mais souhaitable. Il s'agit tout simplement de faire passer la planète et la santé avant les profits. C'est le rôle par excellence de la politique publique. À ce sujet, deux mesures emblématiques ont été prises par la France, de façon avant-gardiste par rapport à ses voisins européens. Si leur mise en œuvre est semée d'embûches, elle est riche d'enseignements. Il s'agit de l'interdiction des sacs plastiques à usage unique, puis plus récemment des emballages plastiques pour les fruits et légumes. Que retenir de ces deux mesures ? D'abord, que cela fonctionne. Des alternatives ont vu le jour, les habitudes de consommation ont progressivement changé. Ensuite, que les industries du plastique et du jetable font tout pour s'y opposer, avec force *lobbying* et actions en justice, mais aussi grâce aux exemptions obtenues, aux trous dans la raquette et à la faiblesse des contrôles et des sanctions. Les impacts de la législation en sont diminués.

La nouvelle étape sur la voie de la fin du plastique à usage unique devrait être celle de l'interdiction des matériaux les plus problématiques, tels que le polystyrène, et de certains produits à usage unique, tels que les bouteilles plastiques petit format.

Sur les 2,2 millions de tonnes d'emballages en plastique ménagers, industriels et commerciaux qui sont mis sur le marché en France chaque année, le polystyrène représente à lui seul plus de 350 000 tonnes. Tout au long de son cycle de vie, ce matériau a un coût environnemental et sanitaire considérable. La matière de base qui compose le polystyrène a été reconnue comme « cancérogène probable » par l'OMS. Les fragments de polystyrène sont l'un des dix déchets les plus retrouvés sur les plages et dans les fonds marins. C'est donc très logiquement que les législateurs ont eu l'intention d'interdire les emballages en polystyrène. Conformément à la loi Climat et résilience de 2021, ceux-ci seront ainsi interdits à partir de 2025, mais uniquement s'ils sont non recyclables et dans l'incapacité d'intégrer une filière de recyclage. Pourquoi une telle précision a-t-elle été apportée à l'époque ? *Le Monde* et France Info ont révélé récemment qu'un rapport d'étape remis au ministère de la Transition écologique en juin 2021 ne faisait état d'aucune preuve solide concernant la faisabilité du recyclage promis d'ici 2025 par les acteurs économiques concernés⁶. C'est pourtant à partir de ce document et avec l'assentiment du Gouvernement, que les industriels ont fait le choix de ne pas renoncer au polystyrène, et de ne pas s'engager dans une transition vers les matériaux alternatifs, privilégiant la voie du recyclage chimique. La lecture de ce rapport jusque-là resté confidentiel montre que le Gouvernement n'avait pas les garanties suffisantes pour donner un tel délai aux acteurs du secteur. De

toute évidence, le recyclage du polystyrène était déjà largement dans une impasse en 2021.

Voilà qui doit fournir des enseignements pour les prochaines vagues d'interdictions de matières et produits plastiques problématiques. Le premier est de cesser les demi-mesures et les échappatoires. Le recyclage ne règlera pas le problème initial du plastique, qui est sa nocivité dès l'extraction de la matière. Permettre aux acteurs économiques de gagner du temps, c'est en perdre dans le déploiement des alternatives. Or, ce temps-là est précieux.

Plusieurs chantiers sont devant nous en matière d'interdictions pour nous mettre dans la trajectoire de sortie des emballages plastiques à usage unique et l'un d'eux est particulièrement emblématique. Il s'agit des bouteilles d'eau de petit format.

La loi anti-gaspillage fixe un objectif précis en matière de réduction des bouteilles en plastique : il s'agit de diviser par deux leur mise en marché d'ici 2030, ce qui exige de passer de 14,6 à 7,3 milliards d'unités commercialisées par an en France.

On entend souvent que les entreprises ne font que répondre à une demande des consommateurs et que ceux-ci « ne seraient pas prêts » à se passer des bouteilles plastiques. Il est donc intéressant de se pencher plus concrètement sur la question. Et la réponse est très claire : 83 % des Français estiment que la réduction du plastique à usage unique doit être une priorité⁷. Les Français s'accordent à dire que les bouteilles ont un impact négatif sur l'environnement (92 %) et une majorité juge que ces produits sont trop consommés (83 %). Une opinion qui est conforme à la réalité des chiffres puisque la France met sur le marché près de 15 milliards de bouteilles plastique par an, soit environ 220 par Français. Les Français attribuent notamment cette surconsommation à l'inaction des pouvoirs publics : les trois quarts déplorent un manque d'effort de leur part pour réduire l'utilisation des bouteilles plastiques (76 %). Plus des deux tiers des citoyens soutiennent la mise en place d'une interdiction des bouteilles plastiques de petit format (68 %). Ces chiffres démontrent la maturité de l'opinion vis-à-vis des mesures de la loi AGECE. Les Français ne s'y trompent pas : si nous voulons atteindre l'objectif de sortie du plastique jetable fixé par la loi AGECE pour 2040, l'État doit prendre ses responsabilités.

Les leviers sont donc nombreux pour soutenir le déploiement des alternatives aux plastiques à usage unique et c'est leur combinaison qui fonctionne. Il faut agir vite, la coalition mondiale des scientifiques pour le traité plastique le dit avec force. Pour cela, il est nécessaire de déployer l'ensemble des instruments de la politique publique : inciter, contraindre, soutenir. L'impératif environnemental comme sanitaire doit dicter les choix des pouvoirs publics.

⁶ LE MONDE (2024), « Le lobbying gagnant des industriels pour sauver les milliards de pots de yaourt et de barquettes de viande en polystyrène de l'interdiction », *Le Monde*, Stéphane Mandard, 17 juin 2024.

⁷ OPINIONWAY (2024), « Les Français et l'usage des bouteilles en plastique », OpinionWay, avril 2024.

Plastique à usage unique vs réemploi, comment les ACV sont dévoyées et comment y voir plus clair

Par Jean-Charles CAUDRON

Directeur de la Supervision des filières REP de l'Ademe

Les Analyses de Cycle de Vie (ACV) sont fréquemment utilisées comme argumentaire pour arbitrer entre deux solutions censées rendre le même service, comme comparer des solutions à usage unique ou réemployables.

Quelle confiance peut-on accorder à ces travaux et aux communications qui en sont faites par leur promoteur ? Quelle vigilance doit avoir un décideur et quels sont les points d'attention à étudier ?

Au travers d'exemples où les ACV ont été dévoyées par leurs promoteurs, nous essayons d'apporter une liste de questions clés préliminaires devant permettre d'y voir plus clair.

L'analyse de cycle de vie, ou ACV, est une méthode multicritère de quantification des impacts sur l'environnement d'un produit, d'un processus ou d'un service, en prenant en compte toutes les étapes de son cycle de vie : de la production des matières premières jusqu'à la fin de vie en passant par la fabrication ou le transport.

Elle est composée de quatre étapes :

- définition des objectifs et du champ de l'étude ;
- inventaire du cycle de vie ;
- évaluation des impacts ;
- interprétation.

L'ACV est un outil de comptabilité environnemental précis, mais les résultats obtenus (ou, du moins, la manière dont ils sont communiqués et mis en avant) peuvent être discutables.

De plus, l'ACV est une méthode dite "goal dependent" : les résultats sont conditionnés par l'objectif de l'étude, c'est-à-dire par la question que l'on se pose.

Il est impératif de considérer l'ACV, non pas comme un outil de mesure fiable et incontestable comme un chronomètre, mais bien comme un outil d'aide à la décision, en vue d'amélioration d'un *process* industriel, ou d'évaluation comparative entre deux *process* ou produits censés rendre le même service.

C'est dans ce deuxième usage de l'ACV que l'on rencontre le plus fréquemment des usages dévoyés de cet outil. En effet, afin de promouvoir la solution dont ils sont les porteurs, certains acteurs ne se contentent pas d'utiliser les outils de promotion et de communication classiques (publicité, etc.), mais souhaitent donner une image incontestable des vertus de leur solution au

travers d'informations à connotation scientifique, et utilisent de ce fait de plus en plus fréquemment les ACV comme vecteur de communication.

Dans ce contexte, comment savoir si on peut se fier ou non à ce type de résultats ? Un décideur auquel est soumis des conclusions basées sur des travaux d'ACV peut-il les utiliser en confiance ?

Nous allons essayer dans cet article d'illustrer au travers de deux exemples les points de vigilance que doit avoir un lecteur de publications basées sur des travaux d'ACV.

Tout d'abord, les analyses de cycle de vie sont encadrées par un certain nombre de normes internationales : ISO 14040 et ISO 14044. Celles-ci imposent un cadre général à la méthodologie ACV. Ce cadre général reste ouvert à différentes options qui peuvent se poser lors de la mise en œuvre d'une ACV. D'autres référentiels viennent préciser les exigences ISO 14040/44 et apportent un cadre plus strict d'application de la méthode. Ces exigences additionnelles peuvent concerner différents aspects des travaux : délimitations des frontières du système à prendre en compte, règles méthodologiques (par exemple les règles d'affectations), données spécifiques et données génériques, sources des données d'inventaire, impacts et méthode de caractérisation des impacts...

On peut citer le PEF (référentiel de la Commission européenne), ou dans le cas spécifique des comparaisons d'emballages, le cadre de référence de l'Ademe publié en 2022.

Présentation de l'Ademe

L'Ademe a en charge le suivi et l'observation des filières à responsabilité élargie des producteurs (REP), y compris sur les aspects performance environnementale, ainsi que l'Observatoire du réemploi et de la réparation.

Ensuite, une étude de sensibilité des hypothèses retenues dans les travaux doit être menée, afin de s'assurer de l'impact des hypothèses initialement retenues sur les résultats.

Enfin, le recours à une revue critique, analyse contradictoire menée par des experts indépendants, permet de vérifier la cohérence des hypothèses et la fiabilité des données utilisées.

La revue critique vérifie, au regard des objectifs de l'étude : la cohérence des méthodes utilisées avec les normes, ainsi que leur validité scientifique, le caractère approprié des données, la portée des interprétations, la transparence et la cohérence du rapport. Ce processus permet de challenger l'étude et de remettre en question les éléments clés qui influencent ses résultats.

En revanche, la revue critique ne vérifie pas les objectifs ni l'utilisation des résultats.

Ainsi, lorsque les résultats d'ACV sont fournis comme argumentaire à une prise de décision, il convient *a minima* de vérifier ces différents points.

Mais le respect de l'application de ces critères ne garantit en rien que les interprétations qui sont faites de ces travaux sont neutres.

Premier cas d'illustration

Prenons l'exemple des travaux d'ACV de différents contenants pour l'eau de source et minérale naturelle sur le marché français, réalisée par un grand producteur de bouteilles en plastique d'eau minérale. Il s'agit d'une étude, menée par un bureau d'étude réputé, ISO-conforme, ayant fait l'objet d'une revue critique. Ces travaux présentent donc tous les critères attendus sur ce type de travail. Ce qui est problématique, avec cette étude, ce n'est donc pas sa conduite que la communication volontairement partielle qui en est faite.

Ainsi, l'infographie diffusée se focalise uniquement sur l'eau plate et sur le CO₂, mettant en avant la pertinence de la bouteille plastique à usage unique dans ces cas de figure. Alors que des conclusions favorables au réemploi sont identifiées dans le rapport complet d'ACV, relatifs à l'eau gazeuse et à d'autres indicateurs d'impact. Elle conclut notamment que l'eau de lavage des options réemployable est nettement inférieure à celle de production des emballages. Elle donne même l'avantage à la bouteille en verre réemployé vs celle en PET à usage unique sur ce point concernant les eaux gazeuses. Or ces résultats ne sont jamais mentionnés dans les documents de communication sur ces travaux.

Deuxième cas d'illustration

Deux études ont beaucoup fait parler lors des négociations autour du PPWR¹ concernant l'usage unique en carton : une commanditée par un acteur international de la restauration rapide et une autre par des représentants de l'industrie des emballages en papier-carton². Les deux concluaient à un plus grand intérêt environnemental de l'usage unique par rapport à une solution plastique réemployable.

Dans ces travaux, là aussi présentés par leur promoteur comme étant basé sur des travaux ACV et donc *a priori* incontestables, une analyse rapide détecte des biais méthodologiques flagrants.

Ainsi, le rapport de l'étude ne cite pas clairement la méthode sur laquelle il base sa comparaison de six « scénarios de solutions circulaires pour la restauration sur place et à emporter ».

Il est évoqué un "data-driven assessment of different circularity solutions".

S'il s'agit d'un outil interne, sachant qu'on ne trouve aucune publication sur un cet outil avec une recherche rapide sur internet, il n'est pas possible de se faire une idée de sa pertinence et donc *a fortiori* des résultats qui en découlent.

S'il s'agit d'une ACV, rappelons que la méthode est encadrée par des standards (normes ISO 14 040 et 14 044) et qu'en l'état, le rapport n'est pas un rapport d'ACV conforme ISO, et qu'il ne fait aucun renvoi vers un document qui pourrait s'y apparenter. Il ne dispose pas non plus d'une revue critique publique.

Dans les biais identifiés, il y a notamment les *mix* énergétiques affectés à telle ou telle solution. L'usage unique se voit attribué un *sourcing* Europe, et l'usage réemployé un *sourcing* Asie et Chine, impliquant notamment une production beaucoup plus carbonée.

Cette pratique avait amené une cinquantaine de scientifiques experts de l'ACV à publier en septembre 2023 une lettre ouverte³. Elle s'adresse aux décideurs du Parlement européen participant aux débats sur le PPWR, avec l'objectif de les mettre en garde vis-à-vis de certaines études d'ACV comparant une solution d'emballage à usage unique à une solution d'emballage réemployable. Elle propose une *check-list* des points à vérifier systématiquement pour pouvoir accorder du crédit à une étude.

¹ Le projet de Règlement sur les Emballages et Déchets d'Emballages (Packaging & Packaging Waste Regulation ou PPWR en anglais a été voté le 22 novembre 2023 et vise à apporter un cadre législatif commun à tous les États membres de l'Union européenne pour atteindre des objectifs de réduction des déchets.

² European Paper Packaging Alliance.

³ <https://www.aware.polimi.it/wp-content/uploads/2023/09/open-letter-LCA-packaging.pdf>

Ainsi, un décideur qui se voit soumettre des travaux, pour se faire une première idée de la recevabilité d'une étude d'ACV comparative, devrait se poser un certain nombre de questions :

- Qui est le commanditaire de l'étude ? A-t-il un intérêt à aboutir à certaines conclusions ?
- L'étude se revendique-t-elle conforme aux normes ISO 14040/44 ? Est-elle soumise à revue critique ?
- Le document est-il un rapport d'ACV (conforme ISO) ou bien une synthèse (ou autre) ? Dans le second cas, le rapport complet d'ACV est-il rendu public ? Ainsi que l'avis de revue critique ?
- Les systèmes comparés sont-ils clairement décrits ? Sont-ils génériques ou spécifiques et le commanditaire peut-il prétendre au même niveau de connaissance des options comparées ?
- Quelle est la couverture géographique, temporelle et technologique de l'étude ?
- Quels sont les impacts environnementaux analysés ?
- La description des données utilisées et des principales hypothèses semble-t-elle claire et transparente ?
- Les résultats sont-ils présentés sous forme de graphiques, de tableaux numériques ? Des incertitudes y sont-elles associées ?
- Des analyses de sensibilité ont-elles été menées ?
- Les conclusions de l'ACV sont-elles bien mises en perspective avec l'objectif initial ? Les limites sont-elles clairement mentionnées ?

Dans le cas spécifique d'une ACV comparative entre usage unique et réemploi (emballage ou vaisselle), il convient d'avoir en tête certains aspects clés. Comme le soulignent les experts en ACV dans leur lettre ouverte, la principale « difficulté » est que l'on compare une solution à usage unique, généralement bien connue et maîtrisée, avec un modèle de réemploi, dans lequel plusieurs paramètres influencent sensiblement la performance environnementale alors qu'ils peuvent être difficilement maîtrisables (par exemple le taux de retour) ou prospectifs (par exemple, technologies de lavage, logistique de distribution).

Dès lors, plutôt que de poser la question « le réemploi est-il meilleur que l'usage unique ? », ces ACV devraient étudier « à quelles conditions le réemploi devient-il meilleur que l'usage unique ? ». Et, pour cela, identifier le seuil de rentabilité du réemploi en fonction des paramètres les plus influents, et mener des analyses de sensibilité.

Un traité international contraignant, pourquoi ? comment ?

Par Richard ROUQUET

Chargé de mission auprès du sous-directeur Économie circulaire, DGPR

Cet article, après avoir fait une synthèse de l'impact au niveau mondial des plastiques sur l'environnement et la santé, souligne l'importance de disposer, pour remédier à cette pollution plastique, d'un traité international, pour lequel des négociations sont en cours sous l'égide des Nations unies. À cette fin, trois objectifs sont à poursuivre simultanément : réduction de la production et de la consommation de plastique ; développement d'une économie circulaire et d'une gestion écologiquement rationnelle des déchets. Pour chacun de ces objectifs, des leviers et des mesures sont proposées.

L'analyse présentée dans cet article n'engage que l'auteur, en tant qu'expert, et ne préjuge pas des positions de négociation adoptées par la France et l'UE concernant le traité plastique. Par ailleurs, il ne décrit pas les mesures existantes en France et dans l'UE, objet d'un article séparé.

Le contexte

Aujourd'hui, le plastique, omniprésent dans nos vies, et quelles que soient ses qualités intrinsèques, a engendré, en raison de plusieurs facteurs, un problème planétaire qui s'aggrave, avec des enjeux de pollution et de santé, qui appellent une réponse internationale urgente.

Le plastique peut mettre jusqu'à des centaines d'années pour se décomposer, ce qui signifie qu'après avoir été rejeté dans l'environnement, il s'y accumule de façon critique. D'après les estimations, 30 Mt de déchets plastiques se sont désormais accumulés dans les mers et les océans, et 109 Mt dans les cours d'eau¹.

En 2019, 22 millions de tonnes de déchets plastiques ont été rejetées dans l'environnement, dont 12 % de microplastiques (voir Figure 1).

On estime que les déchets plastiques représentent 85 % des déchets marins², avec un impact avéré sur la biodiversité³ et les écosystèmes⁴, ainsi que sur la

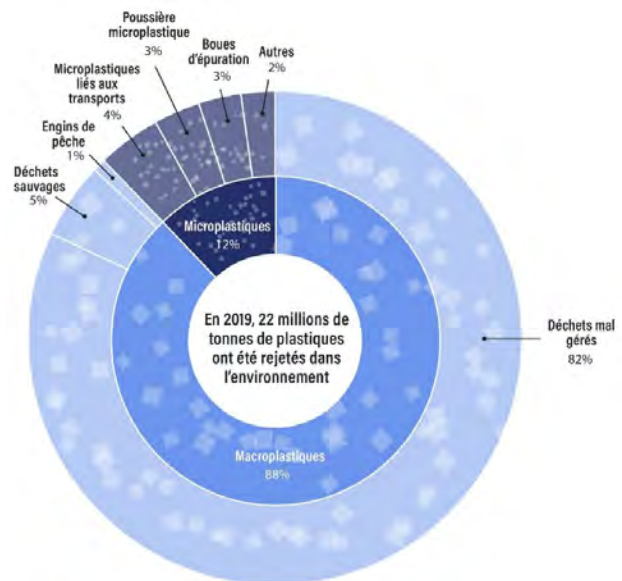


Figure 1 : Répartition des déchets plastiques rejetés dans l'environnement (Source : OCDE (2022), Perspectives mondiales des plastiques, volume 1).

capacité de séquestration carbone des océans⁵, et plus aucun endroit de la planète n'échappe à cette pollution y compris les zones les plus reculées. Les plastiques ont également un impact sur la pollution atmosphérique (particules fines de microplastiques émises lors de la phase d'usage ; polluants toxiques libérés dans

¹ À noter que ces plastiques présents dans les cours d'eau continueront de se déverser dans la mer pendant des décennies, même à supposer que l'on parvienne à réduire sensiblement la quantité de déchets plastiques mal gérés.

² Chaque minute, l'équivalent d'un camion poubelle de plastique se déverserait dans l'océan (Atlas du plastique, 2020, Break Free From Plastic).

³ 100 000 mammifères et 1 million d'oiseaux des mers meurent chaque année, piégés, étouffés ou empoisonnés par ces déchets. Près de 700 espèces marines sont menacées par le plastique, dont 17 % sont classées comme espèces menacées ou en danger critique d'après WWF.

⁴ Acidification et eutrophisation des milieux.

⁵ SHEN *et al.* (2023), "Recent advances in the research of the effects of microplastics on carbon conversion and carbon cycle", *Journal of Environmental Management*, Vol. 334, 117529, <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301479723003171>.

l'atmosphère lors de la combustion à l'air libre des plastiques, dont des dioxines, des furanes et des métaux lourds...) et en matière d'émission de gaz à effet de serre – GES (3,4 % des émissions mondiales de GES), contribuant ainsi à la crise climatique.

L'impact des plastiques sur la santé humaine est également une problématique inquiétante. Les microplastiques et les nano plastiques peuvent pénétrer dans la chaîne alimentaire et le corps humain (inhalation, ingestion). Par ailleurs, en raison de la présence de substances chimiques préoccupantes, notamment certains additifs ajoutés dans les polymères pour donner aux plastiques les propriétés souhaitées en fonction des applications, l'impact sur la santé, en fonction du risque d'exposition, peut se manifester sur l'ensemble du cycle de vie (production, phase d'utilisation, fin de vie). Enfin, la lixiviation se produisant dans les décharges non contrôlées est également un facteur impactant la santé.

Le Programme des Nations Unies pour l'Environnement (PNUE) évalue le coût annuel de l'ensemble de ces externalités négatives entre 294 et 460 milliards de dollars⁶.

Aujourd'hui, l'on se retrouve dans une impasse due à son utilisation croissante dans tous les secteurs (par ordre d'importance : emballages, bâtiment, transports, textiles, équipements électriques et électroniques, agriculture et pêche...).

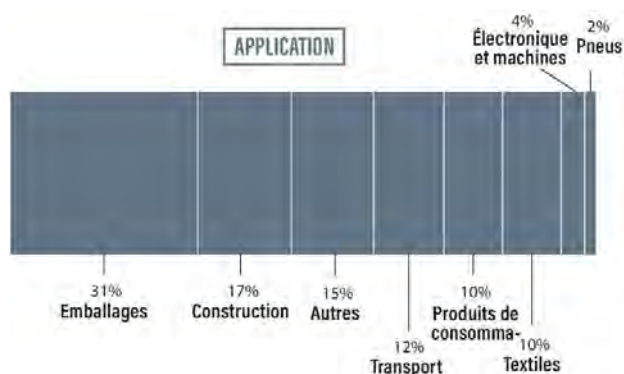


Figure 2 : Répartition des utilisations du plastique (Source : OCDE (2022), Perspectives mondiales des plastiques).

La production mondiale de plastiques a ainsi presque doublé entre 2000 et 2019 (et quadruplé en 30 ans, principalement due aux pays émergents, notamment en Asie) pour atteindre 460 millions de tonnes. Cette croissance est de 40 % supérieure à la croissance économique pendant cette période. L'OCDE prévoit que la consommation mondiale de plastique devrait être multipliée par 2,5 d'ici 2060.

Les pays en développement, bien que leur consommation de plastiques par habitant soit moindre (39,3 kg/hbt/an contre 155,8 pour les pays OCDE), sont devenus, en raison de leur difficulté à collecter et gérer les déchets, les principaux contributeurs à la pollution plastique (par contraste, les 38 pays OCDE ne sont à l'origine que de 14 % des fuites de déchets plastiques dans l'environnement). Même dans les pays développés, malgré des capacités de recyclage qui se développent, les infrastructures de gestion de la fin de vie ne peuvent faire face à la croissance non soutenable de la consommation de plastiques et du volume de déchets engendrés, appelant à des mesures de réduction.

Des négociations pour un traité plastique

Ces enjeux sont progressivement et partiellement pris en compte au sein de législations nationales et régionales (au premier rang desquelles l'Union européenne) mais ne pourront cependant se régler que dans un cadre international : la chaîne de valeur de production de matières et produits plastiques et leur commerce sont mondialisés ; et la pollution, notamment de l'air et des océans, ne connaît pas de frontière. C'est dans ce contexte, qu'après de nombreuses initiatives multilatérales, qui se limitaient souvent à la pollution des mers et océans et à la fin du cycle de vie des plastiques, la cinquième Assemblée des nations unies pour l'environnement (ANUE-5.2) a adopté le 2 mars 2022 une résolution historique⁷ : « Mettre fin à la pollution plastique : vers un instrument international juridiquement contraignant⁸ ».

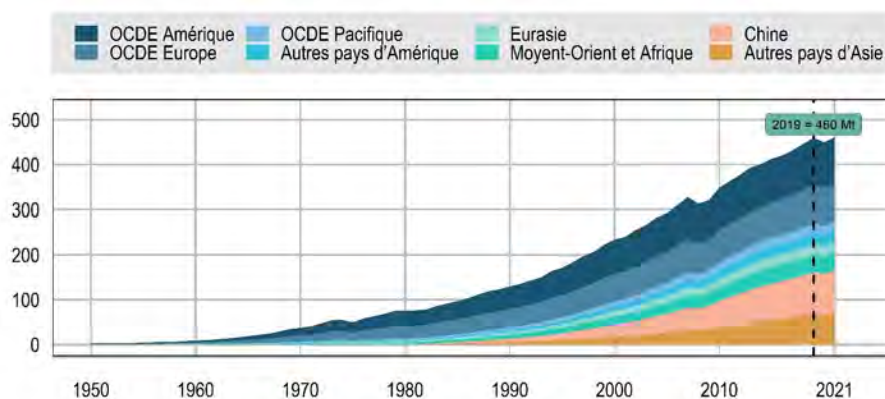


Figure 3 : La production mondiale de plastique, en Mt (Source : OCDE, Global Plastics Outlook database).

⁶ PNUE (2023), "Turning off the tap", p. 6.

⁷ Inger Andersen, directrice exécutive du Programme des Nations unies pour l'environnement (PNUE), a déclaré que cet accord est le plus important accord multilatéral international sur l'environnement depuis l'accord de Paris sur le climat.

⁸ <https://digitallibrary.un.org/record/3999257?v=pdf>

Celle-ci a ouvert la voie à des négociations (sous l'égide d'un comité intergouvernemental de négociation (CIN)), étalées sur deux ans et mobilisant les 193 États membres de l'ONU, et qui doivent aboutir fin 2024 à un texte comportant des mesures prenant en compte l'ensemble du cycle de vie des plastiques (voir Figure 4).

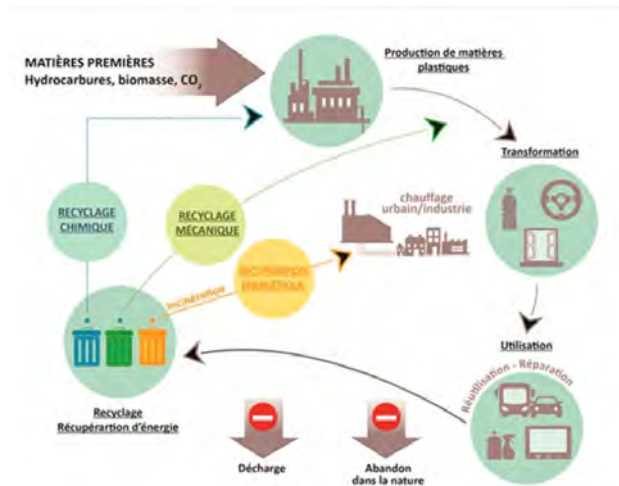


Figure 4 : Le cycle de vie des plastiques (Source : Planète énergies (2020), « Analyse du cycle de vie des matières plastiques »).

À cette fin, 5 sessions de négociations ont été prévues, la dernière aura lieu en Corée du Sud fin novembre. Une fois le texte finalisé, les États seront invités à le ratifier.

Dans le cadre de ces négociations, 66 pays, dont la France, soucieux d'obtenir un traité ambitieux se sont rassemblés au sein de la Coalition de la Haute Ambition⁹ (« HAC »).

À l'issue de la deuxième session de négociations internationales sur le sujet, qui s'est tenue à Paris du 29 mai au 2 juin 2023, un avant-projet de texte a été rédigé par le secrétariat du CIN (le PNUE) et publié en septembre 2023, le « zéro draft¹⁰ », pour servir de base aux négociations sur le traité.

Quels leviers d'action ?

Ce dernier document couvre un ensemble de thématiques et de mesures qui, si elles étaient toutes acceptées dans leurs options hautes par les parties à la négociation, constitueraient des leviers qui permettraient de répondre aux objectifs stratégiques suivants¹¹ pour réduire la pollution plastique.

Réduire la production et la consommation de plastiques

La production de polymères plastiques vierges (ou primaires)¹², issue à 99 % de ressources fossiles, contribue déjà à 3,4 % des émissions de GHS (dont 90 % pendant les phases d'extraction, de raffinage, et surtout de vapocraquage¹³ et de polymérisation, très intensives énergétiquement) et il est estimé que d'ici 2050 les plastiques représenteront 13 % du budget carbone restant¹⁴ pour contenir le réchauffement climatique en deçà des 1,5°C. Par ailleurs ces polymères, utilisés pour la production de produits en plastiques, se présentent essentiellement¹⁵ sous forme de granulés en plastique industriels (GPI), dont les pertes lors de leur production, stockage, transport et transformation contribuent à hauteur de 230 000 tonnes/an aux rejets dans l'environnement. Enfin, chaque étape de production des polymères engendre des émissions de substances toxiques¹⁶.

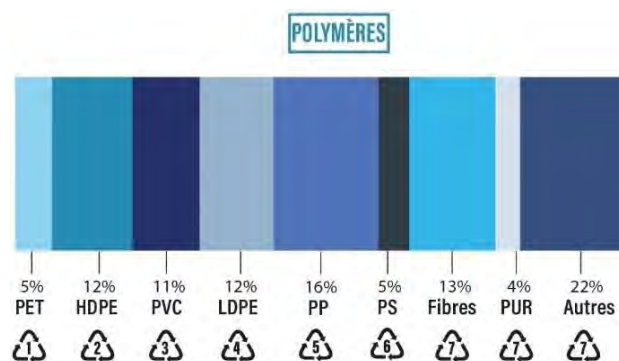


Figure 5 : Principaux polymères (Source : OCDE (2022), Perspectives mondiales des plastiques).

Le « zero draft » comporte une option d'avoir un objectif global de réduction de la production de polymères plastiques vierges qui donnerait une impulsion politique, ainsi qu'un signal pour le développement du recyclage. Le sujet des subventions, directes ou indirectes, à la production de plastique est également mentionné¹⁷.

¹² Rappelons que ce secteur n'est pas couvert par l'accord de Paris, basé par ailleurs sur une approche de contributions déterminées nationalement. Ce secteur constituera une part croissante de la demande en hydrocarbures.

¹³ Pour la production de précurseurs, principalement les monomères d'éthylène et de propylène. Cette étape de production peut marquer le début du cycle de vie des plastiques car la majorité de la production de monomères sert à la production de plastiques, contrairement aux étapes précédentes d'extraction et de raffinage qui servent de multiples secteurs.

¹⁴ Zero waste europe (2022), "Is net zero enough for the materials production sector?".

¹⁵ Mais également sous forme de poudre, fibres, flocons, pâtes ou liquides.

¹⁶ Notamment dioxyde de soufre, L-3 butadiène, monomères styréniques, oxyde de propylène, solvants (hexane, toluène...), catalyseurs, additifs comme les retardateurs de flamme ou les stabilisateurs...

¹⁷ On estime que dans les 5 prochaines années, plus de 1 400 usines de polymérisation devraient voir le jour.

⁹ <https://hactoendplasticpollution.org/fr/#>

¹⁰ <https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/43239/ZeroDraftFr.pdf>

¹¹ Similaires à ceux poussés par la HAC.

Quant à la réduction de la consommation, un focus est fait sur les produits plastiques problématiques¹⁸ au regard des objectifs du traité, et que l'on pourrait raisonnablement définir comme étant ceux qui :

- ont une forte probabilité d'être jetés dans l'environnement ou sont de faible durée de vie, voire à usage unique ;
- ne sont pas recyclables en pratique et à l'échelle ou réutilisables ;
- perturbent la capacité d'autres flux de déchets à être recyclés ou affectent la qualité ou la sécurité du recyclage ;
- contiennent des substances chimiques préoccupantes ;
- contiennent des microplastiques ajoutés intentionnellement ou libèrent involontairement des microplastiques.

Concernant les substances chimiques, plus de 16 000 sont utilisées pour la production ou présentes dans les produits et matériaux plastiques (tels que les additifs, comme les retardateurs de flamme, les plastifiants, etc. ; mais aussi des substances non ajoutées intentionnellement) ; 1 300 substances préoccupantes sont déjà connues (on y trouve des groupes de produits chimiques tels que les bisphénols, les phtalates, les PFAS (« polluants éternels »)...) pour être utilisées dans les plastiques et, par ailleurs, on manque d'informations sur la dangerosité pour 10 000 autres substances. Seul un faible pourcentage de ces substances est réglementé au niveau international¹⁹.

Pour les substances chimiques identifiées comme les plus préoccupantes²⁰, en utilisant les critères de danger les plus importants²¹, des listes d'élimination/restriction pourraient être élaborées, avec une approche par groupe de substances chimiques, sur la base d'une évaluation du risque en fonction des applications.

Par ailleurs, une obligation de transparence sur la composition chimique des matières et produits plastiques pourrait être exigée le long de la chaîne de valeur.

Sur le sujet des microplastiques, particules de plastique mesurant jusqu'à 5 mm de diamètre, ils proviennent de sources extrêmement variées allant des pneus, des revêtements routiers, des peintures « antifouling » des bateaux, aux produits de beauté, ces derniers contenant des microbilles, de minuscules particules utilisées

comme exfoliants. Les tissus synthétiques²² sont également une source importante de microplastiques. Les vêtements, lors de leur lavage, perdent des microfibrilles de plastique. Cela provoque chaque année le déversement d'environ 500 000 tonnes de microfibrilles dans les océans, l'équivalent de près de trois milliards de chemises en polyester. Les GPI (également appelés « larmes de sirène »), qui sont pour la plupart des microplastiques, représentent des pertes annuelles de 280 000 tonnes (moins de 0,1 % de la production totale de plastique). Les microplastiques résultent également de la dégradation progressive des déchets plastiques ou des plastiques biodégradables.

Il faut distinguer les microplastiques ajoutés intentionnellement, pour lesquels des mesures d'interdiction/restriction peuvent être prises pour au moins certains produits (cosmétiques...), des microplastiques émis non intentionnellement (tels que dans les pneus ou textiles synthétiques) pour lesquels des mesures d'écoconception, de prévention et de réduction peuvent être prises, à définir au cas par cas pour le type de produit concerné.

Enfin, concernant les plastiques problématiques qui se trouvent le plus souvent dans l'environnement ou sont de faible durée de vie ou non recyclables ni réutilisables, ils pourraient faire l'objet d'une élimination / interdiction quand ils sont évitables (non nécessaires ; existence d'une alternative viable économiquement (substitution par un autre matériau plus durable ; possibilité de passer d'un produit à usage unique à un produit réutilisable ou de rendre le produit recyclable)). Plus de 120 pays dans le monde ont déjà pris ce type de mesures pour certains de ces plastiques, notamment dans l'Union européenne ; on peut citer à titre d'exemple, les sacs en plastiques ; les plastiques oxodégradables ; certains emballages (en PVC ou en polystyrène expansé ou extrudé) ou produits à usage unique (bâtonnets ouatés ; sachets de thé ou tisane ; etc.). Quand ils ne sont pas ou difficilement évitables, des objectifs et/ou mesures de réduction pourraient être prises accompagnées d'efforts d'écoconception pour les rendre moins problématiques (par exemple réduction du poids unitaire).

Développer une économie circulaire pour les plastiques

Le réemploi, y compris le vrac, dans sa capacité à allonger la durée de vie des plastiques, permet de réduire le flux de déchets plastiques générés. À ce titre, sont proposées dans le « zero draft » du traité des mesures telles que le développement de standards ou de lignes directrices pour sa mise en place.

Concernant le recyclage, seuls 9 % des déchets plastiques sont recyclés au niveau mondial. Mais pour être recyclés, encore faut-il qu'ils soient recyclables, et à l'échelle et en pratique. Cela dépend notamment du/des polymères utilisés et des substances chimiques

¹⁸ Il n'y a pas de définition consolidée à ce stade dans le cadre des discussions sur le traité.

¹⁹ Notamment dans la convention de Stockholm, qui ne concerne que les polluants organiques persistants (POP).

²⁰ Au fur et à mesure de l'avancée des connaissances scientifiques, ce périmètre d'action est appelé à s'étendre.

²¹ Tels que cancérigène / mutagène / toxique pour la reproduction (CMR), perturbateurs endocriniens (PE), persistant bioaccumulable toxique (PBT), substances transportées sur de longues distances, polluants organiques persistants (POP), substances nocives pour la couche d'ozone.

²² 60 % des matières transformées en vêtements sont composées de plastique, notamment de polyester, d'acrylique et de nylon. Le développement de la *fast fashion*, en réduisant la durée de vie des vêtements, exacerbe l'impact environnemental de ce secteur.

ajoutées. Le rôle de l'écoconception en vue de la recyclabilité est à cet égard primordial. Une simplification des formulations chimiques utilisées et une réduction du nombre de polymères mis sur le marché contribueraient à cet objectif. Des lignes directrices pour l'écoconception en vue de la recyclabilité existent déjà, notamment pour l'emballage, de même que des obligations de recyclabilité dans l'UE pour certains produits (emballages).

La production mondiale de matières plastiques recyclées (MPR) – ou secondaires – a plus que quadruplé entre 2000 et 2019 pour passer de 6,8 millions de tonnes (Mt) à 29,1 Mt ; mais cela ne représente encore que 6 % de la production totale de plastiques.

Des obligations d'incorporation de MPR dans les produits voire les matières plastiques permettraient de réduire le coût de la MPR, en tirant l'offre par la demande, à condition d'investir simultanément dans le développement des infrastructures de recyclage pour assurer la disponibilité en volume et en qualité de la MPR.

À cet égard, des objectifs de taux de recyclage donneraient un signal important en direction des acteurs économiques pour procéder à ces investissements.

Pour cela, la mise en place de filières REP et/ou de taxes (principe du pollueur-payeur), notamment dans les secteurs les plus impactant comme les emballages, et d'incitations économiques, telles que des taxes sur la mise en décharge et sur l'incinération, sont des outils de politique publique couramment utilisés pour encourager le recyclage des déchets.

Assurer une gestion écologiquement rationnelle des déchets plastiques

Les travaux de l'OCDE montrent que :

- La production de déchets plastiques a plus que doublé pour s'établir à 353 Mt en 2019, contre 156 Mt en 2000, près des deux tiers provenant de produits plastiques dont la durée de vie est inférieure à 5 ans :

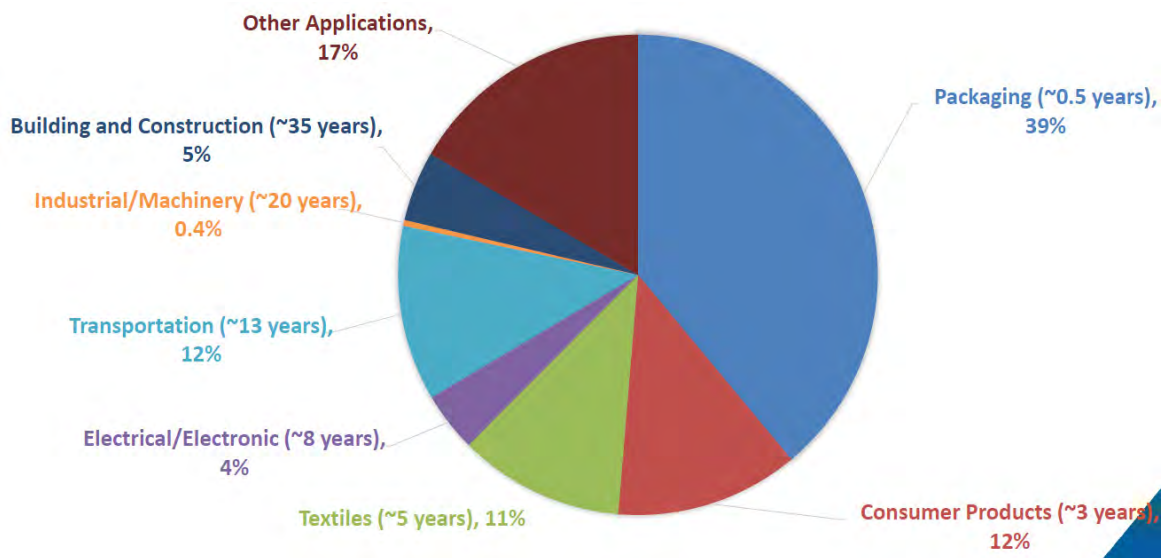


Figure 6 : Durée de vie moyenne des produits plastiques (Source : OCDE (2024), Vers l'élimination de la pollution plastique d'ici 2040).

emballages (40 %), biens de consommation (12 %), vêtements et textiles (11 %). La moitié de ce volume provient des pays OCDE (par habitant, elle s'établit annuellement à 221 kg aux États-Unis, 114 kg dans les pays européens membres de l'OCDE et 69 kg en moyenne au Japon et en Corée) ;

- On est loin d'avoir une économie circulaire des plastiques : sur les 15 % de déchets plastiques collectés pour recyclage, compte tenu des pertes qui ont lieu lors du recyclage, seuls 9 % des déchets plastiques ont été en fin de compte recyclés, tandis que 19 % ont été incinérés et près de 50 % ont fini dans des décharges contrôlées. Les 22 % restants échappent aux systèmes de gestion des déchets pour être abandonnés dans des décharges sauvages, brûlés à ciel ouvert ou rejetés dans l'environnement ;
- Les disparités de situation entre pays sont importantes, notamment entre pays développés et pays en développement.

Dans ce contexte, le développement d'une gestion écologiquement rationnelle des déchets est une thématique importante du « zero draft » du traité plastique, avec la fixation d'objectifs de taux de collecte et de recyclage, et le développement d'infrastructures de collecte, tri et traitement des déchets. L'interdiction de mauvaises pratiques telles que les déchets sauvages, l'incinération à ciel ouvert ou sans récupération de l'énergie, figure également comme proposition dans le « zero draft ». L'instauration de filières REP notamment pour le secteur de l'emballage contribuerait significativement à cet objectif, de même que des mesures de sensibilisation des citoyens.

Enfin, le sujet des engins de pêche, perdus ou abandonnés en mer, fait l'objet d'une attention spécifique dans le « zero draft » car, bien qu'ils ne représentent qu'1 % des rejets de déchets plastiques dans l'environnement (50 000 tonnes par an), ils ont un impact très important sur la biodiversité.

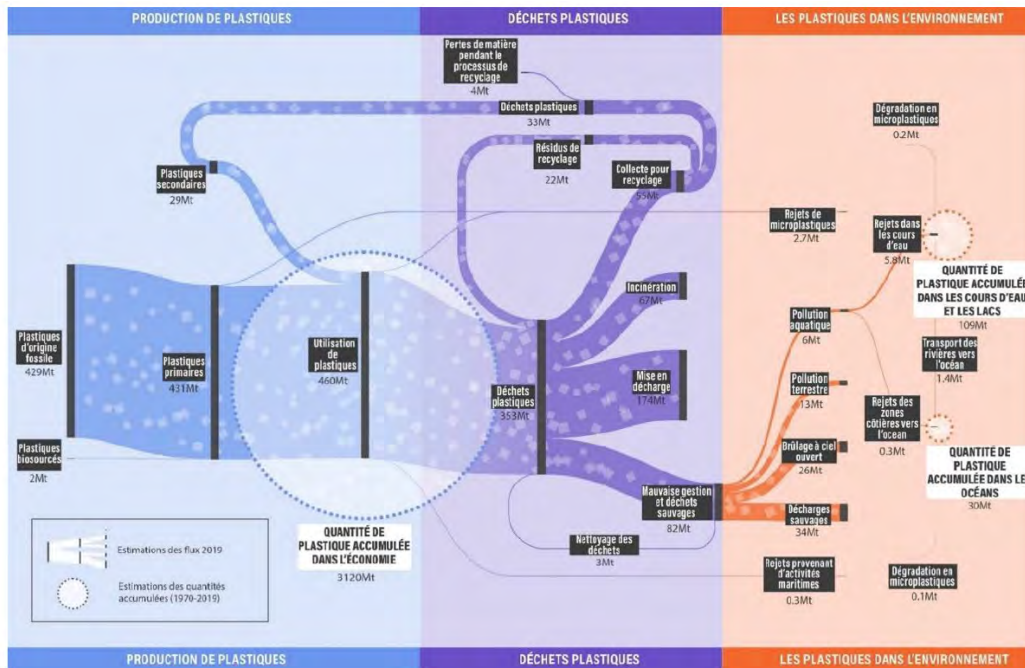


Figure 7 : Principaux flux de la production à la fin de vie (Source : Base de données des perspectives mondiales des plastiques de l'OCDE).

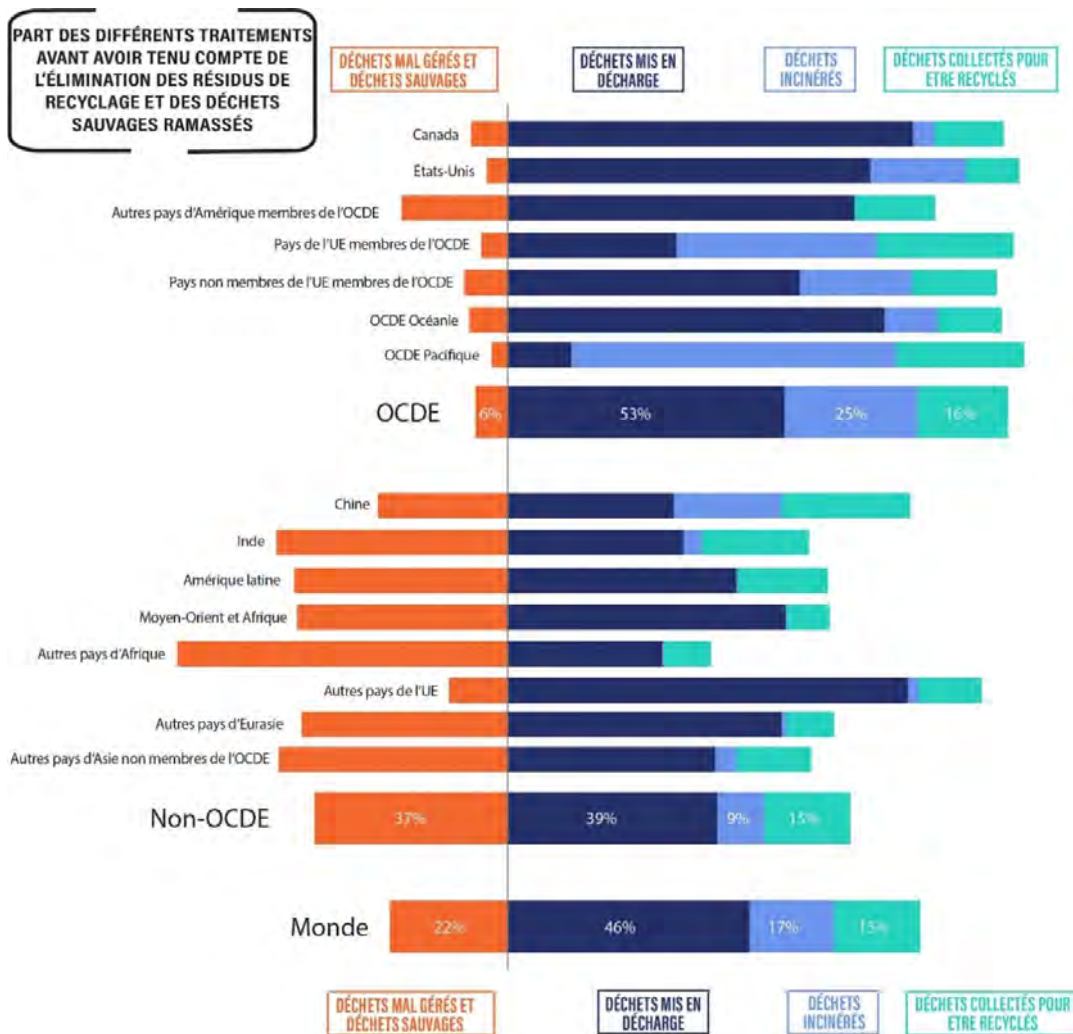


Figure 8 : Comparatif pays au regard de la gestion de la fin de vie (Source : OCDE (2022), Perspectives mondiales des plastiques).

Bibliographie

OCDE (2022), « Perspectives mondiales des plastiques ».

OFFICE PARLEMENTAIRE D'ÉVALUATION DES CHOIX SCIENTIFIQUES ET TECHNOLOGIQUES (2020), « Pollution plastique : une bombe à retardement ? ».

CESE (2023), « Vers un traité international sur la pollution par les plastiques : enjeux, options, positions de négociations ».

NORDIC COUNCIL OF MINISTERS (2023), "Towards ending plastic pollution by 2040: 15 global policy interventions for systems change".

Panorama des mesures prises par l'Union européenne

Par Laure DALLEM

Direction générale de la Prévention des risques (DGPR)

Si l'Union européenne a principalement légiféré, jusqu'en 2015, dans le domaine de la gestion « aval » des déchets plastiques (notamment des emballages plastiques), son champ d'action s'est progressivement élargi à la prévention des déchets (réduction de la consommation de plastiques et de la production de déchets, éco-conception, durabilité, réemploi), et à la lutte contre la pollution plastique de l'environnement, avec des mesures visant à limiter, voire interdire, des produits en plastique à usage unique, dont certains fortement générateurs de déchets marins.

Son panel de mesures s'est également enrichi de mesures visant à réduire la consommation des matières premières et à accélérer l'utilisation de matière issue du recyclage, dans une logique d'économie circulaire, là où elle comptait jusqu'alors sur les seuls engagements des acteurs publics et privés pour dynamiser les filières de recyclage.

Cette transition d'une logique de gestion aval des déchets plastiques vers une prévention des déchets régulée s'est exprimée par des mesures détaillées au travers de textes sectoriels, développés ci-après.

Sacs plastiques

En 2015, l'Union européenne adopte sa première législation visant à réduire la consommation de produits en plastique à usage unique, et leur incidence sur l'environnement.

La directive (UE) 2015/720 du 29 avril 2015 modifiant la directive 94/62/CE en ce qui concerne la réduction de la consommation de sacs en plastique légers¹ (figurant alors parmi les déchets les plus retrouvés dans l'environnement), impose aux États membres de réduire de manière significative la consommation des sacs plastiques à usage unique sur leur territoire, et pour y parvenir, de prendre des mesures pouvant aller jusqu'à des restrictions de mise sur le marché, une première dans ce domaine.

Stratégie sur les matières plastiques

En 2015, la Commission adopte son plan d'action en faveur de l'économie circulaire dans lequel elle fait des matières plastiques une priorité, et s'engage à « élaborer une stratégie visant à relever les défis que posent les matières plastiques tout au long de la chaîne de valeur et à tenir compte de la totalité de leur cycle de vie ».

En janvier 2018, elle annonce un ensemble de mesures visant à poursuivre la mise en œuvre de son plan d'action sur l'économie circulaire, la « stratégie euro-

péenne sur les matières plastiques dans une économie circulaire »².

Si l'objectif de découplage de la production de déchets plastiques, de la croissance économique, est mis en avant, le parti pris de la stratégie demeure le maintien d'une industrie du plastique dynamique et compétitive.

La Commission y annonce le lancement de nombreuses actions, de court terme (du fait de la perspective du changement de Commission en 2019), notamment sur la recyclabilité des plastiques, en mettant particulièrement l'accent sur les emballages (révision des exigences essentielles définies dans la directive emballages), une initiative législative sur les plastiques à usage unique, des travaux préparatoires à la restriction de l'usage des microbilles plastiques dans les cosmétiques et les détergents ainsi que des plastiques oxo-dégradables (plastiques conventionnels contenant des additifs qui, par oxydation, accélèrent leur fragmentation en microplastiques ou leur décomposition chimique).

La stratégie vise à renforcer le recours aux plastiques recyclés, dans le but de rattraper leur déficit de compétitivité par rapport aux plastiques vierges. La Commission appelle l'industrie et les acteurs publics à s'engager dans cette voie afin de stimuler les investissements en infrastructures de recyclage, et y annonce réfléchir à des mesures spécifiques dans la perspective de révisions de certaines directives (emballages, produits de construction, véhicules hors d'usage).

¹ <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/HTML/?uri=CELEX:32015L0720>

² <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/HTML/?uri=CELEX:52018DC0028&from=SK>

La Commission y annonce par ailleurs le lancement d'études visant à définir des mesures ciblées sur les sources de microplastiques à l'origine de pollution de l'environnement, tels que les textiles, les peintures ou encore les pneus.

Directive sur les plastiques à usage unique et les engins de pêche

En 2019, l'Union européenne adopte la directive (UE) 2019/904 du 5 juin 2019 relative à la réduction de l'incidence de certains produits en plastique sur l'environnement³ (ou directive SUP).

Saluée par tous comme historique, la directive consacre la lutte contre la pollution plastique au niveau européen, avec des mesures ambitieuses ciblant les dix produits plastiques les plus retrouvés dans l'environnement.

La directive s'inscrit dans le prolongement de la directive 2008/56/CE établissant un cadre d'action communautaire dans le domaine de la politique pour le milieu marin (dite directive-cadre « stratégie pour le milieu marin » ou DCSMM), qui impose aux États membres de prendre toutes les mesures nécessaires pour réduire les impacts des activités sur le milieu marin, et qui met au même plan, pour la première fois au niveau européen, la pollution liée aux déchets et celle, entre autres pressions exercées sur les écosystèmes marins, liée aux substances chimiques ou encore aux nutriments (eutrophisation).

La directive SUP prévoit des restrictions de mise sur le marché de certains produits en plastique à usage unique (couverts, assiettes, cotons-tiges, pailles, contenants alimentaires et pour boissons (pour la restauration rapide et la consommation nomade) en polystyrène expansé, etc.) pour lesquels il existe des alternatives, et pour d'autres, impose aux États membres qu'ils en réduisent de manière significative et durable la consommation sur leur territoire (cas des gobelets notamment). Les plastiques oxo-dégradables sont interdits.

Elle prévoit des mesures d'éco-conception des bouteilles plastique, comme l'obligation de bouchons « solitaires » des bouteilles (le bouchon doit rester attaché à la bouteille tout au long de son utilisation), et l'incorporation de matière recyclée (au moins 25 % d'ici à 2025 pour les bouteilles en PET, et au moins 30 % d'ici à 2030 pour toutes les bouteilles en plastique).

Elle impose également aux États membres d'atteindre un objectif de collecte de 90 % des bouteilles en plastique d'ici à 2029.

La directive renforce les exigences de base applicables à certaines filières à responsabilité élargie du producteur (REP), en imposant la prise en charge dans ce cadre des coûts des actions de sensibilisation, et des opérations de nettoyage des déchets abandonnés (réalisées par ou pour le compte des collectivités ou

gestionnaires d'espaces naturels). Elle prévoit en outre la mise en place de nouvelles filières REP : produits du tabac, engins de pêche (équipements de pêche et d'aquaculture contenant du plastique), lingettes humides, ballons de baudruche.

Ressource propre sur le recyclage des emballages en plastique

Une nouvelle source de recettes pour le budget de l'UE (« ressources propres ») pour la période 2021-2027, est introduite au 1^{er} janvier 2021⁴, fondée sur la quantité de déchets d'emballages plastiques non recyclés. Cette ressource s'ajoute aux trois principales sources de recettes actuelles pour le budget de l'UE, que sont les droits de douane, les contributions fondées sur la taxe sur la valeur ajoutée perçue par les États membres et les contributions fondées sur le revenu national brut).

Calculée sur la base de données rapportées par les États membres dans Eurostat, au titre d'obligations de déclaration prévue par la directive emballages (bientôt remplacée par le règlement du même nom), cette contribution vise à inciter les États membres à réduire les déchets d'emballages plastiques, et à stimuler l'économie circulaire.

Chaque État membre verse une contribution de l'ordre de 0,8 euro par kg d'emballages plastiques non recyclé, avec un mécanisme d'ajustement permettant d'éviter les contributions nationales excessives des États membres moins prospères.

Microplastiques

Plusieurs mesures ont été prises récemment par l'Union européenne pour réduire la pollution de l'environnement par les microplastiques : ceux ajoutés intentionnellement dans des produits, ceux issus de la dégradation de certains produits plastiques (rejets non intentionnels de microplastiques) comme avec la révision de la norme Euro 7⁵ sur les pneumatiques qui fixe des limites aux émissions de particules provenant de l'usure des pneus, ou encore ceux utilisés dans l'industrie de la plasturgie et à la base de la fabrication des produits en plastique (granulés plastiques industriels).

Restriction REACH

En 2023, la Commission adopte au travers du règlement (UE) 2023/2055 de la Commission du 25 septembre 2023 modifiant l'annexe XVII du règlement REACH, des mesures qui limitent les microplastiques ajoutés intentionnellement aux produits⁶ en vertu de la réglementation de l'UE sur les produits chimiques.

⁴ <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/HTML/?uri=CELEX:32020D2053>

⁵ https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/HTML/?uri=OJ:L_202401257

⁶ <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/HTML/?uri=CELEX:32023R2055>

³ <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/HTML/?uri=CELEX:32019L0904>

Les produits qui sont ainsi interdits à la vente, avec un calendrier de mise en œuvre allant jusqu'à 2035 (selon le type de produits) sont notamment les cosmétiques, les détergents, les engrais, les produits phytopharmaceutiques, les biocides, les dispositifs médicaux, et les granulés utilisés pour le remplissage des terrains de sport synthétiques.

Règlement sur les granulés plastiques industriels

En complément, la Commission publie en 2023, une proposition de règlement relatif à la prévention des pertes de granulés plastiques industriels⁷. Elle y propose des mesures visant à prévenir la pollution par les microplastiques due à la perte de ces granulés industriels.

La proposition, en cours de négociation, est construite autour d'un triple objectif : la prévention des déversements de granulés, le confinement des granulés déversés afin d'éviter leur libération dans l'environnement, et le nettoyage après un déversement ou une perte.

Cette proposition s'inspire notamment de mesures adoptées en France dans le cadre de la loi anti-gaspillage de février 2020⁸.

Communication sur un cadre d'action pour les plastiques biosourcés, biodégradables et compostables

La Commission publie en 2022 une communication⁹ précisant les conditions auxquelles les plastiques dits « biosourcés », « biodégradables » ou « compostables » doivent satisfaire, en matière d'utilisation, de gestion et d'information du consommateur.

S'agissant des plastiques « biosourcés », elle indique que la biomasse utilisée doit être issue de sources durables (avec application de critères de durabilité similaires à ceux utilisés dans le secteur de la bioénergie), une priorité devant être donnée aux résidus et aux déchets organiques plutôt qu'à l'utilisation de biomasse primaire, et la teneur doit être clairement indiquée.

Pour les plastiques « biodégradables », la durée, les conditions et l'environnement (sol, eau, etc.) dans laquelle a lieu la biodégradation du produit doivent être précisés, et les produits susceptibles d'être jetés dans la nature (notamment ceux couverts par la directive SUP) ne doivent pas être présentés comme étant biodégradables.

Concernant les plastiques « compostables », la Commission précise que leur utilisation doit présenter

un intérêt manifeste, et cite en exemple les sacs en plastique compostables en milieu industriel car susceptibles d'accroître la collecte séparée des biodéchets.

Règlement sur les emballages

En novembre 2022, la Commission publie un projet de règlement sur les emballages et déchets d'emballages¹⁰ visant à remplacer la directive n°94/62/CE du même nom (déjà modifiée par la directive sacs plastiques).

Le texte fixe notamment une trajectoire de réduction des déchets d'emballages, et prévoit des restrictions d'utilisation de certains formats d'emballages plastiques (suremballage des fruits et légumes frais non transformés, vaisselle jetable dans la restauration sur place, films de fardelage au point de vente, etc.).

Il impose que tous les emballages soient recyclables en 2030, et recyclés à l'échelle en 2035, et fixe des objectifs minimums de contenu recyclé dans les emballages plastiques. Les importations dans l'Union sont soumises à des conditions équivalentes en matière d'émissions, de critères de collecte séparée et le recyclage doit être effectué d'une manière respectueuse de l'environnement (« mesure miroir »). Le règlement prévoit la possibilité de donner un accès prioritaire (au prix du marché) à la matière recyclée aux secteurs ayant des obligations d'utilisation de matière recyclée.

Le règlement fixe également une liste très limitée d'emballages devant être obligatoirement compostables en milieu industriel.

Il est intéressant de noter que ce futur règlement clé sur les emballages, premiers consommateurs de plastiques à usage unique, s'inspire de plusieurs mesures adoptées en France avec la loi anti-gaspillage de février 2020¹¹ : réemploi dans le secteur de la restauration ou encore réduction de certains emballages plastiques (fruits et légumes notamment).

Ce règlement devrait être publié début 2025.

Exportation des déchets plastiques

Le commerce international de déchets plastiques a évolué après la fermeture du marché importateur chinois en 2018, amenant à repenser les transferts transfrontaliers de ces déchets (TTD). En 2024, l'Union européenne adopte des mesures visant à durcir, à compter de 2026, les conditions de transfert des déchets plastiques hors de l'UE.

Le règlement n°2024/1157 relatif aux transferts de déchets (qui remplacera l'actuel règlement n°1013/2006) interdit ainsi l'exportation de déchets plastiques vers des pays non membres de l'OCDE.

Pour les exports de déchets vers des pays de l'OCDE, il prévoit une procédure de consentement préalable,

⁷ https://environment.ec.europa.eu/publications/proposal-regulation-preventing-pellet-losses_en

⁸ Cf. loi n°2020-105 du 10 février 2020 relative à la lutte contre le gaspillage et à l'économie circulaire.

⁹ <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/HTML/?uri=CELEX:52022DC0682>

¹⁰ https://www.europarl.europa.eu/doceo/document/TA-9-2024-0318_FR.html#title2

¹¹ Cf. loi n°2020-105 du 10 février 2020 relative à la lutte contre le gaspillage et à l'économie circulaire.

et des audits des installations visant à s'assurer de la capacité de ces pays à gérer les déchets de manière durable.

Le règlement interdit par ailleurs les transferts pour élimination au sein de l'UE.

Cette mesure de restriction à l'export de déchet est assez unique dans le paysage international, plus habitué aux mesures protectionnistes à l'import. Quant aux restrictions à l'exportation, elles visent généralement à conserver des ressources exploitées (pétrole, terres rares) et non pas des déchets. Il est intéressant de noter qu'avec ces mesures de restriction des déchets plastiques, l'Europe accompagne sa stratégie de prévention et de gestion des déchets plastiques avec une intention de prévenir l'export de sa pollution plastique. Mais l'objectif de cette mesure s'inscrit également dans une logique industrielle, pour inciter les États membres et les entreprises à développer la logique d'économie circulaire du plastique – éco-conception et recyclage – dans une boucle de proximité intra européenne.

Conclusion

Ce panorama des mesures adoptées par l'Union européenne en moins de 10 ans traduit une dynamique nouvelle de prévention des déchets plastiques, s'inspirant d'initiatives prises dans les États membres, et en particulier la France. Dans une optique d'élargissement, les mesures prises par l'Union européenne sont également une source d'inspiration pour des pays n'ayant pas encore légiféré dans ce domaine et qui souhaitent le faire. Au moment où se négocie sous l'égide de l'Onu, un traité international pour mettre fin à la pollution plastique, l'Union européenne, qui est membre de la « coalition pour la Haute Ambition » dont l'ambition commune est de mettre fin à la pollution plastique d'ici 2040 en agissant notamment sur les niveaux de consommation et de production de plastique, et la gestion des déchets plastiques, doit faire entendre sa voix et promouvoir ce qu'elle a mis en place dans ces domaines.

La REP (Responsabilité des producteurs en matière de déchets) : une solution pour la diminution des plastiques

Par Jacques VERNIER

Président de la Commission inter-filières REP

La REP (responsabilité élargie des producteurs), confie aux producteurs la responsabilité de gérer les déchets issus de leurs produits. En général, les producteurs individuels cotisent à un « éco-organisme », qui exerce cette responsabilité pour leur compte. Les éco-organismes doivent respecter un « cahier des charges » imposé par l'État. Depuis peu, les cahiers des charges de certaines filières de produits impartissent des objectifs spécifiques de recyclage des plastiques ; ils encouragent aussi les producteurs à incorporer plus de matières premières recyclées dans leurs produits en abaissant leurs cotisations en cas de meilleure incorporation. Plus récemment encore, les cahiers des charges ont imposé des objectifs de réemploi, et même de réduction des quantités de produits mis sur le marché.

La conclusion de cet article est qu'il est trop tôt pour apprécier l'efficacité de toutes ces mesures, du fait de leur très récente mise en œuvre (2022, 2023 ou 2024).

Petit rappel sur la mécanique des REP

Dès 1975, la loi française sur les déchets avait prévu que « les producteurs, importateurs et distributeurs de produits » pourraient être tenus « de pourvoir ou de contribuer financièrement à l'élimination des déchets provenant de leurs produits ». Ainsi était créée la « responsabilité élargie des producteurs », la REP. Cependant, cette loi, désormais codifiée à l'article L.541-10 du code de l'environnement, a mis du temps pour être appliquée. La première filière REP n'a en effet été créée qu'en 1992 pour les emballages ménagers et 11 autres filières ont été créées entre 1992 et 2020, date à laquelle la loi « AGECE » (anti-gaspillage et économie circulaire) a décidé de créer 11 nouvelles filières, faisant ainsi de la France, de très loin, le « champion » des filières REP dans le monde (voir les Tableaux 1 et 2).

À noter que le système s'applique à toute entreprise qui met un produit sur le marché français, que ce produit soit fabriqué en France ou à l'étranger, qu'il soit vendu dans les commerces traditionnels ou par Internet. Le système ne pénalise donc pas les fabricants français.

Les producteurs peuvent exercer leur responsabilité individuellement, pour leurs propres produits, ou bien adhérer à un organisme collectif (un « éco-organisme ») ; c'est le cas le plus souvent, car les sys-

tèmes individuels sont très rares (sauf pour la filière « véhicules »).

Les éco-organismes sont des structures privées (sociétés ou associations) sans but lucratif, mises en place par les producteurs et agréées par l'État (pour des périodes allant de 1 à 6 ans). Pour être agréés, ils doivent répondre à un « cahier des charges » établi par l'État, qui fixe des objectifs à chaque éco-organisme ou système individuel, en termes de collecte des déchets, de réemploi, de recyclage, etc.

Les producteurs adhérents à un éco-organisme lui payent une « écocontribution » pour lui permettre de financer la gestion des déchets (collecte, tri, valorisation...). Les écocontributions peuvent être modulées (« éco-modulations ») par des primes ou des pénalités, qui encouragent les produits vertueux (déchets faciles à traiter, produits durables, produits incorporant des matériaux recyclés, etc.) et pénalisent les produits posant problème. Cette éco-modulation (L.541-10-3) incite donc à l'écoconception des produits mis sur le marché.

Notons enfin que les éco-organismes peuvent exercer leur responsabilité, soit en finançant des opérateurs publics (collectivités locales) ou privés qui gèrent les déchets (ils sont alors désignés comme éco-organismes « financiers »), soit en pourvoyant eux-mêmes à la gestion des déchets en en confiant la gestion à des opérateurs choisis après appel d'offres (ils sont alors

Tableau 1 : Filières REP existant au 1^{er} janvier 2024 (Source : code de l'environnement).

<ol style="list-style-type: none"> 1. Emballages ménagers* 2. Papiers imprimés* 3. Emballages professionnels de la restauration 4. Équipements électriques, électroniques et électroménagers 5. Véhicules hors d'usage 6. Piles et accumulateurs 7. Médicaments non utilisés 8. Pneus 9. Textiles, linges de maison et chaussures 10. Produits chimiques ménagers 	<ol style="list-style-type: none"> 11. Produits chimiques ménagers 12. Meubles 13. Bateaux de plaisance hors d'usage 14. Dispositifs médicaux perforants pour les patients en auto-traitement 15. Bâtiment : produits et matériaux de construction 16. Jouets 17. Articles de sport et de loisirs 18. Articles de bricolage et de jardin 19. Huiles minérales 20. Tabac-Mégots
<p>* Les deux filières « emballages ménagers » et « papiers imprimés » ont fusionné en vertu de la loi n°2023-305 du 24 avril 2023.</p>	

Tableau 2 : Filières REP créées par la loi AGEC et restant à créer (Source : loi AGEC).

<ol style="list-style-type: none"> 1. Gommages à mâcher synthétiques 2. Textiles sanitaires à usage unique (y compris les lingettes pré-imbibées) 	<ol style="list-style-type: none"> 3. Engins de pêche contenant du plastique 4. Aides techniques médicales 5. Emballages professionnels autres que ceux de la restauration
---	---

3 documents de référence parus en 2024 sur les REP :

- Rapport des Inspections, juillet 2024, https://igedd.documentation.developpement-durable.gouv.fr/documents/Affaires-0013919/015523-P_Rapport_publice.pdf
- Rapport de l'Assemblée nationale, mai 2024, https://www.assemblee-nationale.fr/dyn/16/rapports/cion-dvp/l16b2696_rapport-information
- Rapport du Secrétariat général pour la planification écologique, juillet 2024, 0f41bea6697253e5d3d90cd10b2caee732f5e16a.pdf

Voir aussi les nombreuses données sur les REP sur le site de l'Ademe.

désignés comme éco-organismes « opérationnels »). Certains éco-organismes sont à la fois opérationnels pour certaines tâches et financiers pour d'autres tâches.

Comment la mécanique des REP peut-elle contribuer à la réduction des plastiques ?

Comme chacun le sait, l'Europe et la France ont gravé dans le marbre la « hiérarchie » en matière de gestion

des déchets, la stratégie des 3R. Dans l'ordre hiérarchique : Réduction (des mises sur le marché), Réemploi (des objets usés), Recyclage (des matériaux composant les objets usés).

La mécanique des REP a certes permis des progrès, mais elle a progressé en sens inverse de la hiérarchie ci-dessus rappelée.

Le recyclage

Pendant toute la période précédant la loi AGEC, les cahiers des charges des filières REP n'ont comporté

pratiquement que des objectifs de recyclage (et de collecte séparée préalable au recyclage).

Les conditions de naissance de la première REP française, celle des emballages ménagers, en 1992, explique largement cette situation. Le but de cette première REP n'était pas seulement d'atteindre un progrès environnemental, mais de soulager les finances des collectivités locales, en faisant payer les producteurs à la place des contribuables locaux. Dès lors, le « système » finançait l'activité « traditionnelle » des collectivités locales : collecte et recyclage.

En tout état de cause, même si la plupart des REP contenaient des objectifs de recyclage, ceux-ci, jusqu'à une date récente, ne prévoyaient pas d'objectifs spécifiques pour le recyclage des plastiques. C'est seulement en 2022 qu'on a vu apparaître dans le cahier des charges¹ de la filière « emballages ménagers », l'objectif de 50 % en 2025 de recyclage des emballages plastiques fixé par la directive de 1994 sur les emballages, et l'objectif particulier de 90 % (en 2025) de recyclage des plastiques « problématiques » dont la gestion a été transférée des collectivités aux éco-organismes². Et c'est seulement fin 2023 que le cahier des charges³ de cette même filière a introduit un autre objectif particulier, celui du taux de collecte pour recyclage des bouteilles de boisson en plastique (77 % en 2025, 90 % en 2029), conformément à la directive de 2019 sur les produits en plastique.

Quant aux autres filières REP, on ne trouve de dispositions spécifiques (et très récentes !) concernant les objectifs de recyclage des plastiques que dans les quatre filières véhicules (65 % en 2026 et 70 % en 2028 pour deux plastiques : le polyéthylène et le polypropylène)⁴, meubles (pour les mousses de rembourrage et pour les plastiques hors mousse)⁵, textiles (50 % en 2025 et 90 % en 2028)⁶ et bâtiment (17 % en 2024 et 24 % en 2027)⁷. Rien de spécifique en revanche, dans les filières équipements électriques, articles de bricolage et de jardin, articles de sport et de loisirs, jouets, dans lesquelles le plastique est cependant très utilisé.

Reste qu'une chose est de fixer des objectifs de recyclage et une autre est de faire en sorte que les matières recyclables soient effectivement recyclées.

¹ Arrêté du 30/09/22.

² Arrêté du 15/09/22.

³ Arrêté du 07/12/23.

⁴ Arrêté du 20/11/23.

⁵ Arrêté du 12/10/23.

⁶ Arrêté du 22/11/22.

⁷ Arrêté du 10/06/22.

⁸ Attention, les taux de recyclage ne sont pas calculés de la même manière dans toutes les filières : dans les filières « emballages ménagers », le taux est calculé par rapport aux mises sur le marché d'emballage et pour la filière bâtiment il est fixé sur la même logique par rapport à un gisement de référence, alors que dans la plupart des autres filières, le taux est calculé par rapport aux déchets qui ont été collectés. Dans ce dernier cas, la quantité recyclée dépendra donc non seulement du taux de recyclage, mais du taux de collecte préalable au recyclage. Les faibles performances de collecte de certaines filières (textiles, équipements électriques, véhicules) aboutissent donc *in fine* à des quantités recyclées faibles.

Cela dépend bien sûr du prix des matières recyclables par rapport aux matières vierges. C'est pourquoi, pour inciter à l'incorporation de matière recyclée dans les produits neufs, le système des REP a prévu de moduler la contribution des producteurs en fonction de leur taux d'incorporation. Ceci est néanmoins très récent, également. En effet, avant la loi AGECE (2020), les contributions des producteurs ne pouvaient être modulées qu'au regard des facilités ou difficultés de traitement des déchets issus de leurs produits⁹. Mais, depuis la loi AGECE, le taux d'incorporation des matières recyclées est devenu un critère de modulation des contributions. Cependant, ce critère n'a été introduit récemment que dans quelques filières : les emballages ménagers¹⁰, les véhicules¹¹, les meubles¹². Rien dans les autres filières.

Néanmoins, le caractère insuffisamment incitatif de ces éco-modulations est souvent observé (voir *infra* Les limites des outils de la REP).

Enfin, il faut noter que même en présence d'un objectif, encore faut-il que cet objectif soit atteint. Dans la filière « emballages ménagers », l'écart entre le taux objectif de recyclage (50 % en 2025) et le taux observé de recyclage (23 % en 2021), est souvent pointé¹³. Cela interroge les mécanismes de sanction de la non atteinte des objectifs (voir ci-dessous, Les limites des outils de la REP).

Le réemploi

Bien que « hiérarchiquement » mieux placé que le recyclage comme mode de gestion des objets usagés, le réemploi est resté longtemps le parent pauvre des cahiers des charges des éco-organismes.

Avant la loi AGECE, un seul cahier des charges, celui de la filière meubles, contenait un objectif chiffré de réemploi.

Depuis la loi AGECE, la plupart des filières contiennent un tel objectif, lorsque le réemploi est pertinent, comme le montre le tableau ci-après, qui illustre des ambitions très variables selon les filières.

Cela a bien sûr un impact sur la consommation de matières plastiques.

Pour booster le réemploi, la loi AGECE a créé un fonds réemploi dans six filières (équipements électriques, jouets, articles de sport et de loisirs, articles de bricolage et de jardin, textiles, meubles), égal à 5 % des contributions reçues par les éco-organismes ou les systèmes individuels (et parfois même majoré par le cahier des charges, notamment dans les deux filières meubles

⁹ Article L541-10-VII du code de l'environnement avant la loi AGECE : les contributions peuvent être « modulées en fonction de leur impact en fin de vie ». C'est ainsi que le PET opaque des bouteilles de lait, difficile à recycler à l'époque, s'était vu pénaliser par un doublement de sa contribution.

¹⁰ Arrêtés du 25/12/20 et du 07/12/23.

¹¹ Arrêté du 20/11/23.

¹² Arrêté du 12/10/23.

¹³ Attention, il s'agit des taux calculés nouvellement, selon la méthode européenne, laquelle aboutit à des chiffres sensiblement inférieurs (de 10 points) aux chiffres français qui préexistaient.

Tableaux 3 : Objectifs de réemploi par filière (Source : loi AGECE).

Filière	Objectifs de réemploi (par rapport aux quantités mises sur le marché)
Emballages ménagers	5 % en 2023 – 10 % en 2027
Emballages de la restauration	10 % en 2027
Équipements électriques	2 % en 2023
Jouets	6 % en 2024 – 9 % en 2027
Articles de bricolage et de jardin : <ul style="list-style-type: none"> • Appareils thermiques • Appareils de bricolage • Articles d'entretien du jardin 	5 % en 2024 – 11 % en 2027 4 % en 2024 – 10 % en 2027 2 % en 2024 – 5 % en 2027
Articles de sport et de loisirs : <ul style="list-style-type: none"> • Cycles non motorisés • Appareils de sport et de plein air 	9 % en 2024 – 14 % en 2027 4 % en 2024 – 5 % en 2027
Déchets du bâtiment	2 % en 2024 – 4 % en 2027
Textiles	8 % en 2024 – 15 % en 2028
Pneus	17 % en 2024 – 19 % en 2028

et textiles). La loi a cependant limité les bénéficiaires de ce fonds aux acteurs du réemploi appartenant à l'ESS (économie sociale et solidaire). Un effort financier analogue en faveur du réemploi est demandé à la filière emballages, mais n'est pas *stricto sensu* un « fonds réemploi », et peut donc être alloué à d'autres acteurs que l'ESS.

À noter aussi que dans la filière « emballages ménagers », la possibilité a été introduite récemment¹⁴ d'éco-moduler les contributions des producteurs en octroyant des primes aux producteurs d'emballages réemployables.

La loi AGECE a aussi créé un fonds réparation dans les six mêmes filières. La réparation, en augmentant la durée de vie des produits, a le même effet que le réemploi en termes d'économie de matières premières.

Certes ces fonds viennent seulement d'être mis en œuvre, mais leur démarrage très lent, voire poussif, a été pointé et regretté par de nombreux acteurs. Au point que le rapport des inspections générales propose que ces fonds soient gérés par l'Ademe plutôt que par les éco-organismes, ce rapport estimant que les producteurs, qui administrent les éco-organismes, sont en situation de conflit d'intérêt, du fait que les produits réemployés seraient en concurrence avec les produits neufs.

La réduction

Si le réemploi n'a été introduit que depuis deux ou trois ans dans les cahiers des charges des filières REP, la réduction des quantités de déchets (et, partant, de la production de produits neufs) n'a été introduite qu'en-

core plus récemment¹⁵ et, pour l'instant, uniquement dans la filière des emballages ménagers. Elle concerne notamment les emballages en plastique, en rappelant les différents objectifs issus de la loi AGECE :

- réduction de 15 % des emballages ménagers à l'horizon 2030 par rapport à 2010¹⁶ ;
- réduction de 20 % des emballages plastiques à usage unique à l'horizon 2025 par rapport à 2018¹⁷ ;
- réduction de 50 % des bouteilles en plastique à usage unique à l'horizon 2030 par rapport à 2018¹⁸.

Comme bien sûr les éco-organismes n'ont aucun pouvoir pour obliger les producteurs à respecter ces objectifs, ils ne peuvent que les y inciter, notamment par l'éco-modulation de leurs contributions. C'est ainsi que le nouveau cahier des charges de la filière « emballages ménagers » prévoit, en ce qui concerne le plastique, des primes ou pénalités pour réduire, par exemple :

- la production de récipients en plastique pour boissons à usage unique ;
- la production d'emballages de groupement en plastique à usage unique (par exemple les films plastiques pour les packs de bouteilles).

La question de l'usage de la mécanique des REP pour réduire la production s'était déjà posée dans la filière textile, lors de l'adoption de son nouveau cahier des charges, fin 2022. En dépit des avancées considé-

¹⁴ Arrêté du 07/12/23.

¹⁵ Arrêté du 07/12/23.

¹⁶ Loi AGECE L541-1 (1° du I).

¹⁷ Loi AGECE L541-10-17.

¹⁸ Loi AGECE L541-10-11.

rables¹⁹ de ce nouveau cahier des charges, les ONG ne l'avaient pas voté, au motif qu'il ne comportait pas de mesure de réduction de la *fast-fashion*. Le débat a rebondi récemment, quand on s'est ému de l'irruption de l'*ultra-fast-fashion*. Et cette émotion a débouché sur une proposition de loi consensuelle prévoyant, notamment, de pénaliser la rotation trop rapide des collections de vêtements par une pénalité pouvant aller jusque 50 % du prix de vente. Le cours de cette proposition de loi s'est malheureusement interrompu du fait de la dissolution de l'Assemblée nationale intervenue en juin 2024.

Les limites des outils de la REP

De multiples objectifs sont assignés aux éco-organismes. Il est donc essentiel, pour l'efficacité du « système », que le non-respect de ces objectifs puisse être sanctionné. Or la quasi-absence de sanction (jusqu'ici...) a été pointée dans plusieurs rapports. En réalité, les sanctions possibles, avant la loi AGECE, étaient soit dérisoires (amendes minuscules), soit « atomiques » (retrait de l'agrément de l'éco-organisme). La loi AGECE (2020) a créé un régime de sanction complexe mais potentiellement efficace. Il est évidemment trop tôt pour le juger, car les objectifs de tous les nouveaux cahiers des charges n'ont été fixés que depuis 2021, et leur respect ne pourra donc être apprécié que d'ici 3 à 4 ans. Plusieurs rapports ont pointé, cependant, le risque que l'État ne mette pas en place les moyens humains suffisants pour évaluer les résultats et prononcer les sanctions et ont imaginé la création d'une autorité indépendante pour exercer cette mission.

Mais là n'est peut-être pas la plus grande difficulté. Le problème principal est que les éco-organismes ne sont pas « seuls au monde » et que leur efficacité dépend de celle de leurs partenaires.

À l'amont, les progrès des producteurs en matière d'éco-conception, d'incorporation de matières premières recyclées ou de réduction des mises sur le marché ne peuvent être qu'incités par les éco-organismes grâce à l'éco-modulation des contributions payées par les producteurs, mais cette incitation a été longtemps très faible. Avant la loi AGECE, le malus portant sur une contribution pouvait conduire à doubler celle-ci. Mais comme la contribution d'un producteur à la REP est en moyenne très faible (moins de 1 % du prix du produit), son doublement était peu pénalisant. Heureusement, la loi AGECE a fait sauter ce plafond et, désormais, les primes ou pénalités peuvent atteindre 20 % du prix du produit (et même 50 % dans la filière textile si la proposition de loi anti *fast-fashion* arrive à son terme - voir ci-dessus).

À l'aval, les éco-organismes rappellent souvent qu'ils ne peuvent être considérés comme entièrement responsables de la gestion des déchets, notamment lors-

qu'il s'agit d'éco-organismes simples financeurs d'opérateurs publics (collectivités locales) ou privés, sans que le financement soit suffisamment dépendant de la performance des opérateurs.

En outre, dans certaines filières (véhicules, équipements électriques), les éco-organismes se plaignent de la concurrence des circuits illégaux.

Enfin, et surtout, les éco-organismes n'ont pas ou peu de prise sur le premier maillon de la gestion des déchets, c'est-à-dire la collecte ; peu de prise sur l'acte (vertueux ou non vertueux) du détenteur initial de déchets, surtout lorsqu'il s'agit de particuliers²⁰. Les taux de collecte très faibles de certaines filières (textiles, équipements électriques) ont été pointés. « Corriger le comportement d'une « multitude » de particuliers pour qu'ils apportent leurs déchets au bon endroit et ne les « balancent » pas dans la nature est un vrai défi. La reprise sans frais des déchets par les distributeurs dans une douzaine de filières, la reprise sans frais des déchets de bâtiment par un vaste réseau maillé de points de reprise, la reprise sans frais des épaves de véhicules ou de bateaux sur le lieu même où elles se trouvent sont des progrès, dus pour beaucoup d'entre eux à la loi AGECE. Mais sont-ils suffisants ? D'aucuns pensent que le « sans frais » est insuffisamment incitatif et qu'il faudrait déplacer le curseur et verser une prime aux détenteurs de déchets qui font le bon geste (prime au retour des véhicules, consigne des récipients de boisson, etc.). D'autres (dont l'auteur du présent article...) pensent même à une consigne généralisée sur un très grand nombre d'objets.

Conclusion

La mécanique française des REP est très intéressante, surtout depuis qu'elle a été considérablement améliorée très récemment par la loi AGECE (2020). Elle n'évitera pas le principal talon d'Achille de la gestion des déchets : la multiplicité et la dispersion des acteurs...

¹⁹ Auparavant, la filière textile était une filière très partielle, qui ne finançait que le tri des textiles. Le nouveau cahier des charges (arrêté du 23/11/23, prévoit de financer aussi la collecte et le traitement et comporte en outre un fonds réemploi très supérieur aux 5 % prévus par la loi.

²⁰ La collecte est bien meilleure quand elle est faite dans un circuit professionnel, par exemple pour les pneus : on démonte rarement son pneu soi-même, cela est fait par un garagiste...

Emballages plastiques, comment le principe pollueur payeur permet de mutualiser les moyens pour agir ?

Par Laurent GRAVE-RAULIN

Directeur des Affaires publiques et juridiques de Citeo

Les emballages ménagers en plastique sont à l'origine d'impacts environnementaux, tant en termes d'émissions de CO₂, que d'érosion de la biodiversité. Pourtant, leur production ne faiblit pas, et leur recyclage (24,5 % en 2022) reste modeste au regard des objectifs réglementaires. Face à ce constat, la France dispose d'un outil introduit dès 1975 au service de la prévention et de la gestion des déchets : la responsabilité élargie du producteur (REP). Inspirées du principe pollueur payeur, les filières REP sont organisées autour d'éco-organismes mutualisant les moyens financiers des entreprises « metteurs en marché » d'emballages. Alors que des investissements de taille ont été réalisés pour élargir la collecte et améliorer le recyclage des emballages en plastique, les filières REP doivent désormais réaliser un saut de performance en matière de recyclage, mais aussi de réduction et de réemploi. Là encore, les solutions résideront dans la construction de dispositifs nationaux mutualisés.

Emballages ménagers en plastique : des tendances à infléchir pour réduire leur impact

Un gisement en augmentation et partiellement recyclé

En 2022, la France a versé 1,3 milliard d'euros à l'Union européenne au titre de la contribution nationale sur les emballages en plastique non-recyclés, dont 700 mil-

lions d'euros relevant des emballages consommés par les ménages, dits « ménagers », et 600 millions d'euros correspondant aux emballages utilisés par des professionnels. Cela a fait de la France le second contributeur de l'Union européenne, derrière l'Allemagne. Cette contribution, évaluée sur la base des tonnes d'emballages en plastique non-recyclés, met en évidence d'une part, la quantité importante d'emballages en plastique mis en marché en France et, d'autre part, l'enjeu lié à leur recyclage.

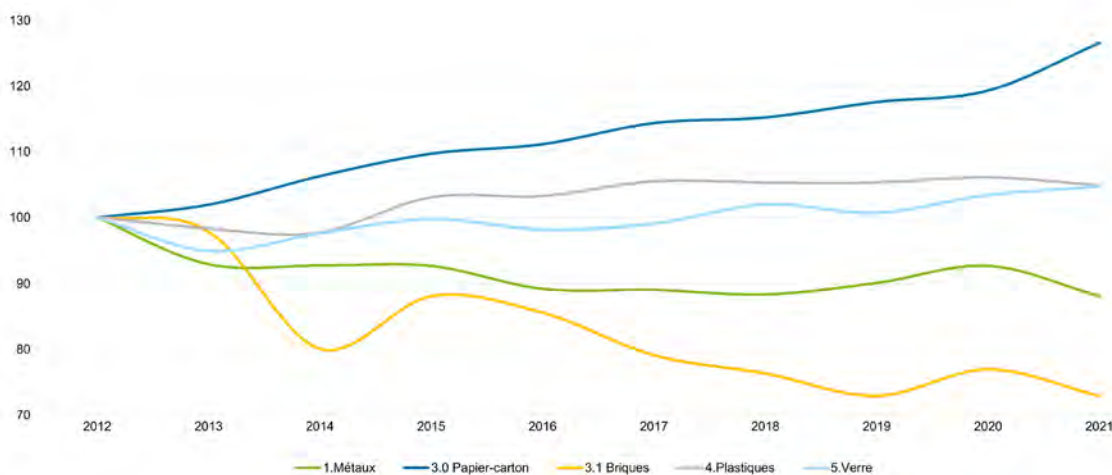


Figure 1 : Évolution du gisement par habitant - Indice 100 (périmètre global)
(Source : Citeo, Déclarations annuelles, 2012 - 2021).

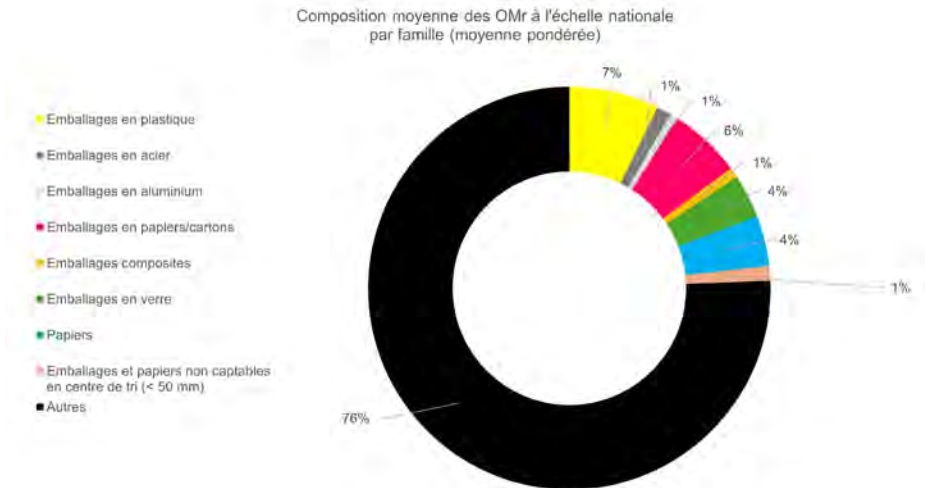


Figure 2 : Part des emballages et papiers dans les ordures ménagères résiduelles (OMR), par matériau (2021) (Source : Citeo, étude CEPOM, 2022).

Les données relatives aux emballages ménagers en plastique disponibles¹ permettent de préciser ce postulat. Tout d'abord, on constate une croissance, quoique dans la moyenne, des quantités mises en marché. En 2022, 1,22 million de tonnes ont été mises en marché sur les 5,1 millions de tonnes d'emballages ménagers, tous matériaux confondus. Cela représente une augmentation de 13,7 % des tonnages par rapport à 2012 et de 10 % en kilogrammes par habitants puis une stagnation depuis 2018.

Parmi ces emballages ménagers en plastique, un quart est recyclé (24,5 %), contrastant avec le taux de recyclage global des emballages ménagers, qui s'élève à 65,5 %².

Le premier enjeu est celui de la collecte : ce chiffre s'explique par la part encore importante d'emballages

en plastique qui ne sont pas triés par les citoyens dans le bac jaune, et qui sont donc dirigés vers l'incinération ou le stockage avec les ordures ménagères résiduelles (OMR).

En 2021, on estimait ainsi que les emballages représentaient un quart des OMR, soit 3,5 millions de tonnes, dont une majorité d'emballages ménagers en plastique, qui échappent à la collecte sélective en vue du recyclage³.

Un second enjeu est celui de la recyclabilité : parmi les emballages en plastique qui sont collectés et triés, une partie ne peut pas être recyclée, ne disposant pas d'une filière de recyclage opérationnelle.

En effet, 65 % des emballages en plastique sont recyclables, correspondant aux emballages historique-

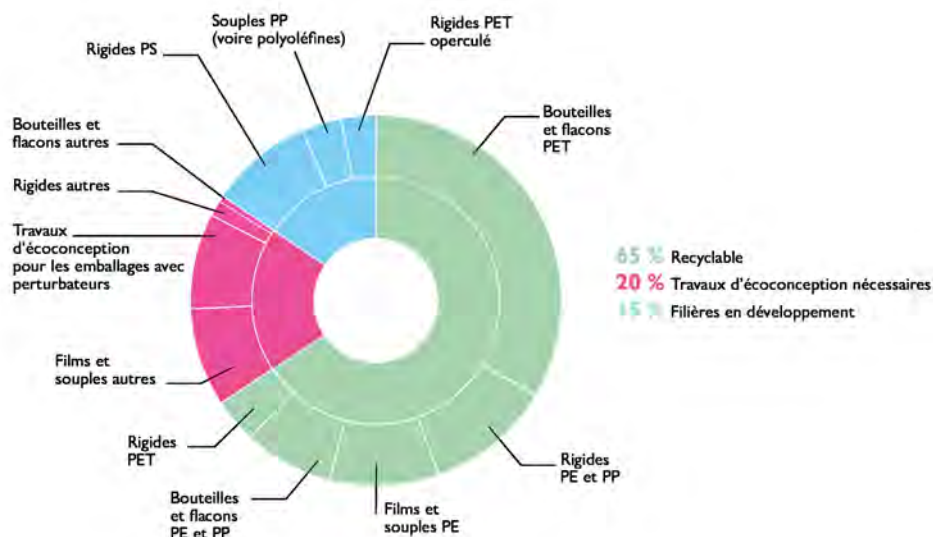


Figure 3 : Recyclabilité des emballages en plastique en 2020 (Source : Citeo).

¹ Elles sont publiées annuellement par l'éco-organisme Citeo.

² Nouvelle méthodologie européenne de calcul du taux de recyclage.

³ Étude CEPOM 2022.

ment triés par les habitants – bouteilles et flacons en polytéréphtalate d'éthylène (PET) –, tandis que 15 % d'entre eux font l'objet d'une filière de développement, qui pourra voir le jour dans les 5 ans à venir. Il s'agit des emballages en polystyrène (PS), des pots et des barquettes operculés en PET, des films en polypropylène (PP) et polyéthylène (PE) et des bouteilles en PET coloré ou opaque blanc. Les 20 % d'emballages restants ne sont pas recyclables et nécessitent des travaux d'écoconception.

Des impacts environnementaux divers à réduire

Or, ces emballages en plastique, en particulier lorsqu'ils ne sont pas recyclés, sont à l'origine d'impacts environnementaux importants, tant en termes d'émissions de CO₂ que d'érosion de la biodiversité.

Selon une étude menée par Carbon 4 pour Citeo, les emballages ménagers en plastique seraient ainsi à l'origine de l'émission de 2,7 millions de tonnes de CO₂ en 2020, soit plus que n'importe quel autre matériau.

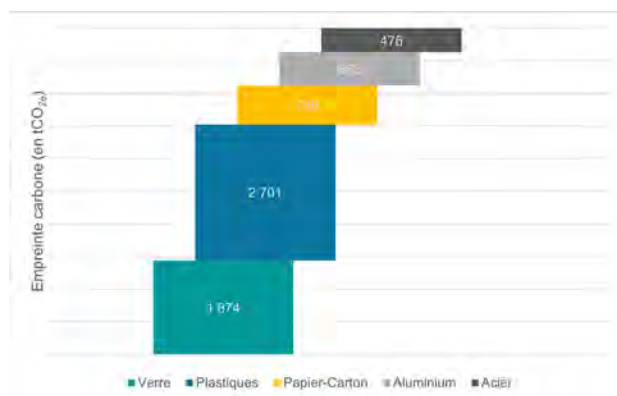


Figure 4 : Décomposition de l'empreinte des emballages ménagers par matériau en 2020 (Source : Étude Carbon 4 pour Citeo, 2022).

Cet impact environnemental est généré tout au long de la chaîne de valeur des emballages en plastique : le processus de production de polymères plastiques vierges est émetteur de gaz à effet de serre et exerce une pression sur les ressources naturelles, de l'extraction des matières premières à la transformation ; en aval, l'élimination des déchets, qu'il s'agisse de l'incinération ou du stockage, libère des gaz à effets de serre et génère des émissions toxiques. Enfin, la fuite de déchets en plastique dans l'environnement est un danger pour la biodiversité, dès lors qu'ils ont de fortes probabilités de se retrouver en mer : l'Union Internationale pour la Conservation de la Nature (UICN) estime ainsi que 700 espèces marines sont touchées, dont 17 % sont menacées ou en danger.

Au regard de ces éléments, il apparaît nécessaire de favoriser une économie circulaire qui permette de réduire l'impact environnemental des emballages en plastique, en réduisant les ressources utilisées et les déchets produits, à travers la réduction des unités ou du poids des emballages, la prolongation de leur durée d'usage ou encore le recyclage de la matière.

La responsabilité élargie du producteur, un système collectif pour réduire l'impact environnemental des emballages

La REP, une application du principe pollueur payeur aux déchets

L'OCDE adopte dès 1972 le principe pollueur payeur comme principe économique visant à imputer les coûts associés à la lutte contre la pollution à l'acteur économique qui en est à l'origine, avec pour objectif de favoriser les activités moins polluantes. En France, la loi du 15 juillet 1975 prévoit l'application de ce principe pour les déchets. Elle dispose qu'« il peut être fait obligation aux producteurs, importateurs et distributeurs de ces produits de contribuer à l'élimination des déchets qui en proviennent ».

Ce principe économique s'est traduit en France par la mise en place d'une filière à responsabilité élargie des producteurs (REP) créée sous l'impulsion des entreprises de la grande consommation – en particulier d'Antoine Riboud, alors président-directeur général de Danone et de Jean-Louis Beffa, président-directeur général de Saint-Gobain. Elles s'organisent, en partenariat avec les collectivités, portées par des élus engagés comme Jacques Pélissard qui deviendra président de l'Association des Maires de France (AMF), pour financer et organiser la gestion de la fin de vie des déchets d'emballages ménagers.

Le décret dit « Lalonde » du 1^{er} avril 1992 introduit le principe de REP pour les emballages ménagers. Concrètement, il prévoit le possible regroupement des entreprises qui mettent en marché des emballages dans des structures agréées par l'État, dites « éco-organismes ». Les éco-organismes permettent la mise en commun de leurs contributions économiques, au prorata de la quantité d'emballages mise en marché. Leur rôle est de financer la gestion de la fin de vie des déchets, en partenariat avec les collectivités territoriales compétentes en matière de collecte et de traitement des déchets ménagers au titre du service public de gestion des déchets (SPGD). Eco-emballages, devenu Citeo en 2017⁴, est ainsi le premier éco-organisme français, créé et agréé en 1992 pour la filière REP des emballages ménagers.

D'un moyen de financement pérenne de la gestion de fin de vie des emballages à la recherche de la réduction de leur impact environnemental

Initialement, la REP permet la mise en commun des contributions des entreprises pour sanctuariser un fonds dédié à la gestion des déchets. Les coûts du dispositif de collecte et de tri sont dès lors mutualisés, indépendamment des types de matériaux d'emballages, tandis que les collectivités et opérateurs peuvent

⁴ La création de Citeo donne suite à la fusion d'Eco-Emballages et Ecofolio, éco-organisme agréé pour la filière REP des papiers graphiques.

Des objectifs très ambitieux fixés pour les emballages

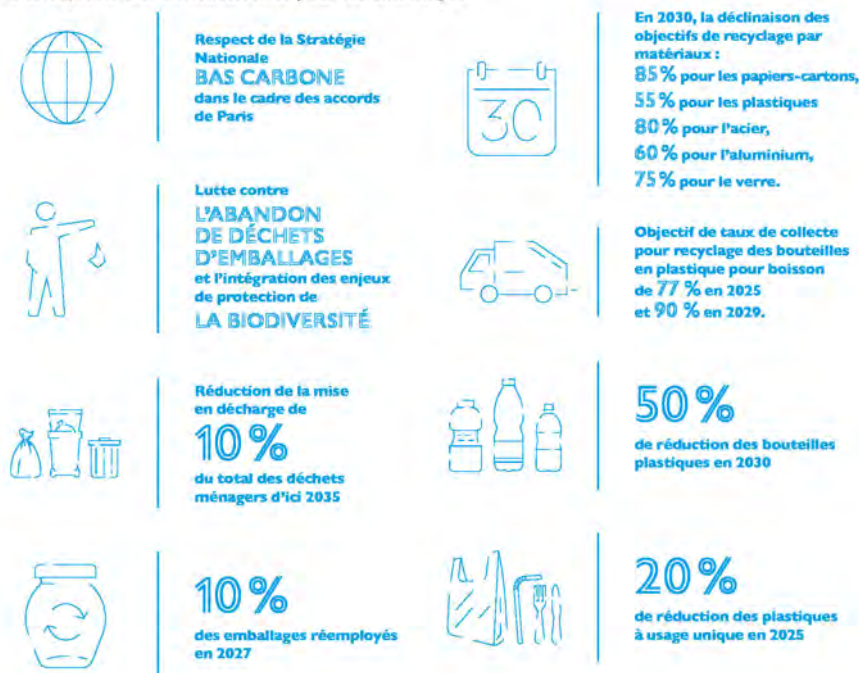


Figure 5 : Objectifs de réduction, de réemploi, de collecte et de recyclage applicables aux emballages ménagers (Source : Citeo, Quels leviers pour atteindre nos objectifs collectifs d'ici 2030, 2023).

bénéficier d'un cadre de financement du SPGD et d'investissement dans la collecte sélective stable et prévisible. Depuis 1992, 14 milliards d'euros ont été investis par les entreprises clientes de Citeo, assurant un financement pérenne du dispositif de collecte, de tri et de recyclage.

Dans ce cadre, les metteurs en marché d'emballages ménagers exercent la responsabilité environnementale que sous-tend le principe de REP et intègrent le coût environnemental de leurs déchets produits à travers leurs contributions à l'éco-organisme.

La REP doit également soutenir et participer à la construction de filières d'économie circulaire performantes d'un point de vue environnemental et économique.

Cette recherche de performance est aussi encouragée par la fixation d'objectifs réglementaires de plus en plus ambitieux, tels que ceux fixés par la loi anti-gaspillage pour une économie circulaire (AGEC) du 10 février 2020 ou par l'Union européenne. Les emballages en plastique sont particulièrement visés par ces ambitions réglementaires : à titre d'exemple, à horizon 2030, 100 % des emballages en plastiques devront être recyclables, tandis que 55 % d'entre eux devront être recyclés.

Cette mutualisation des moyens financiers au sein des éco-organismes permet l'émergence d'acteurs techniques et organisationnels, positionnés à l'interface de l'ensemble des parties prenantes. Encadrée par un statut à but non lucratif, l'action de la REP peut être orientée vers la mise en œuvre des politiques publiques de réduction des impacts environnementaux des emballages.

Vers un dispositif de collecte et de recyclage des emballages en plastique performant

L'extension des consignes de tri et le flux développement : transformer le dispositif industriel pour recycler tous les emballages en plastique

Alors qu'historiquement, seuls les flacons et les bouteilles en PET étaient collectés, la filière REP a été mobilisée pour mettre en œuvre le projet national issu de la loi de transition énergétique pour la croissance verte, d'extension des consignes de tri (ECT). Il s'agissait d'élargir la collecte sélective à tous les emballages en plastique, dans le but de développer des filières de recyclage, tout en simplifiant le geste de tri pour les habitants. Depuis le 1^{er} janvier 2023, 98 % des Français sont concernés. À ces fins, 190 millions d'euros ont été investis par Citeo pour accompagner les collectivités. L'objectif : transformer et optimiser le dispositif de collecte, tout en modernisant les centres de tri pour leur permettre de traiter ces nouveaux emballages.

Des changements industriels profonds ont ainsi été opérés pour développer les filières de recyclage des emballages en plastique non-recyclables, regroupés en sortie de centre de tri dans un seul et même flux : le « flux développement ».

Citeo est devenu le reprenneur de ce flux risqué. Concrètement, la REP a financé à hauteur de 49 millions d'euros trois « centres de surtri ». Puisque, au regard des quantités d'emballages concernés, il n'était pas pertinent économiquement d'investir à l'échelle de chacun des 120 centres de tri, les centres de surtri

permettent de regrouper pour les séparer par résine les emballages en plastiques du flux développement – bouteilles PET opaques et colorées, emballages en PS, barquettes en PET, films en PP. Les emballages sont ensuite dirigés vers les filières de recyclage qui devraient être opérationnelles dès 2025. Citeo a fait le choix de financer l'ensemble du processus industriel en étant propriétaire des équipements composant la ligne de tri, avec pour objectif le traitement de plus de 70 000 tonnes d'emballages plastiques par an.

Alors que cette activité n'est pas rentable aujourd'hui dès lors que la vente de la matière ne permet pas de compenser les opérations de transports et de surtrips nécessaires, il faut considérer que c'est le rôle de l'éco-organisme, au regard de ses moyens et de ses ambitions, de faire émerger une industrie favorisant la progression du recyclage.

La mutualisation au service d'un passage à l'échelle des solutions de réduction et de réemploi

Embarquer des secteurs industriels dans la réduction

Conformément au décret « 3R »⁵ issu de la loi AGEC, les emballages à usage unique en plastique doivent diminuer de 20 % d'ici le 31 décembre 2025, dont au moins 50 % obtenus par le recours au réemploi d'emballages.

Pour atteindre ces objectifs, qui nécessitent des changements de modes de production et des transformations industrielles importantes, il est indispensable d'embarquer simultanément l'ensemble des acteurs d'un même secteur vers des solutions adaptées à leurs spécificités, afin d'éviter les effets de bord concurrentiels.

C'est pourquoi Citeo, en lien avec les organisations professionnelles, propose aux metteurs en marché des plans de prévention et d'écoconception « sectoriels » qui identifient des pistes d'actions spécifiques sur les « 3R ». En outre, l'éco-organisme accompagne financièrement et techniquement les entreprises dans la mise en œuvre de leviers de réduction des emballages (grands formats, frugalité des fonctionnalités, produits

conditionnés ou solides, suppression des emballages de regroupement) dans le cadre d'appels à projets ou de projets pilotes, avec comme ambition de permettre la généralisation des solutions détectées à l'ensemble du secteur concerné.

Enfin, outil clé à disposition de la REP pour assurer la réduction de l'impact environnemental des produits, la modulation du montant des écocontributions des entreprises peut représenter un véritable signal prix envoyé aux metteurs en marché. Les éco-modulations prennent la forme de primes ou pénalités proposées selon différents critères environnementaux (réduction du poids de l'emballage, recyclabilité, incorporation de matière recyclée, etc.).

Construire un dispositif national mutualisé de réemploi

Puisque le passage de l'usage unique au réemploi constitue le levier majeur de réduction de la quantité d'emballages en plastique mis en marché, l'usage multiple doit devenir au moins aussi attractif et accessible.

C'est pourquoi Citeo a pris la responsabilité de faire émerger un dispositif industriel national mutualisé de réemploi. C'est l'objectif de la démarche « ReUse » lancée par Citeo en 2023, qui fédère une centaine d'acteurs : marques, distributeurs, verriers, opérateurs, fédérations, associations.

En effet, le passage à l'échelle des solutions de réemploi des emballages dépend du déploiement de standards d'emballages réemployables auprès des secteurs concernés, afin d'optimiser le bilan économique et environnemental de la boucle de réemploi par la mutualisation. Cela doit ainsi permettre de massifier les emballages pour optimiser les processus de retour, de tri, de lavage et de logistique et de faciliter l'accès de tous les metteurs en marché à une gamme d'emballages adaptée au réemploi.

Dès 2025, le dispositif mutualisé se déploiera dans le Grand Nord-Ouest, avec un parc d'emballages mutualisé d'une taille inédite – 30 millions d'unités en phase d'activation –, qui permettra la distribution en grandes surfaces d'emballages réemployables. Pour cette première étape, le projet est doté de 20 millions d'euros.



* Dates prévisionnelles, en fonction des retours sur les essais et tests, ainsi que de la disponibilité des volumes de commandes

Figure 6 : Premières références de standards d'emballages disponibles en 2025 (Source : Citeo, Reuse Day #4, 2024).

⁵ Décret n°2020-517 du 29 avril 2021 relatif aux objectifs de réduction, de réemploi et de recyclage des emballages en plastique.

Textiles synthétiques : vers des solutions de régénération permacirculaire ?

Par **Véronique ALLAIRE SPITZER**

Directrice de la Permacircularité chez Refashion

Et **Cécile MARTIN**

Responsable Innovation & Recyclage chez Refashion

Dans un monde où la circularité est devenue essentielle, la question de l'utilisation et de la régénération des fibres synthétiques dans l'industrie textile est cruciale. Refashion, éco-organisme de la filière Textiles d'habillement, Linge de maison et Chaussure, mobilise plus de 10 000 entreprises pour repenser production et consommation. En promouvant la permacircularité, Refashion offre des outils et services pour accélérer la transition vers une économie circulaire, visant une gestion durable des ressources. Grâce aux initiatives comme les Challenges Innovation et Industriel, de nouvelles technologies de tri et de recyclage chimique émergent, rendant possible la régénération efficace des textiles synthétiques. La plateforme Recycle aide à intégrer des matières recyclées dans les processus de production. L'objectif est de transformer le défi environnemental en une opportunité économique, en réduisant l'impact écologique de la filière textile et en adoptant des pratiques durables.

Dans un monde où la circularité n'est plus une option mais une nécessité, la question de l'utilisation et de la régénération des fibres synthétiques dans l'industrie textile devient cruciale. L'engagement de Refashion en faveur de la permacircularité pousse tous les acteurs de la chaîne de valeur, professionnels et citoyens, à repenser nos modes de production et de consommation, et à accompagner le développement industriel de solutions de valorisation viables et à moindre impact.

Refashion est l'éco-organisme de la filière Textiles d'habillement, Linge de maison et Chaussure (TLC), représentant plus de 10 000 entreprises pour la prévention et la gestion de la fin de vie de leurs produits destinés au grand public. Refashion fournit des outils, des services et des informations pour faciliter et accélérer la transition de la filière vers une économie circulaire. La permacircularité, inspirée de la permaculture et de l'économie circulaire, est au cœur de ses initiatives de R&D. L'ambition est une gestion durable des ressources où chaque produit serait conçu pour être utilisé, réutilisé puis recyclé sans perte de valeur ni impact négatif sur l'environnement.

Développer une industrie opérationnelle du recyclage des textiles et chaussures usagés non réutilisables en France comme en Europe est un des objectifs majeurs de l'éco-organisme. Pour soutenir la montée en puissance de cette industrie, Refashion met en place de nombreux dispositifs : soutien au tri, expérimentations préparation matière & recyclage et incorporation

de matière recyclée, ainsi que les appels à projets Challenges Innovation et Industriel. La plateforme Recycle de Refashion permet aux industriels de trouver des gisements et d'incorporer des matières recyclées issues des textiles et chaussures usagés non réutilisables dans leur processus de production. Les opérateurs de tri de la filière déterminent la deuxième vie des déchets TLC en triant la part réutilisable des non réutilisables qui seront transformés en de multiples flux de produits, matières pour valorisation.

L'objectif ? Convertir un défi environnemental en une opportunité d'économie circulaire. Afin de favoriser la circularité et minimiser l'impact de la filière Textile, le recyclage est une voie à privilégier lorsque le réemploi, la réparation ou la réutilisation ne sont plus possibles.

L'étude de caractérisation des gisements, publiée par Refashion en 2023, révèle la présence significative de fibres synthétiques dans les flux textiles non réutilisables. Ces articles nécessitent des solutions de recyclage innovantes et efficaces. En parallèle, les technologies de tri optique pour les textiles progressent significativement, offrant de nouvelles possibilités pour identifier les fibres contenues dans le gisement de manière plus ciblée. La synthèse sur le recyclage chimique des textiles, publiée par Refashion début 2024, met en lumière des procédés capables de transformer les différentes typologies de fibres synthétiques du gisement textile post-consommation non-réutilisable en nouvelles ressources de qualité.



Figure 1 : Déchets de textiles usagés non-réutilisables (Source : Refashion).

L'état actuel des fibres synthétiques dans l'industrie textile

Les fibres synthétiques, telles que le polyester, le polyamide (ou nylon) et l'acrylique, représentaient 64 % de la production mondiale de fibres textiles en 2021, avec le polyester couvrant à lui seul 54 % du marché en 2022 (Textile Exchange)¹. Toutefois, il n'existe pas d'étude précisant leur part dans les vêtements et le linge de maison à l'échelle mondiale, ni concernant la production vendue en France.

Selon l'étude de caractérisation des flux entrants et sortants de centres de tri de 2023 de Refashion [1], 19,2 % des vêtements et linge de maison non-réutilisables analysés sont en monomatière synthétique (polyester, polyamide et acrylique) et 32,7 % sont composés de mélanges avec des fibres synthétiques, particulièrement avec de l'élasthanne (cf. Figure 2). Or de nombreux procédés de recyclage ont un niveau de tolérance faible aux gisements mélangés (maximum 20 %).

Dans les vêtements, le polyester utilisé est le polyéthylène téréphtalate (PES ou PET) tandis que les polyamides (PA) sont principalement des polyamides aliphatiques : le PA 6-6 (nylon 66) et le PA 6 (nylon 6). Le terme fibre « acrylique » est un abus de langage. Ce sont des fibres de polyacrylonitrile qui comprennent les fibres « acryliques » et « modacryliques ». Les fibres « acryliques » sont composées majoritairement

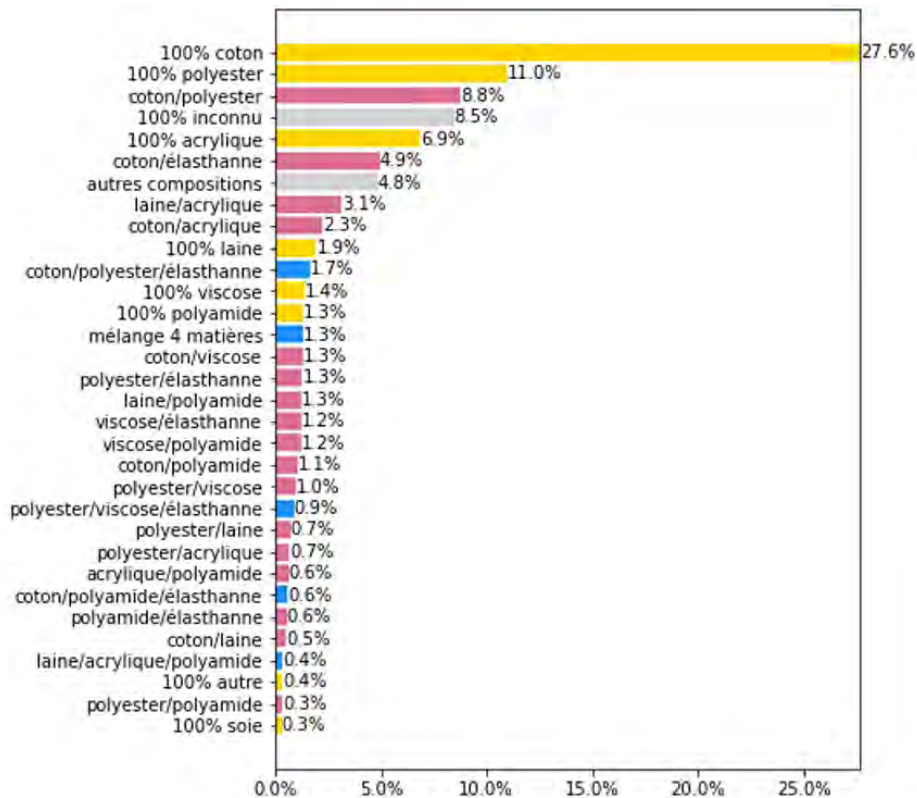


Figure 2 : Principales compositions représentant 95 % du gisement textile non-réutilisable, en poids (Source : Refashion).

¹ <https://textileexchange.org/synthetics/>

d'acrylonitrile (> 85 %) et de co-monomères (acétate de vinyle, acrylate de méthyle), tandis que les fibres « modacryliques » sont composées d'acrylonitrile en quantité plus faible (35-85 %) et de co-monomères différents (PVC, PVDC, bromure de vinyle) [2].

Les fibres synthétiques ont plusieurs avantages d'où leur croissance rapide sur les marchés. Tout d'abord leur coût de production et leur poids sont bien inférieurs à ceux des matières naturelles ce qui permet de produire les produits moins chers. Plus résistantes à l'usure et faciles d'entretien, elles sont très utilisées dans les vêtements de sport, la lingerie et les vêtements de travail. Les fibres synthétiques se froissent moins et séchent rapidement, ce qui les rend pratiques pour les consommateurs.

Néanmoins, ces fibres posent des défis environnementaux significatifs.

La production de fibres synthétiques dépend des ressources fossiles, contribuant ainsi aux émissions de gaz à effet de serre et à la pollution plastique.

Les microfibrilles ou microplastiques textiles, petites particules libérées lors de la fabrication et du lavage des vêtements synthétiques, posent un grave problème environnemental. En effet, ces particules sont trop petites pour être filtrées par les stations d'épuration. Elles se retrouvent donc dans les cours d'eau, contaminant les écosystèmes marins et entrant dans la chaîne alimentaire. Face à ce défi, l'industrie doit investir dans des technologies durables et des filtres pour les machines à laver afin de limiter cette pollution. La pression des consommateurs pour des pratiques écologiques incite également les entreprises à adopter des matières naturelles ou recyclées et à développer des produits plus respectueux de l'environnement.

Un article publié en mars 2024 [7] étudie l'impact des caractéristiques des fils sur la libération de microfibrilles à partir de tissus tricotés pendant le lavage. Les caractéristiques et les propriétés des différentes étoffes, y compris les fibres, les fils et la structure du tricot, ont été étudiées pour déterminer leur impact sur la libé-

ration de microfibrilles. L'article examine également la formation de microfibrilles et la façon dont elle peut être réduite pendant le processus de fabrication des textiles. Dans l'ensemble, il souligne l'importance de prendre en compte les caractéristiques des fils lors de la conception et de la production de tissus pour réduire la quantité de microfibrilles libérées dans l'environnement pendant le lavage.

Le recyclage des fibres synthétiques, bien que prometteur, est encore limité par des technologies encore énergivores et coûteuses. L'analyse environnementale de la filière des TLC [5] souligne la nécessité de développer des solutions de recyclage plus durables et efficaces pour atténuer ses impacts.

Innovations R&D : les solutions issues des Challenges Innovation et Industriel de Refashion

Refashion a mis en place deux initiatives majeures pour stimuler l'innovation dans le secteur : le Challenge Innovation depuis 2010 et le Challenge Industriel, nouveau depuis 2024, pour accompagner les acteurs de la recherche, du développement et de l'industrialisation des solutions de recyclage en France et en Europe.

Depuis 2010, Refashion a soutenu financièrement plus de 65 projets innovants et engagé plus de 10 M€ de financement sans contrepartie, si ce n'est de partager les résultats avec l'ensemble de la filière. Les porteurs de projets peuvent être accompagnés par Refashion dans des dispositifs complémentaires et bénéficier de contacts qualifiés sur la plateforme Recycle de Refashion.

Ces initiatives ont déjà conduit à des avancées notables, notamment dans le développement de technologies de tri optique et de recyclage chimique des textiles. En soutenant des projets innovants, Refashion contribue



Figure 3 : Mélanges de fibres issues de textiles usagés non-réutilisables (Source : Refashion).

logies qui sont encore loin d'être totalement matures et parfaitement efficaces.

On observe beaucoup de technologies sur les fibres majoritaires comme le polyester avec la récupération de ses monomères (PTA, MEG) ou précurseurs (DMT, BHET). Pour les mélanges, les co-matières peuvent être conservées intactes et séparées, dégradées ou transformées ou perdues. Cela dépend du type de fibre et du procédé de recyclage.

En conséquence, les gisements de fibres pures ou très concentrées (> 80 % voire > 90 %) sont des cibles idéales, pour des raisons d'efficacité technique, environnementale et économique.

Vers une régénération permacirculaire des textiles synthétiques

Des initiatives comme celles issues des appels à projets R&D Refashion illustrent les possibilités offertes par la permacircularité. Par exemple, la création de boucles fermées de recyclage où les fibres synthétiques pourraient être réutilisées plusieurs fois, comme dans les projets :

- Nolt : recyclage des *T-shirts* de sport en polyester usagés non réutilisables en accessoires de sport ou en nouveaux fils pour refaire des vêtements ;
- Aurarefil / Recyc'Elit : transformation de textiles polyester purs et en mélange en fils de polyester recyclés.

Et des projets de recyclage en boucle ouverte c'est-à-dire vers d'autres industries avec :

- Injectil / Wecosta : mise au point d'une matière issue de déchets textiles usagés de composition variée, qui soit recyclée et esthétique, avec des performances et un prix équivalents à la matière plastique vierge, et 100 % recyclable ;
- Fabbrick : Mise au point d'une gamme de briques isolantes et esthétiques fabriquées à partir de textiles broyés.

Pour renforcer la durabilité et la circularité des textiles synthétiques, il est essentiel de promouvoir l'adoption de technologies de recyclage avancées et variées, de soutenir l'innovation continue, et de sensibiliser les acteurs de la chaîne de valeur à l'importance de la permacircularité.

Conclusion

Le recyclage des déchets textiles synthétiques usagés reste particulièrement difficile car le gisement est extrêmement hétérogène et complexe du fait de la présence de nombreuses matières (souvent en mélanges), de perturbateurs comme les points durs (boutons, fermetures...) et autres contaminants (colorants, apprêts, additifs) qui peuvent perturber l'efficacité du recyclage, voire l'inhiber totalement.

La régénération des fibres synthétiques représente donc un défi majeur mais aussi une opportunité précieuse pour l'économie circulaire. En adoptant des pratiques de permacircularité, l'industrie textile peut réduire son impact environnemental tout en valorisant les ressources existantes. Il est temps pour les professionnels et les consommateurs de s'engager ensemble dans la transition vers une mode plus durable.

Références

- [1] REFASHION (2023), « Étude de caractérisation des flux entrants et sortants de centres de tri ».
- [2] TEXTILEEXCHANGE (2021-2022), « Données sur les fibres synthétiques ».
- [3] REFASHION (2024), « Synthèse sur le Recyclage Chimique des Textiles ».
- [4] REFASHION (2023), « Synthèse sur les technologies de tri optique et de reconnaissance ».
- [5] REFASHION (2023), « Analyse environnementale de la filière des TLC ».
- [6] REFASHION (2022), « Rapport d'activité Refashion ».
- [7] HAZLEHURST A., SUMNER M. & TAYLOR M. (2024), "Investigating the influence of yarn characteristics on micro-fibre release from knitted fabrics during laundering", *Front. Environ. Sci.*, 12:1340229, doi: 10.3389/fenvs.2024.1340229

La réduction du plastique à usage unique dans les hôpitaux, un geste écologique et sanitaire

Par Éponine LORIDANT

Dreal de Normandie

Et Coline CLAUDE-LACHENAUD

Ministère des armées

Alors que le secteur sanitaire en France génère chaque année plusieurs centaines de milliers de tonnes de déchets plastiques, déchets dont les impacts mettent en tension le système de santé dans une boucle de rétroaction négative, les acteurs du secteur se mobilisent afin de mener un nécessaire et urgent changement des pratiques.

Ce changement passe notamment par la mise en œuvre d'actions sur le terrain telles que la réduction des plastiques à usage unique (PUU). Ces actions arrivent non seulement à conjuguer écologie et hygiène, mais sont également source de gains économiques et humains.

Au travers de nombreux exemples, les auteures démontrent que réduire les PUU permet à la fois de diminuer les risques d'infections nosocomiales et l'exposition aux perturbateurs endocriniens, de limiter l'impact environnemental du secteur de la santé, de remobiliser le personnel hospitalier autour de projets porteurs de sens, et de générer des économies.

Le secteur de la santé est mis en tension par son usage du plastique à usage unique

Dans les établissements hospitaliers, le plastique à usage unique (PUU) est omniprésent : vaisselle jetable, emballages, équipements de protection individuelle, dispositifs médicaux (DM), etc. Or, ce plastique a des impacts sanitaires indirects.

Tout d'abord, le plastique est synonyme d'émissions de CO₂. Il est en effet très majoritairement issu de ressources fossiles (comme plus de 98 % des plastiques dans le monde). De plus, le plastique dans les établissements n'est que très peu recyclé : seuls 10 % des déchets plastiques issus du système de santé sont recyclés en France.

Le plastique utilisé dans les établissements hospitaliers est donc une source majeure d'émissions de gaz à effet de serre, contribuant aux 8 % des émissions nationales¹ dont le secteur de la santé est responsable.

Or, d'après le dernier rapport du GIEC, le changement climatique engendrera une hausse de la morbidité, une hausse de la mortalité, des zoonoses plus fréquentes, des maladies liées à la nourriture et à l'eau, ou encore une dégradation de la santé mentale. Autant d'effets qui mettront en difficulté notre système de santé.

Par ailleurs, l'usage de plastiques dans le système de santé pose des problèmes d'exposition aux perturbateurs endocriniens. Ces substances chimiques sont soupçonnées d'être un facteur d'obésité, de dérèglement hormonal, d'infertilité, de malformations congénitales, de retards de puberté, etc. Soit des affections auxquelles le système de santé devra répondre.

Enfin, les plastiques engendrent, après leur usage, des pollutions. Ils peuvent se dégrader en microplastiques, à l'origine de difficultés digestives et respiratoires. Ils détériorent la biodiversité (en particulier les écosystèmes marins dont les habitants ingèrent du plastique), biodiversité dont l'état impacte également, à long terme, la santé publique.

Ainsi, les plastiques, aussi bien *via* leur production, leur usage et leur fin de vie, mettent en tension notre système de santé.

¹ The Shift Project (2023), *Décarboner la santé*.

Le plastique à usage unique est omniprésent dans les établissements hospitaliers

Depuis les crises sanitaires des années 1990 (on peut notamment citer celle du sang contaminé, celle dite de la « vache folle », et celle de la Clinique du sport), les autorités se sont investies dans la gestion des risques sanitaires : la Commission européenne a adopté le principe de précaution en 2000, tandis que les autorités françaises préconisent le recours aux DM à usage unique en 2001 « dès lors que la qualité et la sécurité des soins sont assurées »². En 2020, la crise sanitaire du coronavirus a marqué un renouvellement de ces recommandations – la Haute Autorité de Santé (HAS) conseillant par exemple de recourir à des équipements de protection individuelle (EPI) à usage unique.

À cette pression hygiéniste, se sont ajoutées dans les établissements hospitaliers des contraintes financières. Or, les DM à usage unique ont été perçus comme moins chers, et leur utilisation a permis la réduction ou la suppression des services de stérilisation et des laveries, diminuant ainsi la masse salariale et les coûts de fonctionnement. Les difficultés financières des établissements hospitaliers publics, généralement surendettés, ont donc également joué en faveur du passage à l'usage unique.

Par ailleurs, le recours à l'usage unique a également été perçu comme un gain de temps, vraie bouffée d'air dans un secteur sous pression permanente. L'organisation interne des établissements hospitaliers est simplifiée et prend moins de temps, en particulier après réalisation de l'acte. Les DM sont jetés au lieu d'être désinfectés ou remis dans un circuit de nettoyage et stérilisation interne à l'établissement hospitalier.

Enfin, l'exemption du secteur de la santé aux obligations environnementales déployées au sein de l'Union européenne et en France est également une explication de la situation actuelle. En effet, un changement s'opère au sein de l'Europe sur le recours au plastique. Des mesures européennes et nationales sont prises pour interdire et réduire le recours au plastique dans nos usages quotidiens (suppression des sacs plastiques, suppression des cotons tiges en plastique, etc.). Mais ces changements ne concernent que très rarement, et à la marge, le secteur de la santé. Seules les mesures concernant les bouteilles d'eau en plastique, les fontaines à eau et les contenants alimentaires s'appliquent aux établissements hospitaliers. Dès lors que les plastiques exercent une fonction de DM, de protection individuelle ou tout simplement une fonction sanitaire, ils ne sont généralement pas concernés par les réglementations établies pour interdire et réduire la consommation de plastique au sein de l'UE.

² Direction générale de la santé (2001), Circulaire DGS/5 C/DHOS/E 2 n°2001-138 du 14 mars 2001 relative aux précautions à observer lors de soins en vue de réduire les risques de transmission d'agents transmissibles non conventionnels, <https://sante.gouv.fr/fichiers/bo/2001/01-11/a0110756.htm>

Réduire les PUU présente des gains écologiques, économiques, humains et sanitaires

Malgré les recommandations en faveur de l'usage unique, malgré les contraintes financières et organisationnelles, malgré la réglementation encore permissive, les choses évoluent vers une plus grande prise en compte de l'environnement dans le secteur de la santé.

Au cours des dernières années, certains acteurs du système ont réussi à se mobiliser malgré une certaine inertie du système sur les sujets environnementaux. On peut par exemple citer la Société Française d'Anesthésie-Réanimation, qui a créé son comité Développement Durable en 2016, ou le CHU de Limoges, qui a institué le sien en 2017. Sur le terrain, des soignants ont mis en place, bénévolement, des circuits de recyclage, tels que la Green Zone du bloc opératoire de l'Hôpital Paris Saint-Joseph qui permet de valoriser les métaux. Cette mobilisation précoce reposait donc exclusivement sur les convictions personnelles de certains.

En 2023, à la suite d'une prise de conscience généralisée au sein de la société de l'importance de la transition écologique, le ministère en charge de la santé a élaboré puis déployé une feuille de route de planification écologique du système de santé. Cette démarche a impliqué les acteurs industriels comme le syndicat des entreprises du médicament (le LEEM), dont la feuille de route 3R a été établie en mai 2023, les acteurs scientifiques comme la HAS, qui a amendé son projet stratégique pour y ajouter un volet sur les enjeux environnementaux, ou encore les acteurs économiques, comme la centrale d'achat UniHA qui s'est dotée d'une direction dédiée aux achats durables en 2024.

Ces multiples initiatives démontrent que la transition écologique en santé est un sujet fédérateur. Elles réconcilient la pratique professionnelle des soignants avec des gestes désormais intégrés à leur quotidien de citoyens : tri des déchets, économies d'énergie, etc. Dans un secteur qui fait face à une pénurie de soignants, bien souvent sous pression et en quête de sens, les initiatives écologiques constituent un levier clé de (re)mobilisation et de recrutement pour les établissements hospitaliers. Les témoignages sur le terrain le confirment : par exemple, 87 % des hygiénistes ayant répondu au sondage du Dr Canouet³ en 2023 se déclarent motivés par la transition écologique.

Mais les initiatives de réduction des PUU apportent des gains qui vont au-delà de ces bénéfices humains.

Ce sont tout d'abord les actions liées aux déchets les plus pertinentes d'un point de vue écologique. En France, s'est imposée en matière de politique de gestion des déchets depuis une dizaine d'années la pyramide des 5R : refuser, réduire, réemployer, recycler, rendre à la terre (composter). Cette pyramide hiérarchise les

³ Dr Sandrine Canouet (2023), Transition écologique du système de santé et prévention des infections.

actions selon leur degré de priorité. Elle matérialise que, d'un point de vue écologique, la réduction doit être priorisée sur le réemploi et le recyclage. Cela est vrai aussi pour les PUU dans les établissements hospitaliers. Par exemple, la transition au CHU de Clermont-Ferrand de kits d'accouchements à usage unique à des kits d'accouchements réutilisables est synonyme d'une réduction de 68 % des émissions de gaz à effet de serre (soit 26 tCO_{2eq} par an en moins), d'une réduction de 96 % d'utilisation de ressources minérales (soit 1 tCUEq par an en moins) et d'une réduction de 82 % de la consommation d'eau (soit 1 000 m³ d'eau par an en moins).

À cette pertinence écologique, s'ajoute un intérêt économique. Contrairement aux idées reçues, l'utilisation de dispositifs médicaux réutilisables ne coûte pas forcément plus cher. Ainsi, le passage de la maternité de Limoges de nouettes en PUU (35 000 unités par an) à des nouettes en verre s'est fait sans aucun surcoût. Au contraire, les dispositifs réutilisables peuvent réduire les coûts d'achat, les coûts de fonctionnement et les coûts de gestion des déchets des hôpitaux. Par exemple, l'utilisation de coiffes réutilisables au Centre Hospitalier Princesse Grace de Monaco se traduit par un coût « d'achat » de 0,01 € par utilisation, contre 0,2 € par utilisation pour des coiffes en PUU.

Enfin, la réduction des PUU peut se traduire par une amélioration sanitaire. Les gains à long terme sont évidents : par exemple, des nouettes en verre réduisent l'exposition aux perturbateurs endocriniens des nouveaux-nés par rapport à des nouettes en plastique. Ou encore, la toxicité humaine cancérigène de kits d'accouchement réutilisables est 19 fois plus faible que celle de kits d'accouchements à usage unique. Mais il y a aussi des gains immédiats : la réduction des gants au CHU de Bordeaux s'est traduite par une amélioration de l'hygiène des mains, mesurée par un indicateur de consommation de solutions hydroalcooliques, passé de 79 à 119 % en 6 mois. Or, les mains sont le premier vecteur d'infections nosocomiales. Éviter la surconsommation de gants permet donc de diminuer le risque d'infections nosocomiales.

Ainsi, la réduction des PUU comporte des bénéfices aussi bien humains, écologiques, qu'économiques et sanitaires. Dès lors, on peut se demander pourquoi les initiatives en ce sens ne sont encore que rares. En réalité, malgré une mobilisation sur le terrain dont il faut se réjouir, des freins demeurent, expliquant l'absence de généralisation à ce jour des initiatives réussies.

Des leviers existent à tous les niveaux pour accélérer la transition

Si la motivation et l'implication de tous en faveur de la transition écologique sont indispensables pour atteindre des objectifs ambitieux mais nécessaires, elles ne suffisent pas pour faire évoluer le secteur de la santé.

De nombreux leviers existent mais ne sont, pour l'instant, que très peu exploités.

On pourrait ainsi souligner le besoin d'incitations.

Aujourd'hui les démarches de transition écologique ne se concrétisent que grâce à des cadres dirigeants sensibilisés et motivés, qui ne répondent à aucune obligation particulière. L'intégration de critères dits « développement durable » à différents niveaux (dans les critères de certification portés par la HAS, dans les objectifs donnés aux établissements hospitaliers ou aux cadres dirigeants, dans les plans des agences régionales de santé, dans les critères de fixation des prix des produits de santé) pourrait conduire l'ensemble des acteurs du système à se saisir de ces sujets et à rendre des comptes en limitant les risques de "greenwashing".

Quant aux équipes, elles seraient incitées à agir avec une meilleure valorisation de leurs actions. Point essentiel dans la mobilisation des équipes, la reconnaissance est source de fidélisation et de satisfaction collective comme personnelle.

En plus des incitations données, il faudrait allouer les moyens visant à faciliter l'engagement d'actions concrètes sur le terrain.

Les sociétés savantes et les autorités sanitaires ont un rôle important à jouer en donnant des garanties scientifiques aux initiatives écologiques. De par leurs recommandations de pratiques professionnelles, elles peuvent (et devraient) faire changer les comportements lorsque cela est possible à qualité de soins égale.

La sanctuarisation de moyens humains dédiés aux questions de transition écologique dans les établissements est également une solution particulièrement efficace. Le réseau des conseillers en transition écologique et énergétique en santé (CTEES) l'a montré en garantissant une animation constante et un accompagnement interne continu.

Pour ce faire, des moyens financiers devraient également être rendus accessibles aux hôpitaux, d'autant plus qu'ils existent aujourd'hui (Fonds Vert, Banque des territoires, Caisse des dépôts, Bpifrance, etc.).

Il est également indispensable de faciliter la diffusion et la communication.

Au cours de nos travaux, nous avons identifié plusieurs initiatives particulièrement intéressantes. Cependant, leur diffusion reste très limitée. Les établissements n'ont que très rarement connaissance des actions réussies chez leurs confrères ainsi que des gains obtenus. Un meilleur partage de ces initiatives permettrait une accélération de la transition dans l'ensemble des établissements, engagés ou non dans une démarche de transition écologique. Ce partage permettrait également de valoriser les équipes à l'origine de ces initiatives. L'agence nationale d'appui à la performance (ANAP) pourrait endosser ce rôle de diffusion.

Au sein même des établissements, la création d'un comité Développement durable, associant tous les corps de métiers, permettrait également une meilleure priorisation, coordination et diffusion des initiatives entre les services.

Enfin, la formation initiale et continue de tous les personnels hospitaliers serait indispensable pour élargir

la mobilisation et assurer la bonne gestion des risques sanitaires dans un contexte de changement des pratiques en faveur de la transition écologique.

Le secteur de la santé doit désormais se mobiliser pour conduire sa transition écologique. Cette transition est en réalité déjà initiée, localement, par des acteurs mobilisés sur ces questions. Ces initiatives sont particulièrement enthousiasmantes car elles démontrent qu'il est possible non seulement de réduire l'empreinte écologique sans compromettre la qualité des soins, mais encore d'y trouver des sources d'économies et des facteurs de mobilisation des personnels. Toutefois, ces

initiatives restent fragiles et limitées à un périmètre restreint. Il est désormais urgent de mobiliser l'ensemble des acteurs du système de santé et plus particulièrement les cadres dirigeants des établissements hospitaliers. Pour ce faire, des leviers existent à tous les niveaux et doivent désormais être actionnés : chacun peut et doit agir. En alignant les objectifs sanitaires et environnementaux, nous pouvons créer un système de santé qui protège à la fois la santé des individus et celle de notre planète.

L'hôtellerie-restauration et les usages des plastiques

Par Brune POIRSON

Directrice Développement durable du Groupe Accor

Chez Accor, préserver la nature et ses ressources est un impératif intégré aux opérations pour repenser et réinventer l'expérience client. Avec une approche fondée sur la science et qui s'appuie sur les recommandations d'organisations et d'experts mondiaux, le Groupe s'est engagé à contribuer à la neutralité carbone planétaire d'ici 2050, conformément à l'Accord de Paris, engagement validé par SBTi.

Le sujet de l'élimination du plastique a été pris à bras le corps par le Groupe, et ce dès 2019. Accor s'est engagé à rejoindre l'initiative mondiale de lutte contre le plastique dans le tourisme, mise en œuvre par le Programme des Nations unies pour l'environnement (PNUE) et l'Organisation mondiale du tourisme, en collaboration avec la Fondation Ellen MacArthur.

Après avoir pris la décision d'éliminer de ses hôtels les objets en plastique à usage unique présents tout au long de l'expérience client, le Groupe va plus loin en supprimant le plastique à usage unique de toutes ses opérations hôtelières d'ici fin 2025.

L'usage du plastique, une responsabilité de tous qui appelle à l'action

Il est primordial d'avoir une politique antiplastique forte et volontariste, aussi bien dans le secteur privé que public. Le secteur privé a en effet un rôle clé à jouer, dans le sens où il ne peut se contenter d'attendre que les États du monde parviennent à se mettre d'accord

sur une politique de lutte contre les plastiques à usage unique et plastiques non-recyclables commune. Il peut montrer le chemin et se mobiliser pour mettre en œuvre des mesures concrètes.

La situation mondiale est en effet critique : 8 300 millions de tonnes de plastique ont été produites dans le monde depuis les années 1950, dont 79 % ont été jetées dans les décharges ou dans la nature. 1 million de bouteilles sont actuellement utilisées chaque minute : seules 8 %

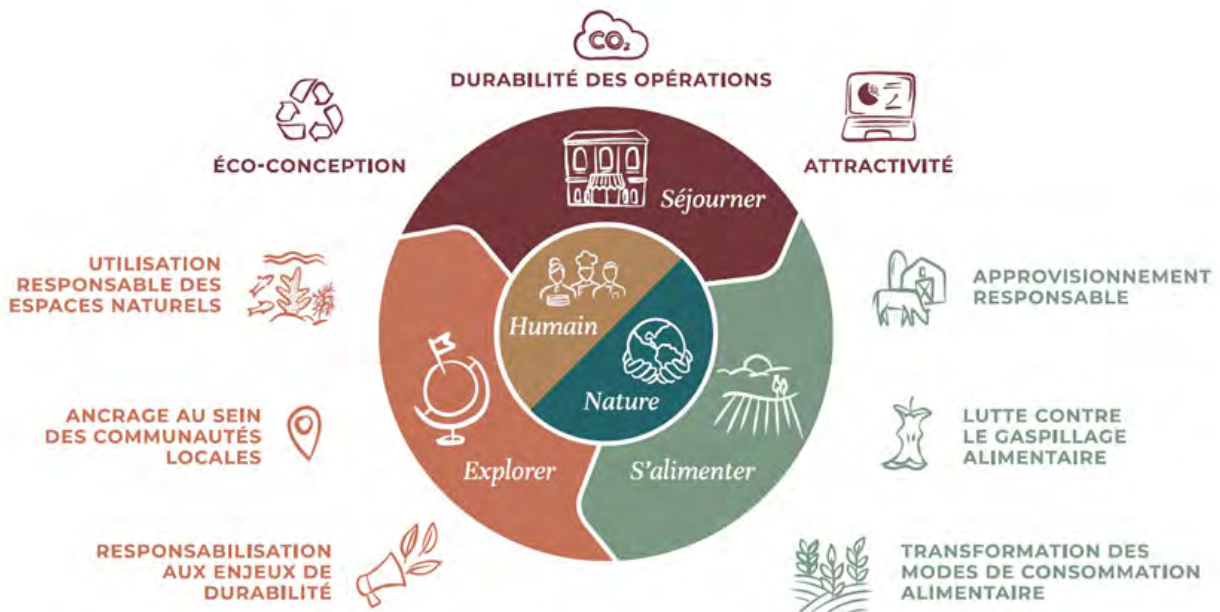


Figure 1 : Le cadre stratégique de développement durable (Source : Accor, Document d'enregistrement universel 2023 déposé à l'AMF le 29 mars 2024).

sont recyclées et une bouteille met 450 ans à se biodégrader. Ces quelques chiffres présentent par eux-mêmes l'ampleur de la tâche et le fait que chacun doit se saisir du sujet. Plus que jamais la formation est clé, l'intelligence collective nécessaire.

L'engagement du secteur de l'hôtellerie-restauration et les actions concrètes du Groupe Accor

Cette préoccupation implique bien sûr une prise en compte active du secteur de l'hôtellerie-restauration. Le tourisme est intrinsèquement lié à la nature et à ses ressources naturelles. Il tire son attractivité de l'environnement naturel de chaque destination.

Chez Accor, préserver la nature passe par des actions et des engagements forts reposant sur une approche fondée sur la science, qui s'appuie sur les recommandations d'organisations et d'experts mondiaux. En tant qu'entreprise, nous avons été les premiers du secteur à nous engager à contribuer à la neutralité carbone planétaire d'ici 2050, conformément à l'Accord de Paris, engagement validé par SBTi, et à réduire de près de moitié en valeur absolue nos émissions de gaz à effet de serre d'ici 2030. Avec les partenaires, propriétaires d'hôtels et équipes, tous très mobilisés partout dans le monde, Accor, à son niveau, veut provoquer un « effet d'entraînement » et prend toutes ses responsabilités pour être à la hauteur de cette problématique.

Accor, qui représente plus de 5 600 hôtels dans 110 pays, place les enjeux environnementaux et sociaux au cœur de ses actions. Dans le cadre de son engagement continu à réduire son impact sur l'environnement, le Groupe a donc développé une stratégie de développement durable qui place en son cœur l'Humain et la Nature, et qui infusent trois piliers opérationnels représentant les grandes missions du Groupe : « Séjourner », « S'alimenter » et « Explorer ». Il s'agit ici de réinventer l'expérience client, l'expérience culinaire et l'expérience touristique dans sa globalité en y intégrant les enjeux de durabilité à tous les niveaux : de la manière dont sont conçus et aménagés les hôtels, à la gestion des ressources essentielles (énergie, eau, etc.), mais aussi l'offre de restauration, de son approvisionnement à sa conception, et enfin d'offrir de nouvelles formes de mobilité, du lien avec les communautés locales et de l'éveil au sujet de la transition écologique.

La problématique de l'élimination du plastique a été prise à bras le corps par le Groupe, et ce dès 2019. Accor s'est engagé à rejoindre l'initiative mondiale de lutte contre le plastique dans le tourisme, mise en œuvre par le Programme des Nations unies pour l'environnement (PNUE) et l'Organisation mondiale du tourisme, en collaboration avec la Fondation Ellen MacArthur. En première étape, le Groupe a donc pris la décision d'éliminer de ses hôtels tout objet en plastique à usage unique présent le long de l'expérience client. Cette décision, qui vise à réduire l'impact environnemental de ses activités et à renforcer les efforts en matière de lutte

contre la pollution plastique, constitue une avancée significative du fait de sa force de frappe, pour l'industrie hôtelière mondiale comme pour le Groupe.

Les plastiques à usage unique sont définis comme des articles utilisés une seule fois avant d'être jetés. Dans un hôtel, il peut y en avoir bon nombre avec les pailles en plastique, les cotons-tiges, les agitateurs à café, les gobelets en plastique, les sacs en plastique pour le linge ou les oreillers supplémentaires, les bouteilles d'eau en plastique, tous les emballages en plastique (aliments, produits de bienvenue, etc.), la vaisselle et les couverts en plastique à emporter, les cadeaux et les produits d'accueil en plastique (articles de toilette, pantoufles, crayons, etc.), les cartes-clés en plastique, etc. Les équipes des hôtels sous enseignes Accor, accompagnées des équipes du siège, ont passé au crible la totalité des produits proposés tout au long d'un séjour dans un hôtel et ont pu comptabiliser 46 produits. Fin 2022, 84 % des hôtels sous enseignes Accor dans le monde avaient supprimé ces produits ou remplacé avec des matériaux alternatifs adaptés, en tenant compte de l'analyse de leur cycle de vie afin de garantir aux clients que la nouvelle solution présente bien une meilleure performance environnementale.

Cette première étape de l'opération permet notamment d'économiser 30 millions de petites bouteilles de 30 millilitres chaque année, ce qui équivaut à 300 tonnes de déchets plastiques évités. Ces actions très concrètes redéfinissent ainsi les standards hôteliers. Accor a d'ailleurs été récompensé pour ce vaste chantier vers le zéro plastique lors des "Worldwide Hospitality Awards", où lui a été décerné le prix de la "Best Sustainable Action", la meilleure initiative durable pour une nouvelle gamme d'accessoires. Une reconnaissance de sa capacité d'innovation, nullement freinée par sa taille.

Les efforts ne s'arrêtent pas là. Cette première étape de suppression du plastique à usage unique visible dans l'expérience client hôtelière évolue progressivement en supprimant davantage de produits concernés (46 produits listés en 2022, 57 produits en 2023). Elle est aussi accompagnée d'une nouvelle étape qui a pour objectif de supprimer le plastique à usage unique du reste de l'opération hôtelière. Dans les bureaux et les zones de stockages, qu'on résume en "back offices", ou bien en cuisine avec les tabliers ou plats jetables par exemple, là aussi les équipes ont listé tous les produits concernés pour les remplacer par des alternatives plus durables. Le Groupe travaille également de façon étroite avec ses fournisseurs pour les accompagner dans la suppression des plastiques à usage unique. Par exemple, en encourageant les entreprises du secteur de l'agro-alimentaire à ne plus utiliser de bacs en polystyrène au profit de bacs réutilisables consignés. Enfin, un objectif ambitieux a de nouveau été fixé à fin 2025 pour résoudre cette deuxième étape à l'échelle du Groupe.

Il est dans la nature d'Accor d'être innovant et nous étudions en permanence la possibilité de réduire notre impact environnemental dans d'autres domaines, tout en accompagnant les efforts des collectivités qui accueillent nos hôtels, pour un avenir moins pollué et plus durable. L'un des principaux objectifs d'Accor, outre la recherche d'alternatives au plastique et la réduction

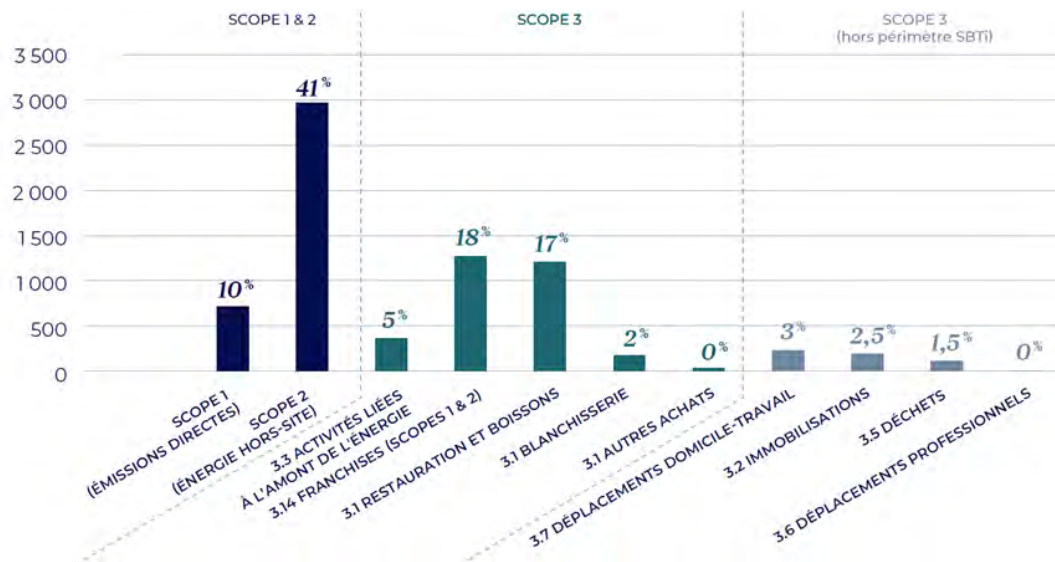


Figure 2 : Décomposition de l'empreinte carbone du Groupe Accor par catégorie en 2023 (Source : Accor, Document d'enregistrement universel 2023 déposé à l'AMF le 29 mars 2024).

de ses impacts environnementaux, est de faire évoluer les mentalités à travers le monde en adoptant la logique des 5R : « Refuser », « Réduire », « Remplacer », « Réutiliser » et « Recycler ». Le siège du Groupe assure la promotion des meilleures pratiques à travers le monde, tandis que les hôtels renforcent leurs initiatives et solutions au plan local pour le plus grand bénéfice de leurs clients. Un cercle vertueux s'installe dans une logique d'amélioration continue.



Figure 3 : Décomposition de l'empreinte carbone du Groupe Accor par scope en 2023, en % de ktCO₂eq (Source : Accor, Document d'enregistrement universel 2023 déposé à l'AMF le 29 mars 2024).

L'exemple de Novotel avec le Fonds Mondial pour la Nature WWF

Bien que les enseignes Accor s'inscrivent dans la stratégie de développement durable du Groupe, certaines d'entre elles creusent le sujet pour proposer des actions complémentaires. Dernier exemple en date, un partenariat a été signé entre Novotel, marque fonda-

trice d'Accor, et le WWF, Fonds Mondial pour la Nature, au mois de juin 2024. Bien que tous les standards de marques Accor aient été mis à jour pour s'adapter et anticiper les enjeux liés au développement durable, des marques comme Novotel décident d'aller un cran plus loin dans la préservation de l'environnement. La convention trisannuelle (2024 à 2027) signée entre Novotel et le WWF a pour rôle de contribuer à la protection et à la restauration des océans. Novotel va ainsi élaborer un plan d'action scientifique, fondé sur trois des actions prioritaires des Nations unies concernant les océans, à savoir : la réduction de la pollution marine et de l'acidification des océans, notamment dues aux activités terrestres ; la lutte contre la surpêche et la valorisation de solutions pour une pêche durable ; et l'amélioration des connaissances scientifiques et de la recherche en matière de santé des océans.

Sur la base de ces priorités, le plan d'action de Novotel vise à atténuer l'impact de la marque sur la planète, en définissant des initiatives à court et long terme autour des quatre piliers du « Programme Impact positif » de Novotel et qui inclut logiquement la problématique autour du plastique :

- réduire la pollution plastique, la consommation d'eau et l'empreinte carbone : donner aux hôtels Novotel les moyens de mettre en œuvre des plans d'action permettant de réduire la pression sur les ressources naturelles, avec une focalisation sur le plastique, l'eau et l'énergie ;
- promouvoir une alimentation durable : limiter la consommation de viande et de poisson et réduire les déchets alimentaires dans les bars et restaurants Novotel, poursuivre le développement de politiques durables en matière de produits de la mer ;
- améliorer l'éducation et la sensibilisation aux océans : informer les clients et en particulier la clientèle dite loisirs et famille pour participer à l'éveil des enfants et des parents, les équipes hôtelières et les

communautés locales sur la nécessité, et la manière, de préserver les océans ;

- contribuer à la recherche et à l'innovation : nouer des partenariats avec des ONG et investir dans l'innovation durable.

La formation et le rôle de l'humain : l'enjeu primordial au cœur de toute action

Le secteur de l'hospitalité n'existe que par les femmes et les hommes qui le composent.

L'Humain étant au cœur de toutes nos actions, la formation des collaborateurs et le partage de connaissance sont essentiels pour continuer d'innover et accélérer la transition environnementale et sociale. Un réel changement culturel a été opéré au sein d'Accor pour sortir d'une simple approche morale. Pour accompagner les directives de suppression du plastique à usage unique, une formation de plus de six heures a été proposée à l'ensemble des Heartists (nom donné aux collaborateurs Accor, contraction de "Heart" & "Artists") afin de partager un diagnostic commun sur la situation environnementale actuelle et les enjeux qui en découlent. La "School for Change" ou « École du Changement » a présenté aussi bien la science du changement climatique que des modules plus opérationnels pour les hôtels comme leurs écocertifications.

Bibliographie

ACCOR (2024), Document d'enregistrement universel 2023 déposé à l'AMF le 29/03/2024, <https://group.accor.com/fr-FR/finance/results-and-publications/universal-registration-document>

ACCOR (2020), Communiqué de presse « Accor s'engage à libérer l'expérience client de tout plastique à usage unique d'ici 2022 », <https://press.accor.com/h1span-stylefont-size26-0ptaccor-sengage-a-liberer-lexperience-client-de-tout-plastique-a-usage-unique-dici-2022op-op-s/?lang=fra>

Plastiques du bâtiment : une des clés du logement de demain

Par Sylvain GAUDARD

Responsable de la Communication
de l'Union des Plastiques du Bâtiment (UPB)

Les années 1950 et 1960 les ont fantasmés, les années 1970 à 1990 leur ont donné une réalité tangible, leurs permettant d'équiper massivement nos bâtiments, les années 2000 à 2020 les exposent à de nouveaux enjeux, les plastiques du bâtiment sont aujourd'hui aussi omniprésents qu'essentiels.

Leur succès et leur omniprésence reposent sur leurs qualités phares : légers, isolants, résistants, faciles à mettre en forme, peu onéreux à produire. Dans le bâtiment d'aujourd'hui et de demain, ils participent de la décarbonation et, sans cesse, progressent vers plus de performances, d'esthétique et de responsabilité, incontournables aujourd'hui, ils travaillent à le rester demain.

Usages et qualités

Avec 21 % des usages globaux de plastiques (Plastics Europe (2022), *Plastics – the Facts 2022*), le bâtiment représente le deuxième secteur de destination des produits plastiques transformés sur le périmètre européen. Les usages sont multiples, visibles ou non et sont tellement intégrés à notre vie quotidienne que l'utilisateur ne les remarque plus.

De façon visible, ils forment les revêtements de sol des hôpitaux, les cadres de fenêtre de nos logements,

gagnent nos grillages et évacuent nos eaux usées. Mais au quotidien et de façon invisible, ils alimentent nos foyers en eau, en gaz et en électricité, assurent la gestion des eaux pluviales, isolent nos logements du chaud, du froid et du bruit, structurent les faux-plafonds de nos bureaux, rendent isolantes nos fenêtres aluminium, étanches nos fenêtres bois, protègent l'intérieur des tubes en fonte, habillent la main-courante de nos escaliers, chauffent nos logements dans les planchers chauffants, couvrent nos stades ou protègent de la surchauffe sous forme de textiles techniques.

UPB : l'Union des Plastiques du Bâtiment

Organisation professionnelle, l'UPB regroupe elle-même des syndicats professionnels qui réunissent les industriels de la plasturgie qui fournissent le bâtiment français.

Si les produits et les applications sont divers, allant du tube d'adduction d'eau au revêtement de sol, des systèmes de planchers chauffants hydrauliques aux menuiseries et fermetures, les industriels qui les conçoivent, fabriquent et commercialisent sur le marché français partagent une même volonté de progrès et de responsabilité.

Évoluant dans un contexte normatif strict et maîtrisé, les industriels des produits plastiques du bâtiment se retrouvent dans une même ambition de décarbonation du bâtiment français en misant sur les qualités phares de leurs produits : la qualité, la sécurité, la performance et le confort des opérateurs comme des usagers.

Porte-parole des filières industrielles françaises qui concernent le bâtiment, l'UPB est un relais auprès des institutions, des pouvoirs publics et un acteur du dialogue avec les autres branches et grandes organisations de l'économie française.

Plastiques du bâtiment : un modèle d'adéquation

Les plastiques du bâtiment sont reconnus pour leurs performances intrinsèques, ce qui les fait briller dans de nombreuses applications du bâtiment :

- l'isolation thermique, électrique et acoustique : ce qui les prédestine à un usage dans les domaines de l'électricité, de l'électronique et du transport de câbles, ainsi que dans tout ce qui touche au confort thermique des bâtiments à travers les matériaux d'isolations comme les dispositifs isolants ;
- la légèreté, la facilité de mise en œuvre et la haute technicité des systèmes rendent leur installation simplifiée et plus rapide, moins coûteuse en temps, en énergie et en ressources : la gestion des réseaux, d'assainissement, de chauffage ou d'adduction d'eau met à profit la rapidité d'installation et la fiabilité des systèmes techniques ;
- la résistance, la capacité d'adaptation à l'usage, qui les voient répondre aux plus fortes exigences : confort acoustique, glissance, résistance à l'abrasion, aux conditions extrêmes comme les bords de mer, les environnements chimiques agressifs ou les zones d'asepsie, les contraintes sportives. Parfaits exemples d'adaptation, les revêtements plastiques pour sol, plafonds et murs savent équiper aussi bien les hôpitaux, des salles d'opération aux chambres des patients, que les salles de classe, les cuisines collectives, ou les logements et jusqu'aux façades et clôtures des zones côtières ou aux terrains de sport de haut niveau pour les Jeux Olympiques.

Mais les plastiques du bâtiment savent aussi parler à l'émotion et participer de l'esthétique générale d'un lieu, par les multiples possibilités de formes, de textures et de couleurs, ils peuvent aussi bien se faire discrets, imiter jusqu'à tromper ou au contraire adopter les discours esthétiques les plus exigeants.

Structurant le bâtiment français, agissant directement sur le confort des occupants ou contribuant aux performances du bâti, les plastiques du bâtiment se plient à un contexte normatif parmi les plus sévères sur le plan mondial. Ce contexte normatif porte autant ses exigences sur les aspects purement techniques et performanciers que sur les aspects sanitaires.

Performance et innocuité

Comme toutes matières formulées, les plastiques sont en constante évolution en fonction des avancées de la science. Leurs performances dans leurs usages reposent sur les caractéristiques du polymère (PVC, polypropylène, polyéthylène, polycarbonate, ABS, etc.) et sur les additifs qui sont ajoutés à ce polymère. Suivant leur composition et leur nature, les plastiques du bâtiment se font rigides ou souples, transparents ou colorés, résistants aux UV ou aux embruns, ignifuges, résistants aux chocs, acoustiques, antistatiques autant de qualités qui les spécialisent dans leurs usages. Tous ces composants chimiques sont évalués et suivis dans

le cadre du règlement REACH ou des réglementations nationales. Régulièrement et suivant la progression des connaissances scientifiques, des matières sont restreintes dans leurs usages ou cantonnées à des applications plus ciblées. En conséquence, les industriels font évoluer leurs matières afin de garantir des usages sûrs dans toutes les phases du cycle de vie (transformation, installation, utilisation puis recyclage).

Lorsqu'il y a interaction avec l'eau potable, l'innocuité des matières est vérifiée par le ministère de la Santé : les tubes et raccords plastiques pour l'adduction d'eau potable (PVC, Polyéthylène, etc.) sont couverts par une Autorisation de Conformité Sanitaire qui surveille les migrations de molécules et l'interaction sur la qualité sanitaire des eaux véhiculées (goût, turbidité, croissance microbienne).

Autre aspect qui accentue l'intérêt des plastiques du bâtiment : leur impact bénéfique sur la qualité de l'air intérieur. Ils se distinguent en premier lieu par de très faibles émissions de COV et leur facilité d'entretien, tout comme leur résistance à la croissance microbienne en font des alliés précieux de la désinfection des locaux sensibles, hôpitaux, maisons de santé et crèches en particulier.

Durée de vie et recyclage

Sous le feu des projecteurs pour leur contribution visible à la pollution de l'environnement par les déchets de l'activité humaine, les plastiques ont mauvaise presse. Pourtant les plastiques du bâtiment se distinguent par des usages uniques certes mais extrêmement longs : plusieurs décennies d'usage sont monnaie courante, avec des durées qui peuvent atteindre et dépasser le siècle dans le cadre des réseaux enterrés (Polymer Competence Center in Leoben (2024) *100 years lifetime of plastic pipes*) ; et ils bénéficient de filières de recyclage, montées à l'initiative des industriels, qui opèrent depuis plusieurs dizaines d'années. Ces filières de recyclage drainent déjà des flux importants de matériaux recyclés (SRP (2024)¹, Communiqué de presse du 28/03/2024, « Le Syndicat des Régénérateurs de Matières Plastiques dresse un tableau sans concession du recyclage en France »). Si ces filières ont été mise en place et structurées grâce aux déchets pré-consommation (chutes de fabrications, d'assemblage et de mise en œuvre), les matières issues des produits en fin de vie densifient de plus en plus les flux. La récente entrée en vigueur de la REP PMCB (Responsabilité Élargie du Producteur Produits et Matériaux de Construction du Bâtiment) vise d'ailleurs à capter des matières qui échappent actuellement à la collecte, issues des produits de la déconstruction diffuse. Ces efforts en direction de la collecte des déchets du bâtiment pour leur valorisation contribueront à alimenter les plastiques du bâtiment en MPR (matières premières régénérées). Pour autant, les questions de qualité de tri, de régé-

¹ <https://www.srprecycle.com/post/impact-innovation-et-transparence-dans-le-recyclage-des-plastiques-retour-sur-le-C3%A9v%C3%A9nement-du-srp> pour accéder à l'article avec la possibilité de télécharger le communiqué de presse au bas de la page.

nération des matières puis d'intégration de MPR dans les nouveaux produits mettent en lumière de nouveaux sujets, en plus de celui de la disponibilité des matières :

- face à des durées de vie longue et des volumes de marché restreints la disponibilité du gisement de MPR est un vrai enjeu ;
- les matières issues des déchets de déconstruction ont plusieurs décennies et contiennent des composés qui peuvent depuis avoir été supprimés ou limités pour des raisons sanitaires : si ça n'empêche en rien le recyclage de ces matières, cela impose la définition et le respect d'un cadre strict dans les stratégies de réincorporation de MPR (Règlement REACH, annexe 17 : restriction sur le plomb dans les PVC recyclés ; Règlement CE 1907/2006 du Parlement européen et du Conseil du 18 décembre 2006).

Décarbonation

Le bâtiment est avant tout consommateur de matières : métaux, granulats, bois et plastiques répondent chacun à des usages particuliers, forcément limités en raison des réalités physiques de chaque matière. Dans cette grande concurrence, le récent effort du bâtiment français pour progresser sur la voie de la décarbonation ajoute une nouvelle clé de lecture. En effet depuis début 2022, le bâtiment français applique une Réglementation Environnementale (RE2020), qui a succédé à une réglementation Thermique (RT2012). Cette nouvelle réglementation opère un tournant en prenant en compte les consommations énergétiques et émissions de carbone dans les phases de construction, d'exploitation puis de démantèlement des constructions.

Les plastiques du bâtiment offrent des avantages certains sur cet aspect décarbonation : avec des températures de transformation puis de recyclage relativement basses, leur mise en œuvre est peu énergivore, ce qui les distingue directement des métaux, du verre et des minéraux cuits. Dans la même logique, leur légèreté facilite leur transport et leur installation, réduisant les délais et les coûts carbone liés à leur mise en œuvre. Si leurs apports en matière de performance est acquis (isolation thermique, isolation acoustique, longévité et innocuité) leur coût carbone restreint leur confère un nouvel avantage, que le bâtiment commence à entrevoir.

Ainsi, la progression des exigences de la RE2020 offre de nouvelles chances : passer sur un réseau de distribution sanitaire en matière de synthèse en alternative à un réseau métallique permet une économie de carbone notable, qui prend tout son intérêt lorsque chaque lot est analysé pour traquer les kilos-carbone superflus. Dans la même logique, l'impact carbone peut demain guider le choix vers un sol souple plastique en alternative à d'autres solutions, à des fenêtres PVC en remplacement des fenêtres alu, etc.

Bien sûr, en matière d'impact carbone, les matières naturelles ont un avantage certain... en partant du principe qu'on les utilise sous leur forme brute, ce qui n'est jamais le cas !

Un bois mis en œuvre dans le bâtiment du XXI^e siècle est transformé, est assemblé, est transporté pour lui assurer un minimum de traçabilité, de garantie, de performance et de durabilité. Autant d'opérations, de traitements, de matières additionnelles qui sont coûteuse en ressources comme en carbone.

L'aspect économique

Un bâtiment, dans sa construction comme dans sa rénovation est avant tout un modèle économique, une somme de coûts mis en regard de caractéristiques attendues. Et en matière d'économie, les produits plastiques du bâtiment ont des arguments à faire valoir. Premièrement avec des coûts de fabrication qui les rendent très compétitifs au regard des autres matières. Deuxièmement, leur légèreté, les possibilités d'assemblage, la technicité des systèmes optimisent les temps de pose et l'énergie nécessaire à leurs mises en œuvre. Enfin, leur efficacité, leur fiabilité et leur durée de vie réduisent significativement les coûts de maintenance. En complément, ces produits reposent souvent sur des *process* fortement industrialisés qui autorisent des échelles de production à même de couvrir les besoins énormes du bâtiment français.

Conclusion

Loin des débats qui agitent le microcosme médiatique et idéologique, les plastiques du bâtiment sont une vraie chance pour le bâtiment français et se révèlent incontournables. En accompagnant ses évolutions vers plus de circularité, au même titre que les autres matériaux impliqués dans le geste de construire, ils lui permettront de relever le défi de la décarbonation et du changement climatique tout en capitalisant sur leurs qualités phares : performances, accessibilité, efficacité et confort.

Le rôle des collectivités pour collecter et recycler les plastiques

Par Nicolas GARNIER, André LÉGER et Stéphane DURU
AMORCE

La production mondiale de plastique a plus que doublé en 20 ans, atteignant 460 millions de tonnes en 2022 selon l'OCDE, et pourrait tripler d'ici 2060 sans intervention.

Les collectivités locales responsables de la collecte et du traitement des déchets ménagers se retrouvent souvent en bout de chaîne et assument une grande partie de l'effort de recyclage des résines plastiques. Malgré les moyens techniques, juridiques et fiscaux dont disposent les collectivités, elles subissent le plus souvent les décisions des producteurs qui mettent en marché une multitude de produits et de résines bien souvent non recyclables.

En 2020, la loi anti-gaspillage et économie circulaire (AGEC) fixait un cadre ambitieux pour la gestion des déchets plastiques visant à améliorer le taux de recyclage d'ici 2025 et 2030. Cependant, malgré ces efforts, la France peine à atteindre ses cibles, avec seulement 29 % des emballages plastiques recyclés en 2021.

Cet article souligne le rôle crucial des collectivités locales dans la gestion des déchets plastiques et brosse également les limites d'une politique qui n'inclut pas suffisamment la responsabilité du producteur en matière de prévention et d'éco-conception. Au contraire certaines orientations prises telles que la fausse consigne pour recyclage des bouteilles de boisson, témoignent d'une approche court-termiste motivée par les intérêts des industriels au dépend de l'environnement et du service public de gestion des déchets ménagers.

Les déchets plastiques gérés par les collectivités locales

La compétence de collecte et de traitement

La collecte et le traitement des déchets ménagers et assimilés, y compris les emballages et déchets plastiques, sont confiés aux collectivités compétentes en la matière en vertu de l'article L2224-13 du code général des collectivités territoriales. Il revient aux présidents de ces structures, ou aux maires lorsque ceux-ci se sont opposés au transfert du pouvoir de police administrative spécial, de définir les règles de gestion des déchets ménagers (article L2224-16) dans le cadre du règlement de collecte qu'elles ont défini conformément à l'article R2224-26, y compris les déchets plastiques.

L'origine et la répartition des plastiques dans les flux de déchets

Au titre du service public de gestion des déchets, les collectivités sont par conséquent amenées à collecter et à traiter les déchets plastiques produits par les ménages ou d'autres producteurs, assimilables à des déchets susceptibles d'être produits par des ménages. Il s'agit en premier lieu des collectes dites courantes dans les ordures ménagères et assimilés (OMA), collectées en

Présentation d'AMORCE

AMORCE est la principale association française de collectivités et leurs partenaires en matière d'environnement, d'énergie, de déchets, d'eau et d'assainissement. Elle fédère près de 1 200 membres représentant 60 millions d'habitants.

porte-à-porte ou dans des points d'apport volontaires. Le service public gère la collecte sélective des emballages plastiques ménagers, mais aussi des emballages plastiques issus des commerces et des entreprises pris en charge par le service public. Une autre partie des déchets courants en plastique et contenant des plastiques sont encore jetés dans les ordures ménagères résiduelles qui vont rejoindre les unités de valorisation énergétique ou les installations de stockage de déchets non dangereux. Il peut encore s'agir d'emballages plastiques mal triés ou contenant encore les produits qu'ils emballent, mais aussi d'autres déchets mal triés (textiles, jeux, jouets, article de sport...), et des déchets ou objets du quotidien qui ne trouvent, pour l'heure, pas

d'autre filière de valorisation dédiée : les textiles sanitaires (couches, serviettes...), les ustensiles de cuisine, les produits d'hygiène corporelle... Ces déchets sont à l'origine de la très grande majorité des émissions de CO₂ fossiles comptabilisées dans les rejets atmosphériques des unités de valorisation énergétique. Enfin, les déchèteries ou d'autres services spécifiques¹ sont aussi un moyen de collecter séparément d'autres objets plastiques en fin de vie (jouets, articles de sport et loisirs, article de bricolage et de jardinage mobiliers, matériaux de construction...). Mal triés ou en l'absence de contenants dédiés, ces déchets plastiques peuvent rejoindre la benne des encombrants² dite « tout-venant », dédiée le plus souvent au stockage lorsque la valorisation énergétique de cette benne, sous forme de broyats pour les unités de valorisation énergétique ou de combustibles solides de récupération en chaufferies, n'est pas possible.

Quelles matières retrouve-t-on dans les déchets plastiques du quotidien ?

Les déchets plastiques pris en charge par les collectivités regroupent des centaines de résines utilisées dans une multitude de biens de consommation depuis plusieurs dizaines d'années. Les résines les plus fréquentes dans les déchets plastiques restent les plastiques de la famille des polyéthylènes (PET, PEHD), des polypropylènes (PP), des polystyrènes (PS) ou encore des PVC (polychlorure de vinyle). Mais les collectivités font encore face à des produits mal conçus, avec des matériaux différents ou des résines imbriquées qui rendent *de facto* leur recyclage impossible.

Ces déchets plastiques sont le miroir du développement de l'usage de ces matières dans notre société de consommation : leur production a explosé, contrairement à leur recyclage. Ces déchets connaissent les augmentations les plus fortes avec les performances de collecte et de recyclage les plus faibles. On pense en particulier aux emballages plastiques autres que les bouteilles et flacons ainsi qu'à bon nombre d'objets du quotidien (articles de sport, ustensiles de cuisine, etc.) ou encore aux textiles en matière plastique (polyester, nylon...).

Dans une société encore basée sur l'abondance des ressources issues des hydrocarbures et (encore) peu chères, une facilité d'usage, une multiplicité de fonctionnalités, les produits à durée de vie plus ou moins longue perdent leur usage et deviennent des déchets, que les collectivités doivent ensuite prendre en charge. Elles sont confrontées à des biens de consommation ou à des emballages conçus sans prendre en compte

¹ En 2017 la Campagne MODECOM – Ademe estimait à 14,3 Mt de déchets apportés en déchèterie dont 4 % sont en plastique, <https://librairie.ademe.fr/dechets-economie-circulaire/4351-modecom-2017-campagne-nationale-de-caracterisation-des-dechets-menagers-et-assimiles.html>

² En 2017 la Campagne MODECOM – Ademe estimait à 23 % la part du tout-venant dans les déchèteries dont 18 % est composé de plastique, <https://librairie.ademe.fr/dechets-economie-circulaire/4351-modecom-2017-campagne-nationale-de-caracterisation-des-dechets-menagers-et-assimiles.html>

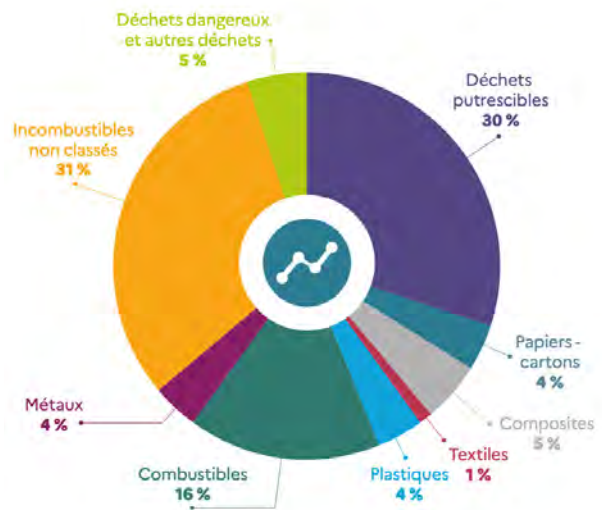


Figure 1 : Composition des flux entrants en déchèterie (Source : Ademe).

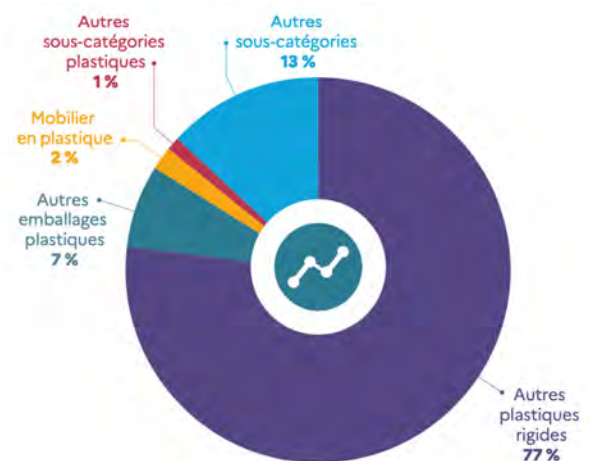


Figure 2 : Composition de la benne plastique (Source : Ademe).

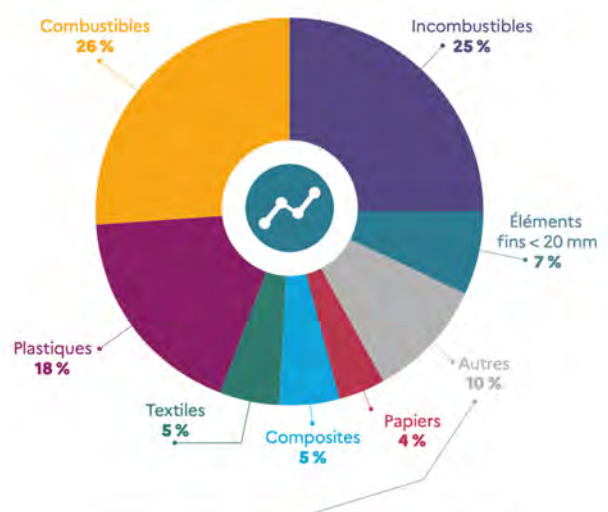


Figure 3 : Composition de la benne tout-venant (Source : Ademe).

leur fin de vie et leur recyclage, et à des changements de modes de vie (nomadisme, restauration hors foyer, *marketing*, usage unique, recherche du prix bas...) qui contribuent à l'augmentation des usages de ce type. Surtout, elles doivent prendre en charge ces externalités sans pouvoir totalement agir en amont dès lors que les politiques en la matière ne relèvent pas, pour la plupart, du champ de leur compétence.

Le renforcement des objectifs de performance environnementale : ce que dit la loi

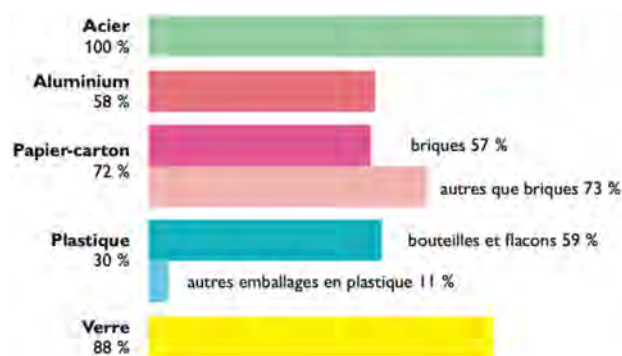
Face à ce constat, la France a pris des mesures avec l'adoption en 2020 de la loi anti-gaspillage et économie circulaire (loi AGEC). Cette loi a élevé les ambitions générales en matière de réduction des déchets ménagers et assimilés (DMA) et, par voie de conséquence, les déchets plastiques. Elle fixe comme cap une réduction de 15 % des quantités de DMA produites par habitant d'ici 2030, de 5 % des quantités de déchets d'activités économiques (DAE) par unité produite d'ici 2030 et de 10 % de la part d'enfouissement des déchets municipaux en 2035 par rapport à 2010³.

Cette loi intègre des mesures sur la réduction des plastiques à usage unique avec notamment la fin de la mise en marché des emballages à usage unique d'ici 2040 et un premier objectif en la matière de réduction de 20 % d'ici à 2025 dont la moitié doit être obtenue par réemploi (décret 3R⁴). Ce décret avait précisé des objectifs comme tendre dès le 1^{er} janvier 2025 au recyclage de 100 % des emballages en plastique à usage unique avec des filières de recyclage en place et, d'ici fin décembre 2025, supprimer tous les emballages en plastique à usage unique inutile. Enfin, la France a inscrit dans la loi la réduction de 50 % du nombre de bouteilles en plastique à usage unique mis sur le marché d'ici 2030.

Aujourd'hui le constat est sans appel ! La France est loin d'atteindre ses objectifs. Le gisement d'emballages en plastique mis en marché a augmenté de + 18 % entre 2010 et 2023. Le recyclage des bouteilles et flacons plastiques est de 59 % en 2021 et de seulement 11 % pour les autres emballages plastiques (Citeo, 2022). Et près de 20 % des emballages plastiques n'ont aucune solution de recyclage à ce jour.

³ Arrêté du 7 décembre 2023 portant cahier des charges des éco-organismes et des systèmes individuels de la filière à responsabilité élargie des producteurs des emballages ménagers, des imprimés papiers et des papiers à usage graphique, <https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/id/JORFTEXT000048543633>

⁴ Décret n°2021-517 du 29 avril 2021 relatif aux objectifs de réduction, de réutilisation et de réemploi, et de recyclage des emballages en plastique à usage unique pour la période 2021-2025, <https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/id/JORFTEXT000043458675>



M = million(s), MD = milliard(s).

Chiffres arrondis. Chiffres détaillés dans le rapport d'activité Citeo/Adelphé 2021, disponible sur citeo.com.

Les bénéfices environnementaux sont calculés via l'outil d'analyse de cycle de vie de Citeo, BEE.

Remarque générale : les chiffres de tonnages et de taux de recyclage communiqués correspondent aux gisements mis en marché et tonnages recyclés sur le seul périmètre du groupe Citeo. Ils n'intègrent pas les tonnages des clients sous contrat avec un autre titulaire.

Figure 4 : Taux de recyclage par matériaux (Source : Rapport POSMOF 2022 – Citeo).

Une stratégie de lutte contre les déchets plastiques hors sol

La consigne pour recyclage des bouteilles en plastiques : l'arbre qui cache la forêt

Malgré ce constat sévère qui prévaut pour tous les déchets plastiques, l'État a décidé de concentrer ses efforts sur les bouteilles en plastique et particulièrement sur l'atteinte des objectifs de collecte en vue du recyclage : 77 % des bouteilles de boisson en plastique en 2025 et 90 % en 2030. Ces objectifs sont issus de la directive européenne 2019/904 relative à la réduction de l'incidence de certains produits en plastique sur l'environnement dite « SUP » (*single use plastic*)⁵. Pour les atteindre, les gouvernements qui se sont succédé depuis 2019 ont été tentés, sous l'influence des metteurs en marché de boissons, d'implanter un système de consignation des bouteilles plastiques et de canettes en vue de leur recyclage. Son principe : augmenter de 15 à 20 centimes d'euros le prix de vente d'une bouteille plastique afin de forcer le consommateur à récupérer son argent *via* une opération de déconsignation, le plus souvent dans une machine automatique près d'une surface de vente. La bouteille récupérée, une fois broyée ou compressée, rejoint ensuite les mêmes filières de recyclage que celles déjà en place pour les collectes d'emballages dans le bac jaune.

L'apparition de cette mesure au moment des discussions sur la loi AGEC avait suscité une levée de bouclier des collectivités et de leurs associations représentatives, d'une partie des ONG environnementales et des associations de défense des consommateurs. Cette privatisation d'une partie de la gestion des déchets ménagers remet en cause les fondements même du

⁵ Directive (EU) 2019/904 of the European Parliament and of the Council of 5 June 2019 on the reduction of the impact of certain plastic products on the environment (Text with EEA relevance), <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2019/904/oj>

service public de gestion des déchets et le principe d'une simplification du geste de tri citoyen, à la base de toutes les actions portées depuis plus de 20 ans sur les emballages ménagers.

Après d'âpres discussions, le Parlement avait maintenu cette disposition tout en la suspendant à une « clause de revoyure » en 2023 et à des études lancées par l'Ademe qui devaient valider ce nouveau modèle. Faute de consensus et face à des études aux résultats mitigés, l'État a décidé de repousser à 2024 – et à de nouvelles études – la mise en place de la consigne pour recyclage. Ces nouvelles études devant également aborder une telle consigne mais régionalisée des bouteilles pour boissons et des canettes, et être portées cette fois par les éco-organismes agréés, à savoir Leko et Citeo.

Pourtant, les enjeux sont ailleurs

La France produit chaque année 239 millions de tonnes de déchets issus de la construction, 72 millions de tonnes de déchets issus des activités économiques et enfin 39 millions de tonnes provenant des ménages ou de petites entreprises et administrations. Ces derniers représentent donc 20 % des quantités de déchets (Ademe, 2021)⁶. Dans ce contexte, les emballages mis sur le marché sont estimés à 5,2 millions de tonnes et environ 72 % (3,8 Mt) sont recyclés. Les emballages plastiques ménagers représentent 22 % de ces quantités d'emballages mis en marché, soit 1,18 million de tonnes (Citeo, 2022)⁷.

Près de 14 milliards de bouteilles plastiques, soit 350 000 tonnes, sont mises en marché chaque année, ce qui représente moins de 1 % des 39 millions de tonnes de déchets ménagers et assimilés collectés en France et moins de 30 % des 1,18 million de tonnes d'emballages plastiques ménagers.

Les enjeux posés par les bouteilles plastiques dans la pollution plastique se mesurent aussi à la part qu'elles représentent au regard de tous les déchets plastiques produits en France tous secteurs confondus. Les bouteilles représentent 10 % des 3,7 millions de tonnes de déchets plastiques collectés chaque année en France (Plastic Europe, 2022). En matière de traitement, pour les déchets plastiques de quelque nature qu'ils soient, 25 % sont recyclés, 44 % sont valorisés énergétiquement et 31 % sont enfouis (Plastic Europe, 2022)⁸.

Les bouteilles plastiques, parce qu'elles sont fabriquées avec des résines désormais faciles à trier et à recycler (Polyéthylène téréphtalate et Polyéthylène haute densité), affichent les meilleurs résultats concernant leur recyclage. Dans son étude sur l'estimation du taux de collecte, l'Ademe identifie pour 2021 un taux de recyclage de 61 %⁹ des bouteilles de boisson en plastique. Cette performance est la meilleure de tous les déchets plastiques gérés à ce jour. Les performances des autres emballages plastiques sont faibles. Les emballages en plastique présentent globalement un taux de collecte de moins de 30 % tandis que les autres objets contenant des plastiques (jouets, DEEE, vêtements, couches) sont toujours orientés en valorisation énergétique, ou en stockage.

From 2006 to 2020, the quantities sent to recycling increased by 88%, energy recovery increased by 42% and landfill decreased by 20%.



Post-consumer plastics waste treatment evolution 2006-2020 (in kt)

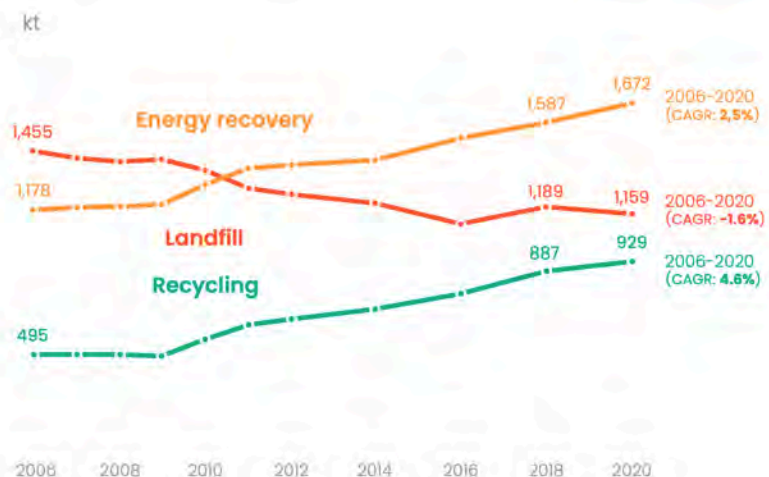


Figure 5 : Voies de valorisation des plastiques en France (Source : Plastics - The facts - Plastic Europe).

⁶ <https://librairie.ademe.fr/ged/6912/dechets-chiffres-cles-essentiel-2021-011723.pdf>

⁷ https://bo.citeo.com/sites/default/files/2022-06/20220630_RAPPORT_ANNUEL_CITEO_2021-2022.pdf

⁸ https://plasticseurope.org/fr/wp-content/uploads/sites/2/2023/02/PE-PLASTICS-THE-FACTS_FINAL_DIGITAL-1.pdf

⁹ Évaluation du taux de collecte des bouteilles en plastique de boisson pour 2021 et 2022 – Ademe, <https://librairie.ademe.fr/ged/8003/Evaluation-taux-collecte-bouteilles-plastique-2023.pdf>

Il apparaît donc prioritaire d'agir, d'une part, sur ces autres déchets pour en réduire les quantités, améliorer leur collecte sélective et leur recyclage et, d'autre part, sur la réduction de la mise en marché des bouteilles plastiques.

Les collectivités sont-elles responsables des déchets plastiques ?

Une action en bout de chaîne et des leviers limités

Chargées de gérer les déchets des ménages et les déchets assimilés à ces derniers, les collectivités en charge du service public de gestion des déchets se retrouvent finalement en bout de chaîne. Elles subissent les décisions des metteurs en marché qui décident de la nature des objets au travers des résines employées et de leur conception. Elles subissent l'évolution des modes de consommation de nos concitoyens, sans réel pouvoir pour influencer des comportements qui leur échappent (*ultra fast fashion*, nomadisme, incivilités...). Enfin, les débouchés des matières qu'elles détiennent vont dépendre des cycles économiques et de l'appétence des industriels à privilégier des matières dites « secondaires » issues de l'économie circulaire plutôt que des matières premières directement issues des énergies fossiles. En cela, les cours mondiaux du pétrole et du gaz sont souvent déterminants.

Les collectivités disposent néanmoins de marges de manœuvre sur la fiscalité, avec l'intégration de part incitative sur les taxes et redevances qu'elles perçoivent au titre de la gestion des déchets, pour inciter financièrement les usagers à produire moins de déchets. Elles agissent également sur les modalités de collecte et de tri pour améliorer les performances de recyclage et trouver des débouchés dans l'économie circulaire.

Le rôle des filières à responsabilité élargie du producteur

Pour autant, une partie de ces déchets plastiques ne relèvent plus en théorie de leur responsabilité. La France a en effet décidé de l'application du principe pollueur payeur sur la gestion des déchets avec la mise en place dès 1992 de la première filière à responsabilité élargie du producteur (REP), à savoir sur les emballages ménagers. Depuis, l'État a décidé la création de 20 filières (dont 2, emballages ménagers et papiers imprimés, ont fusionné) et 5 autres en projet. La plupart d'entre elles devraient prendre en charge des déchets plastiques : emballages, appareils électriques et électroniques, ameublement, matériaux de construction, jeux et jouets, articles de bricolage et jardinage, articles de sport et loisirs, textiles sanitaires, tabac, gommes à mâcher...

Cette responsabilité élargie du producteur s'applique non seulement à la gestion des déchets que les secteurs obligés génèrent au travers de leur prise en charge, mais aussi en amont avec des objectifs imposés en matière de prévention. Pour autant, force

est de constater que ce modèle fonctionne mal. La directive (UE) 2018/851 du 30 mai 2018 modifiant la directive 2008/98/CE relative aux déchets¹⁰ impose notamment un taux de couverture entre 80 et 100 % des coûts que ces filières doivent appliquer lorsqu'elles délèguent la collecte et le traitement aux collectivités locales. Aujourd'hui, ces taux ne sont pas appliqués et la charge pour les collectivités est toujours plus importante, au regard notamment du retour (temporaire) de l'inflation généralisée avec les crises qui se succèdent depuis 2020. Aujourd'hui, seule la filière des emballages ménagers dispose d'une méthode de calcul du taux de couverture des coûts nets optimisés (Ademe, 2022)¹¹. Celui-ci s'établirait à 76,7 % mais il ne reflète pas la prise en charge des coûts réellement supportés par les collectivités avec un taux qui atteint souvent moins de 50 % des coûts réels. Les autres filières ne disposent même pas d'un tel indicateur.

Atteinte de l'objectif de couverture



L'article R.543-58-1 du code de l'environnement prévoit que la couverture, par les éco-organismes agréés, des coûts de collecte, de tri et de traitement des déchets d'emballages ménagers par les collectivités soit de 80% des coûts nets de référence d'un service de collecte optimisé.

Figure 6 : Taux de couverture des coûts nets optimisés (Source : Filières des emballages ménagers - données 2022, Ademe).

Les incitations sur l'éco-conception et la simplification des matières ne fonctionnent pas. À l'exception de la filière emballages ménagers, aucune filière ne se voit imposer une obligation de réduction de déchets générés par les biens et objets dont elle doit assumer la responsabilité. Lorsque des décisions ont été actées par l'État à la suite d'un débat public (interdiction des plastiques à usage unique, interdiction des emballages en polystyrène), les metteurs en marché n'abdiquent pas et tentent de revenir constamment sur ces décisions¹². Enfin, il faut aussi souligner l'absence de filière de recyclage pour certaines matières plastiques pourtant en théorie facile à recycler, comme le polystyrène.

Pourtant, la lutte contre la pollution plastique passe aussi par l'implication de toutes les parties prenantes et en premier lieu des metteurs en marché.

La prévention reste la première action à conduire avec une réelle implication des filières. Cela passe par l'imposition d'un objectif contraignant de réduction des déchets générés par les filières sous responsabilité élargie du producteur. Cette action passe aussi par la

¹⁰ <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/HTML/?uri=CELEX:32018L0851>

¹¹ <https://bibliothèque.ademe.fr/ged/8903/Bilan-Filiere-EMBM-Donnees2022.pdf>

¹² Emballages : AMORCE s'oppose à l'idée de tout report de l'interdiction des emballages en polystyrène, <https://amorcer.asso.fr/actualite/emballages-amorce-s-oppose-a-l-idee-de-tout-report-de-l-interdiction-des-emballages-en-polystyrene>

substitution des matières plastiques par d'autres matériaux au bilan écologique plus vertueux, à l'instar ces solutions qui existent pour remplacer le polystyrène expansé dans le *packaging*.

Des efforts très importants sur le recyclage et la circularité des biens en objets en plastiques et contenants de plastiques sont encore à conduire. L'éco-conception des produits avec l'intégration de la fin de vie n'est pas suffisamment mise en œuvre. Les metteurs en marché ne travaillent pas assez sur le choix des résines et les capacités des chaînes de tri en place à pouvoir séparer les déchets pour leur trouver des filières de valorisation mature, sans avoir à investir de nouveau dans les *process*.

Pour les collectivités, l'enjeu est crucial : il convient de faire porter davantage la responsabilité et le coût financier de la gestion des déchets plastiques aux metteurs en marché plutôt qu'aux contribuables. Cet objectif passe d'abord par l'application des règles déjà établies au niveau européen (directive cadre déchets, règlement emballage) et français (lois TECV et AGECE) et de sortir leurs textes d'application. Il revient à l'État de définir, dans les textes portant cahier des charges sur les éco-organismes des filières à responsabilité élargie de producteur, des objectifs ambitieux, en accord avec les objectifs nationaux. Les services de l'État doivent affirmer leur rôle de contrôle et possiblement de sanctions, avec des mécanismes suffisamment dissuasifs pour rendre plus coûteux le fait de ne rien faire, que d'agir.

Bibliographie et références

DESPLATS. R, POULAIN. O et BERGEY. JL (2017), « MODECOM 2017 - Campagne nationale de caractérisation des déchets ménagers et assimilés », Faits et chiffres, Ademe.

POULAIN. O, HEUSLER. L et PERRICHON. H (2023), « La collecte des déchets par le service public en France - Résultats 2021 », Faits et chiffres, Ademe.

Arrêté du 7 décembre 2023 portant cahier des charges des éco-organismes et des systèmes individuels de la filière à responsabilité élargie des producteurs des emballages ménagers, des imprimés papiers et des papiers à usage graphique.

Décret n°2021-517 du 29 avril 2021 relatif aux objectifs de réduction, de réutilisation et de réemploi, et de recyclage des emballages en plastique à usage unique pour la période 2021-2025.

Directive (EU) 2019/904 of the European Parliament and of the Council of 5 June 2019 on the reduction of the impact of certain plastic products on the environment (Text with EEA relevance) – Parlement européen.

Directive (UE) 2018/851 modifiant la directive 2008/98/CE relative aux déchets - Parlement européen.

ADEME (2021), « Déchets-chiffres-clés-l'essentiel », Faits et chiffres, Ademe.

CITEO (2022), « Rapport_Annuel_Citeo_2021-2022 » – Rapport annuel, CITEO.

PLASTIC EUROPE (2022), "Plastics – The facts – 2022", The Facts, Plastic Europe.

PARISOT. F, PASQUIER.S (2023), « Évaluation du taux de collecte des bouteilles en plastique de boisson pour 2021 et 2022 », Expertises, Ademe.

TOUCHEE.R, ADEME. (2024), « Filière des Emballages ménagers – Données 2022. Bilan annuel », Faits et chiffres, Ademe.

DURU. S, AMORCE (2024), « Emballages : AMORCE s'oppose à l'idée de tout report de l'interdiction des emballages en polystyrène », Lettres d'information n°89, AMORCE.

Les enjeux à relever pour une filière plastique circulaire et territoriale : l'exemple de la région des Pays de la Loire

Par Jean-Michel BUF

Conseiller régional des Pays de la Loire et président du Conseil national de l'Économie circulaire

La région des Pays de la Loire, en tant que deuxième région française de la plasturgie, a réalisé une étude économique de la filière de l'amont de la chaîne jusqu'à l'aval, de manière à identifier les besoins exprimés par les acteurs et les défis à relever pour les accompagner dans le développement d'une filière plastique circulaire et territoriale.

La première partie de l'étude a consisté en la réalisation d'une cartographie des acteurs de la plasturgie et de leurs domaines d'application, qui a mis en évidence le poids du secteur de la menuiserie industrielle, mais également de l'emballage alimentaire avec une industrie agro-alimentaire fortement implantée. Les entreprises du recyclage sont plutôt bien représentées par rapport au national avec une spécialité notable sur les résines utilisées en menuiserie industrielle.

L'étude a permis de mettre en évidence cinq catégories de défis à relever : techniques, règlementaires, économiques, relevant de la mise en réseau des acteurs et de la sécurisation des approvisionnements, et pour terminer relevant de l'attractivité de la filière et de la formation. Ils sont illustrés par des dynamiques d'acteurs ayant montré la voie.

Introduction

En tant que deuxième région française de la plasturgie avec plus de 300 entreprises représentant plus de 17 000 salariés, la région des Pays de la Loire, au travers de ses compétences en matière de développement économique et d'économie circulaire, s'est emparée naturellement des enjeux autour de l'avenir de la filière plastique. De nombreuses évolutions règlementaires, sociétales et environnementales sont en effet en cours, qu'il est nécessaire d'accompagner sur toute la chaîne de valeur.

Christelle Morançais, présidente de la région des Pays de la Loire : « En Pays de la Loire, nous sommes résolument déterminés à améliorer notre engagement pour une filière plastique circulaire. Cette ambition régionale, c'est celle qui nous pousse à accompagner nos entreprises dans les grandes transitions pour notre économie, en premier lieu celle qui relève de l'environnement. L'écologie que je porte en tant que présidente de région, c'est une écologie de projet, une écologie qui se construit d'abord avec nos entreprises. Notre objectif

est simple : faire de l'écologie une opportunité de croissance, d'emplois et de qualité de vie ! ».

Cartographie, caractéristiques et spécificités de la région des Pays de la Loire vis-à-vis des enjeux du plastique

La réalisation d'une étude sur la filière plastique

En 2023, la région a décidé de réaliser une étude de la filière plastique¹, en s'appuyant sur les compétences de son agence de développement économique Solutions&co qui est dotée d'un département analyse et prospective. Il est précisé que cette étude porte uniquement sur les thermoplastiques.

¹ <https://www.paysdelaloire-eco.fr/ressources-analyses/filiere-plastique/>

Le premier objectif de l'étude était d'abord de dresser un état des lieux de la filière plastique sur la base d'une enquête auprès des acteurs qui la composent, d'identifier les principaux secteurs économiques consommateurs de plastique en région, et de présenter l'état d'avancement de l'économie circulaire dans la filière en région.

Le deuxième objectif était d'aider la région à identifier les besoins remontés par les acteurs économiques ainsi que les défis à relever pour une filière plastique plus circulaire. Ces éléments d'analyse permettront à la région de structurer son intervention, pour accompagner les acteurs dans l'évolution de la filière.

Le périmètre de l'étude comprenait l'ensemble des acteurs de la chaîne de valeur du plastique : l'amont avec les équipementiers et les fournisseurs de matière première, les plasturgistes, les entreprises consommatrices qu'on nommera également les donneurs d'ordre ou metteurs en marché, et l'aval avec les acteurs du recyclage.

La cartographie des acteurs

La région compte près de 300 établissements plasturgistes avec 17 000 salariés, ce qui en fait la deuxième région française en nombre de salariés après la région Auvergne Rhône-Alpes.

Elle se caractérise également par une diversité d'applications des matières plastiques : l'agro-alimentaire avec les emballages, le BTP (Bâtiment Travaux Publics) avec la menuiserie industrielle, l'industrie automobile, et l'agriculture avec les films agricoles.

Elle compte de nombreux pôles et réseaux de référence intervenant sur la filière :

- Polyvia Ouest qui fédère les plasturgistes ;
- Federec qui fédère les entreprises du recyclage ;

- Polymeris, le pôle de compétitivité dédié au plastique ;
- Lige-pack, le pôle dédié à l'innovation des emballages alimentaires ;
- Menuiseries Avenir qui fédère les entreprises de la menuiserie industrielle du Grand Ouest ;
- EMC2, le pôle de compétitivité des industries regroupant les secteurs du naval, du maritime, de l'automobile et de l'aéronautique pour travailler sur les matériaux d'avenir sur la base d'une stratégie « l'industrie éco-responsable » ;
- IPC, le centre technique et industriel de la plasturgie et des composites, qui accompagne les entreprises dans l'innovation des matériaux.

L'étude a comparé la répartition des domaines d'application du plastique en Pays de la Loire par rapport aux chiffres nationaux. La principale spécificité réside dans le fait que le secteur du BTP représente 30 % des volumes transformés alors que la moyenne nationale se situe à 23 %. Le secteur de l'emballage représente quant à lui 15 % en Pays de la Loire comparés aux 44 % au niveau national.

L'analyse de ces données met en évidence la prédominance du plastique utilisé dans le secteur du bâtiment qui s'explique par un nombre important d'entreprises de fabrication de menuiserie industrielle en PVC en Pays de la Loire. Le secteur de l'emballage est également un domaine fortement utilisateur de plastique dans la région, en lien avec des domaines industriels très bien implantés en Pays de la Loire comme l'agro-alimentaire, et dans une moindre mesure la santé et la cosmétique.

Si le secteur des emballages n'est pas majoritaire par rapport au secteur du BTP, il n'en demeure pas moins un enjeu primordial, étant donnée la durée de vie utile très courte des emballages qui sont le plus souvent à usage unique. La durée de vie utile d'un emballage est

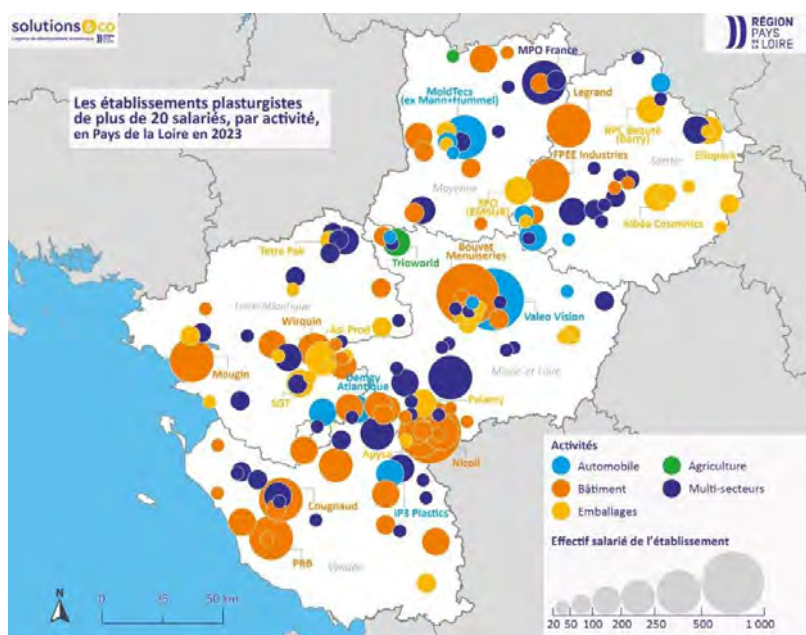


Figure 1 : Carte des établissements plasturgistes des plus de 20 salariés par secteurs d'activités (Source : Solutions&CO/Département analyse et prospective, 2023).



Figure 2 : Graphique de répartition des volumes de matières plastiques transformés par application (Source : Solutions&CO/Département analyse et prospective, 2023).

estimée à 0,5 année en moyenne alors que la durée de vie utile d'une menuiserie industrielle est estimée à 20 ans (L'atlas du plastique, Fondation Heinrich Böll, 2020).

Les secteurs de l'automobile et de l'agriculture (films agricoles) sont aussi représentés dans les activités des plasturgistes ligériens.

Les acteurs du recyclage sont assez bien représentés en Pays de la Loire, avec 11 entreprises de régénération qui produisent de la matière première recyclée (MPR) directement utilisable par les plasturgistes et 7 entreprises qui proposent une activité de broyage, étape préalable à la production de MPR. La majeure partie des recycleurs a développé une compétence particulière sur le marché du PVC, en lien avec les besoins du secteur du bâtiment.

Les défis à relever pour une filière plastique plus circulaire en Pays de la Loire et la dynamique des acteurs pour y contribuer

L'étude de Solutions&Co a permis d'identifier 5 typologies de défis à relever sur la base des entretiens réalisés auprès d'experts et de professionnels de la filière plastique.

Les défis d'ordre technique

La multiplicité des résines utilisées pour la fabrication des produits entraîne des contraintes techniques pour gérer leurs fins de vie et pouvoir les recycler. Il est nécessaire de développer le réflexe de l'écoconception des produits qui permet de prendre en compte dès l'étape de concep-

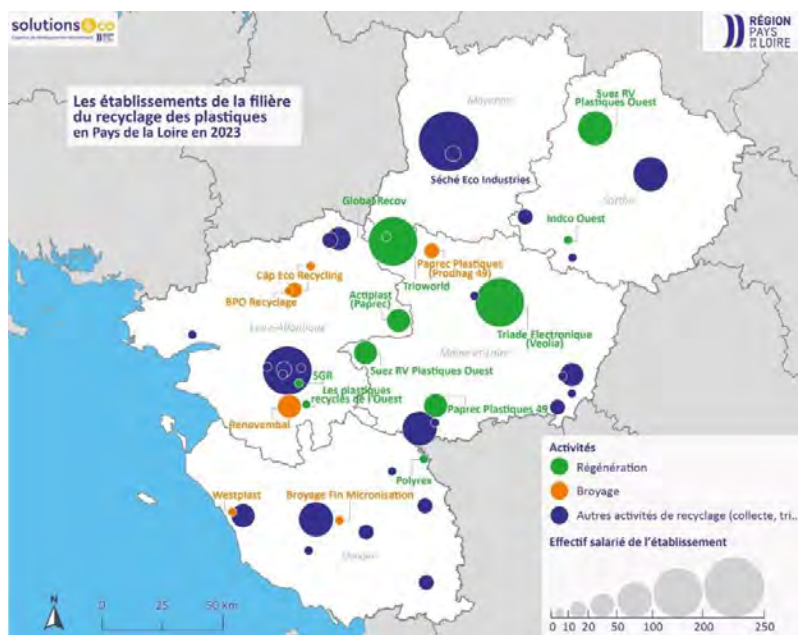


Figure 3 : Carte des acteurs du recyclage en Pays de la Loire (Source : Solutions&CO/Département analyse et prospective, 2023).

tion la recyclabilité des matières utilisées. Il est nécessaire d'accompagner les donneurs d'ordre dans cette dynamique par des dispositifs de montée en compétence dédiés et de financement des démarches. Ce sont eux qui entraîneront leurs sous-traitants plasturgistes vers une utilisation de plastiques recyclés et recyclables.

La CCIR (Chambre de Commerce et d'Industrie Régionale) des Pays de la Loire a créé le programme d'accompagnement des entreprises EcoproDDuire, qui est à la fois individuel et collectif, et qui bénéficie du soutien de l'Ademe. 42 entreprises ont pu en bénéficier depuis sa création. Le but est de rendre l'entreprise autonome afin qu'elle duplique le processus sur l'ensemble de ses produits. L'entreprise reçoit un accompagnement personnalisé par un expert et une mise à disposition d'un logiciel d'évaluation environnementale.

L'entreprise Mbpack, entreprise du secteur de l'emballage alimentaire pour les métiers de bouche, située en Mayenne (53), a suivi ce programme. Il a permis à l'entreprise de construire un système de notation pour évaluer la performance environnementale de chaque produit sous la forme d'un barème et de pouvoir le communiquer à ses clients, de manière à les orienter vers des solutions plus durables. L'entreprise a mené un travail avec ses fournisseurs pour notamment passer de produits multi-matériaux à des monomatériaux recyclables.

Le pôle de compétitivité Polymeris a mis en avant la particularité des secteurs de l'agro-alimentaire et de la santé qui nécessitent une attention particulière car leurs contraintes sanitaires rendent plus difficiles ce changement, avec notamment des alternatives au plastique non compatibles.

Les défis d'ordre réglementaire

La réglementation française vise à réduire l'utilisation du plastique et à favoriser la substitution du plastique par d'autres matériaux ou le développement d'emballages réutilisables ou recyclables et recyclés. Pour ce faire, diverses mesures ont été mises en place à travers plusieurs lois telles que la loi TECV (transition énergétique pour la croissance verte), la loi AGECE (anti-gaspillage pour une économie circulaire) et la loi climat et résilience.

Concernant les emballages, la loi AGECE prévoit la fin de la mise sur le marché des emballages en plastique à usage unique d'ici 2040. Pour y parvenir, des objectifs de réduction, de réutilisation et de réemploi et de recyclage seront fixés par décret avec des échéances à 2025, 2030 et 2035. Cette mesure nécessite une adaptation forte des industriels. Le premier décret 3R fixe 3 objectifs pour l'échéance 2025 : une réduction de 20 % des emballages plastiques à usage unique par rapport à 2018, 100 % de réduction des emballages à usage unique inutiles, et une filière de recyclage opérationnelle pour tous les emballages en plastiques à usage unique.

Il ressort des entretiens réalisés dans le cadre de l'étude une difficulté de la part des acteurs économiques à bien connaître, comprendre et anticiper ces nombreuses évolutions réglementaires.

Les acteurs économiques doivent être informés, conseillés, guidés pour décrypter ce cadre réglementaire et pouvoir faire ces transformations, en s'appuyant sur leurs têtes de réseaux.

La région des Pays de la Loire est partenaire financier de Ligepack², structure dédiée au conseil et à l'accompagnement des entreprises dans la conception des emballages alimentaires basée au Mans, et qui intervient notamment sur les sujets règlementaires et environnementaux. Elle compte une centaine d'adhérents dont Ligeriiaa (Association régionale des entreprises alimentaires).

Les défis d'ordre économique

Le prix des matières plastiques recyclées est fortement concurrencé par le prix des matières vierges, malgré l'intérêt environnemental qu'elles représentent avec des boucles de production plus proches, des économies de matière première vierge et des émissions de CO₂ réduites. Cela est particulièrement vrai depuis 2023 avec la chute du prix des plastiques pétrosourcés liée à une production mondiale élevée. Cette réalité économique présage des difficultés d'approvisionnements récurrentes en matières premières recyclées, soumises à des fortes variations de prix, et pouvant générer des ruptures conséquentes. Pour y remédier, les acteurs du recyclage plaident pour la mise en place de la TVA circulaire avec un taux réduit.

Les équipements nécessaires au recyclage et à la régénération des plastiques représentent des coûts d'investissement conséquents que les pouvoirs publics doivent aider au travers de subventions ou de prêts avec des avantages spécifiques.

Pour y répondre, plusieurs outils sont mis à la disposition des acteurs du recyclage par la région.

L'appel à projets économie circulaire annuel³ permet de soutenir les entreprises innovantes en la matière, comme Global Recov, entreprise de recyclage du Maine-et-Loire qui a investi dans des machines de micronisation de déchets de manière à réintégrer la matière recyclée dans les *process* de fabrication de ses clients.

Caliplast, entreprise de plasturgie en Loire-Atlantique, a également été lauréate pour son projet CORP « Coopération et organisation pour le recyclage de 100 % des chutes de production de plastique ». Elle a investi dans des machines permettant de recycler en boucle fermée toutes ses chutes de production.

En matière de politique économique, la région s'est posée comme priorité d'aider les entreprises à « mieux produire » :

- en soutenant l'implantation de centres de production de matières plastiques recyclées en Pays de la Loire et contribuer en vue de créer une filière ligérienne capable d'apporter une offre alternative écologique

² <https://www.ligepack.com/>

³ <https://www.paysdelaloire.fr/transition-ecologique/economie-circulaire> (voir la cartographie des lauréats).

aux plasturgistes et aux industriels ligériens (et nationaux) ;

- en encourageant les industriels à intégrer davantage des MPR dans leur cycle de production et en les aidant aux investissements matériels nécessaires ;
- en soutenant les travaux de recherche proposant des solutions innovantes de substitution au plastique.

Elle mobilise pour cela son offre de financement bonifiée dont le prêt régional Entreprises, qui propose des dispositions préférentielles pour les projets contribuant fortement à la transition écologique des entreprises du territoire régional. À titre d'exemple, la région a octroyé un prêt d'un million d'euros à la société SGR à Rezé, qui produit des préformes d'emballages alimentaires. Il a permis de financer une nouvelle unité de production de r-PET (PET recyclé), avec l'acquisition d'un outil industriel automatisé.

De nouvelles solutions doivent émerger pour faire évoluer les pratiques, ce qui nécessite pour les acteurs économiques d'investir dans le champ de la recherche et du développement (R&D). L'enjeu est de davantage rapprocher les acteurs académiques des acteurs industriels.

L'ICAM à Nantes travaille sur un projet de recherche⁴ qui facilitera l'intégration de matière recyclée dans la fabrication de pièces plastiques, projet qui a été cofinancé à hauteur de 700 000 € par la région. Ce projet s'inscrit dans le contexte du « 100% de matière recyclé au 1^{er} janvier 2025 » de la loi AGECE. Le démonstrateur a pour objectif d'être industrialisé pour faire bénéficier les acteurs de la plasturgie des Pays de la Loire.

La société Berny installée à Nantes a développé une solution d'emballages réemployables pour la grande distribution et l'agro-alimentaire, après avoir mené des travaux de R&D permettant de prototyper la solution. Elle a été soutenue par la région à son émergence, dans le cadre de l'appel à projets économie circulaire Région-Ademe-Dreal de 2020.

La région étudie la faisabilité d'un nouvel appel à candidatures pour des projets de recherche collaboratifs favorisant l'émergence de solutions innovantes dans l'objectif de réduire, substituer ou recycler le plastique.

Le défi de mise en réseau des acteurs et de la sécurisation des approvisionnements

Pour développer l'économie circulaire du plastique, il est nécessaire de mettre en réseau tous les acteurs de la chaîne de valeur que sont les producteurs de déchets plastique, les recycleurs, les plasturgistes et les donneurs d'ordre, à des échelles géographiques les plus régionales possibles.

Pour y répondre, la CCIR des Pays de la Loire a élaboré une base de données qui répertorie les recycleurs présents sur la région de manière à guider les entreprises productrices de déchets plastiques vers ces entreprises. Il sera nécessaire de poursuivre ce travail en

rendant plus visibles ces recycleurs auprès des plasturgistes présents en Pays de la Loire, en se rapprochant notamment des fédérations comme Polyvia pour établir cette mise en relation.

Pour parvenir à la mise en œuvre de cette chaîne de valeur, la sécurisation des approvisionnements en matières recyclées est centrale, tant au niveau quantitatif que qualitatif. Les plasturgistes s'engageront plus sereinement dans la formation de leurs équipes et dans de nouveaux *process* avec ces deux conditions réunies.

Les défis en termes d'attractivité de la filière et de formation

La filière plastique est confrontée à un déficit d'attractivité entraînant des difficultés de recrutement pour les plasturgistes, filière représentant pourtant un nombre d'emplois conséquent en Pays de la Loire. Le fait de changer son mode d'approvisionnement en allant vers des matières recyclées peut permettre aux entrepreneurs de valoriser leur marque employeur.

Cependant, l'utilisation de matières recyclées par les plasturgistes nécessite des connaissances nouvelles et des formations spécifiques qui ne sont pas suffisamment déployées. La qualité des matières recyclées est mieux perçue par la filière automobile que par celle du BTP par exemple, avec des acteurs sur la chaîne de valeur qui ont permis de développer la connaissance et la confiance dans ces nouveaux matériaux.

La région a établi un partenariat avec Nouvelle Plasturgie (lauréat de l'appel à projets Économie Circulaire Région-Ademe-Dreal 2023) pour mieux faire connaître et développer l'utilisation de matières recyclées. C'est une entreprise spécialisée dans l'injection de plastiques 100 % recyclés, qui fait la promotion de ces matières, propose de la formation auprès des différents publics professionnels (régulateurs et responsables de production des ateliers d'injection, *designers*, donneurs d'ordres) ainsi que du conseil et de l'assistance dans les projets d'injection.

Conclusion

Au-delà du sujet du plastique recyclé d'origine fossile, la région porte également une attention particulière sur le sujet du plastique biosourcé, avec un cadre d'actions bioéconomie circulaire⁵ qui apporte une analyse et des recommandations sur ce sujet. En effet, les plastiques biosourcés pourraient rapidement servir de matériaux de substitution dans nos modes de production (exemple des sacs) alors qu'ils posent de nouvelles questions (recyclabilité, compostabilité, innocuité, etc.). L'approche circulaire de la bioéconomie permet d'enclencher la réflexion nécessaire sur les usages du plastique, sa réduction, sa réemployabilité et sa recyclabilité afin d'orienter travaux d'innovation et de recherche sur des substitutions pertinentes.

⁴ <https://www.icam.fr/actualites/nantes/avancement-du-projet-de-recherche-recyplast-demo-avec-la-region-des-pays-de-la-loire/>

⁵ https://www.paysdelaloire.fr/sites/default/files/2024-02/2_Cadre%20action%20bio%C3%A9conomie%20circulaire.pdf

La plasturgie - une industrie mondiale exportatrice dans les territoires : exemple de la région Auvergne-Rhône-Alpes

Par Xavier CHASTEL

Directeur général du groupe Polyvia

La filière plasturgie, en France, est composée de 3 000 établissements, emploie 130 000 personnes et a généré 42 milliards d'euros de CA en 2022 (dont 11 milliards à l'export). C'est une filière extrêmement dynamique, au cœur de beaucoup de secteurs industriels (automobile, aéronautique, ferroviaire, bâtiment, médical, grande consommation, électronique...), déployée dans l'ensemble des territoires, pleinement engagée dans la transition écologique, en particulier dans la décarbonation et l'utilisation de matières recyclées. Elle recrute environ 18 000 collaborateurs chaque année.

Un exemple illustre parfaitement ce dynamisme : celui de la région Auvergne-Rhône-Alpes, *leader* français historique de la plasturgie et des composites et dont les pôles industriels majeurs d'Oyonnax et de Sainte-Sigolène sont vecteurs de performance et d'innovation, grâce à un écosystème composé, entre autres, d'un tissu industriel riche, d'organismes de formation, de centres d'innovation à la pointe et d'un pôle de compétitivité très actif.

Plasturgie et composites : une filière française particulièrement dynamique, engagée dans la décarbonation et qui embauche

Avec plus de 3 000 établissements, dont 60 % de TPE, 37 % de PME et plus de 130 000 salariés, la plasturgie est un maillon important de l'industrie française. En 2022, elle a ainsi généré 42 milliards d'euros de chiffre d'affaires au niveau national.

Des activités diversifiées

Trois secteurs représentent à eux seuls près des deux tiers du chiffre d'affaires de la filière :

- emballage : 26 % ;
- bâtiment & énergie : 20 % ;
- mobilités : 18 %.

La part restante est répartie entre une multitude de secteurs : santé, électronique, électricité, pièces techniques industrielles, grande consommation, agriculture, etc.

Les transformateurs de polymères ont ainsi des activités extrêmement diversifiées, majoritairement en sous-traitance¹. Néanmoins, 35 % des plasturgistes français fabriquent également leurs propres produits.

Une variété de procédés

Cette diversité d'applications est intimement liée à la multitude de procédés et de matières dont disposent les plasturgistes et à la capacité de la filière à innover pour répondre à des besoins nouveaux.

Le procédé le plus répandu est l'injection plastique, les deux tiers des entreprises du secteur étant équipées de presses. L'extrusion arrive en seconde position, puisqu'elle est présente chez 30 % des industriels. D'autres procédés sont également très répandus, mais plus spécifiques en termes d'applications : le thermoformage, le rotomoulage, sans oublier les techniques de transformation des composites.

En outre, au moins un tiers des plasturgistes français sont équipés de plusieurs procédés.

¹ 80 % sont sous-traitants.

Une filière qui embauche !

Comme la plupart des industries, la filière plasturgie et composites rencontre d'importantes difficultés de recrutement. Si cette tendance a été observée dès 2016, le phénomène s'est encore accentué avec la reprise post-Covid : la part des recrutements jugés difficiles a ainsi atteint 65 % début 2023.

Par ailleurs, avec 34 % de salariés âgés de plus de 50 ans et un âge moyen d'environ 44 ans², elle est composée d'effectifs matures, à l'instar d'autres filières industrielles.

Les départs à la retraite vont ainsi se multiplier dans les années à venir. Mais avec pas moins de 18 000 postes ouverts au recrutement chaque année, majoritairement en CDI, la filière plasturgie est déjà un vivier d'emploi majeur en France !

Plus de 65 % des recrutements concernent des postes d'opérateurs et techniciens qualifiés, et les postes qui embauchent le plus sont : technicien de production, réglleur, technicien méthode et industrialisation, ou encore qualité.

Des défis à relever

Incorporation de matières biosourcées et/ou biodégradables, de matières premières recyclées (MPR), écoconception, travail sur la fin de vie... les efforts des industriels en faveur de la décarbonation et de la circularité sont indéniables³.

Car contrairement aux idées reçues, véhiculées par le "plastic bashing" que subit la filière depuis quelques années, les plasturgistes n'ont pas attendu pour s'emparer des sujets environnementaux et engager leur transition. Mais ces transformations prennent du temps, surtout que les industriels sont également confrontés à d'autres problèmes malheureusement très concrets : hausse des coûts de production, des prix d'achat des matières premières, problématiques de recrutement, chute des marchés de l'automobile et du bâtiment, etc.

Pour relever ces nouveaux défis, les industriels peuvent heureusement compter sur une filière dynamique, dont la capacité d'innovation et la résilience sont une force. Cet écosystème « plasturgie » est composé de PME, de grands groupes ainsi que d'organismes de formation et d'innovation qui agissent aussi bien au plan national que régional.

Il est d'ailleurs particulièrement riche dans certaines régions. C'est le cas en Auvergne-Rhône-Alpes, terre historique de la plasturgie française.

Auvergne-Rhône-Alpes : région française n°1 de la plasturgie et des composites

La région Auvergne-Rhône-Alpes est incontestablement la place forte de la plasturgie française et européenne. Avec près de 25 000 salariés répartis dans 734 entreprises, elle représente au moins 21 % des emplois du secteur au niveau national, loin devant les Pays de la Loire (12 %), le Grand Est (11 %) et les Hauts-de-France (10 %) et pèse pour un tiers de la valeur ajoutée nationale⁴.

Les emplois sont principalement concentrés autour de deux pôles :

- la Plastics Vallée⁵, dans l'Ain, en particulier autour d'Oyonnax ;
- le plateau de Sainte-Sigolène, en Haute-Loire.

Un contexte historique

L'histoire de la plasturgie⁶ en région Auvergne-Rhône-Alpes remonte à la découverte du nitrate de cellulose (ou celluloid), synthétisé à partir de camphre et de cellulose et qui n'est autre que la première matière plastique.

Ce matériau révolutionnaire a été inventé dans un but précis : remplacer l'ivoire pour la fabrication des billes de billard. Très vite, cette nouvelle matière tout droit venue des États-Unis séduit les industriels du territoire, héritiers d'un savoir-faire artisanal autour du travail du bois, de la corne et de la fabrication de peignes, notamment en ivoire⁷.

En 1899, la première usine de production de celluloid « l'Oyonnaxienne » est ainsi créée, dans le but d'alimenter la filière naissante. Peu à peu, l'activité se diversifie, de nouvelles matières synthétiques apparaissent et avec elles, de nouveaux procédés.

Dans les années 1930, les premières presses à injecter font leur apparition à Oyonnax, d'abord pour la production de lunettes, puis de jouets et d'articles ménagers.

Mais c'est après la Seconde Guerre mondiale que tout s'accélère : la diversification des usages et des matières, l'apparition de la couleur et la consommation de masse favorisent alors la multiplication des entreprises.

Depuis cette époque, le dynamisme du bassin d'emploi que l'on appelle désormais « Plastics Vallée » n'a cessé

² POLYVIA (2023), « Panorama 2022 de la plasturgie et des composites », 18 décembre, <https://www.polyvia.fr/fr/economie/panorama-de-la-plasturgie-et-des-composites-2022-0>

³ MOIGN A. (2024), « Le secteur de la plasturgie est en pleine transition vers la circularité : l'exemple de DEMGY », Techniques de l'Ingénieur, 18 mars, <https://www.techniques-ingenieur.fr/actualite/articles/le-secteur-de-la-plasturgie-est-en-pleine-transition-vers-la-circularite-lexemple-de-demgy-132758/>

⁴ ALBERT R. & REFFET-ROCHAS A. (2022), « La plasturgie : une longue histoire industrielle, des enjeux pour l'avenir », Insee Analyses Auvergne-Rhône-Alpes, n°154, 8 décembre, <https://www.insee.fr/fr/statistiques/6668468>

⁵ <https://www.plasticsvallee.fr/>

⁶ Polyvia Formation, l'histoire de la plasturgie, <https://www.polyvia-formation.fr/la-plasturgie-cest-quoi/lhistoire-de-la-plasturgie>

⁷ Patrimoines de l'Ain, musée du peigne et de la plasturgie à Oyonnax, <https://patrimoines.ain.fr/n/musee-du-peigne-et-de-la-plasturgie-a-oyonnax/n:1061>

de se confirmer puisque la vallée est le premier pôle de la plasturgie en Europe⁸.

Un écosystème particulièrement riche

Un tissu industriel de PME et d'ETI

En Auvergne-Rhône-Alpes, la filière plasturgie et composites est composée de 734 entreprises, générant 10,2 milliards d'euros de chiffre d'affaires⁹ en 2022. La région accueille, à elle seule, un quart des établissements de la filière française, dont des grandes entreprises et des ETI. À titre d'exemple, quelques réussites industrielles notables :

- OP Mobility (ex-Plastic Omnium) : *leader* mondial dans la fabrication de composants en plastique pour l'automobile ;
- Hexcel : *leader* mondial dans la technologie des matériaux composites avancés ;
- Aptar : avec plusieurs sites dans la région, Aptar est un acteur majeur dans les secteurs de la cosmétique, de la santé et de l'alimentation ;
- Akwel : équipementier pour l'industrie automobile, spécialiste du management des fluides, des mécanismes et des pièces de structure des véhicules électriques ;
- groupe Barbier : *leader* dans la fabrication de films polyéthylènes destinés à l'agriculture, l'industrie et le commerce ;
- Clayens : spécialiste dans la transformation de polymères hautes performances, composites et pièces métalliques de précision.

Les principaux marchés de la « Plastics Vallée » sont l'automobile, le secteur cosmétique, le médical, mais aussi la lunetterie, le marché historique qui demeure très présent sur le territoire.

Au niveau des typologies d'industrie, on remarque une forte concentration de compétences en injection plastique sur le secteur d'Oyonnax, liée à l'histoire industrielle du territoire.

Mais en Haute-Loire, sur le plateau de Sainte-Sigolène, autour de l'arrondissement d'Yssingaux, la situation est bien différente, puisqu'une spécialisation industrielle autour de l'extrusion des plastiques et notamment l'extrusion gonflage s'est développée depuis les années 1950¹⁰.

Enfin, ces deux territoires fédèrent également tout un écosystème industriel d'entreprises intervenant en

amont, notamment des *compounders*¹¹, des moulistes ainsi que des fabricants de machines tels que Billion, le dernier fabricant français de presses à injecter¹², mais aussi en aval, autour de la collecte et du recyclage. À côté des groupes comme PAPREC, Suez et Veolia qui collectent et valorisent les déchets plastiques, plusieurs PME se sont également spécialisées dans le domaine comme par exemple 1.08 recyclage, Broplast, Broyage Vacher, Campine, CEP (Circular Economy Packaging), CPA, Granuplast, INDCO, Sedem...

Le syndicat professionnel de la plasturgie et des composites, Polyvia, qui a une partie importante de ses équipes localisée à Lyon, joue un rôle clé dans l'écosystème industriel de la région, en favorisant les coopérations entre les acteurs industriels, en accompagnant les acteurs industriels dans leur transformation (innovation, transition écologique, compétitivité) et en développant le dialogue avec les autorités publiques.

Présentation de Polyvia

Avec près de 200 collaborateurs, Polyvia est l'organisation professionnelle principale représentative des transformateurs de polymères sur l'ensemble du territoire national. Cette filière compte plus de 3 000 entreprises, soit près de 130 000 salariés principalement issus de PME.

Polyvia accompagne et soutient ses entreprises adhérentes dans toutes leurs problématiques économiques, industrielles, sociales et d'innovation.

Elle œuvre aussi à la représentation et à la promotion des intérêts des professionnels auprès des pouvoirs publics.

Des centres de recherche et d'innovation

En Auvergne-Rhône-Alpes, les entreprises du secteur de la plasturgie sont tournées vers l'innovation depuis les tout débuts de la plasturgie.

Pour les accompagner, les entreprises peuvent compter sur IPC, le Centre Technique Industriel de la Plasturgie et des Composites. Depuis sa création, le CT-IPC a évolué pour devenir un acteur majeur de l'innovation dans la plasturgie en France. Il joue un rôle crucial dans

⁸ Haut Bugey tourisme, <https://www.hautbugey-tourisme.com/decouvrir/le-patrimoine/la-plasturgie>

⁹ POLYVIA (2023), « Panorama 2022 de la plasturgie et des composites », 18 décembre, <https://www.polyvia.fr/fr/economie/panorama-de-la-plasturgie-et-des-composites-2022-0>

¹⁰ GRISON J-B. (2016), « L'industrie du plastique au cœur du territoire yssingelais », *POUR*, n°229, pp. 159-166, <https://www.cairn.info/revue-pour-2016-1-page-159.htm>

¹¹ Un *compounder* désigne une entreprise spécialisée dans le mélange des résines plastiques de base avec divers additifs, tels que des colorants, des agents de renforcement, des plastifiants, des stabilisants, et d'autres substances, pour obtenir des propriétés particulières adaptées à des applications spécifiques.

¹² TUBIANAF. (2022), « Ce que présente le seul constructeur français de presses à injecter au salon K 2022 », *l'Usine Nouvelle*, 18 octobre, <https://www.usinenouvelle.com/article/ce-que-presente-le-seul-constructeur-francais-de-presses-a-injecter-au-salon-k-2022.N2056102>

l'amélioration de la compétitivité des entreprises de la filière grâce à ses travaux de R&D, notamment dans les domaines de l'économie circulaire et des produits à haute valeur ajoutée. Le centre développe des partenariats avec d'autres centres de compétences, tant en France qu'à l'international, pour favoriser la mutualisation des moyens et l'efficacité de la diffusion de l'innovation.

Deux sites du CT-IPC sont implantés en région Auvergne-Rhône-Alpes¹³ :

- IPC Oyonnax : pour les activités injection plastique, recyclage, numérique, fabrication additive, conception produit et laboratoire ;
- IPC Clermont-Ferrand : emballage, écoconception, analyse de cycle de vie, contrôles, biodégradabilité, réglementation, etc.

De nombreuses entreprises privées ont également installé des pôles de recherche et développement dans la région. Quelques exemples :

- Sigmatech, le centre R&D d'OP Mobility implanté à Sainte-Julie (01) dédié notamment à la conception des pare-chocs et hayons extérieurs innovants ;
- le pôle européen d'excellence du groupe Hexcel implanté à Avenières (38) spécialisé dans les renforcements en fibre de carbone ;
- Materi'act, centre de R&D du groupe Forvia, implanté à Lyon (69) spécialisé dans les matériaux de pointe à faible et très faible empreinte carbone ;
- Carbios, pionnier dans la conception et le développement de procédés enzymatiques pour repenser la fin de vie des plastiques et des textiles dont le centre de R&D est situé à Clermont-Ferrand.

Des organismes de formation initiale et continue

La région Auvergne-Rhône-Alpes est particulièrement dynamique dans le domaine de la formation spécialisée en plasturgie¹⁴, puisqu'elle regroupe tous les niveaux, du bac pro au bac + 6.

Le syndicat professionnel de la plasturgie et des composites, Polyvia, possède sa propre école de formation initiale, l'Institut Supérieur de Plasturgie Appliquée, qui s'appuie sur l'école d'ingénieur éponyme basée à Alençon et se déploie sur une vingtaine de sites, en propre ou en partenariat avec l'Éducation nationale.

Voici une liste non exhaustive :

- Bac pro plastiques et composites :
 - lycée Arbez Carne-ISPA (ex-Polyvia Formation) à Bellignat ;
 - lycée Germaine Tillion-ISPA à Thiers ;
 - lycée Jean Zay-ISPA à Thiers ;

- lycée Notre Dame du Château-ISPA à Monistrol-Sur-Loire.
- Études supérieures :
 - BTS EuroPlastics & Composites, ISPA à Lyon, Bellignat, Thiers, Monistrol-Sur-Loire ;
 - BUT Science et Génie des Matériaux (alternance), IUT de Chambéry ;
 - Licence Pro, écoconception et matières plastiques, Université Claude Bernard Lyon 1, Titre Pro, Chef de projet en matériaux composites, ISPA au Bourget du Lac ;
 - Master 2, Chimie et sciences des polymères, Université Jean Monnet - faculté de sciences et techniques ; Ingénieur en génie mécanique avec spécialité plasturgie et matériaux polymères, INSA Lyon ;
 - Ingénieur « matériaux plastiques », ITECH Lyon.

Par ailleurs, pour permettre aux industriels de faire face aux enjeux environnementaux, mais aussi de compétitivité, de nouvelles formations sont développées chaque année. C'est notamment le cas de la formation bac + 3 « Recyclage et écoconception en production plasturgie », qui a ouvert ses portes à la rentrée 2023 sur le site ISPA de Lyon.

Enfin, l'ISPA propose également des formations en alternance dédiées aux diplômés bac + 4 ou bac + 5 à la recherche d'une nouvelle spécialisation. C'est notamment le cas de l'executive Master « Recyclage des matières plastiques et économie circulaire ».

Le syndicat professionnel Polyvia possède également un organisme de formation continue et de conseil, Polyvia Solutions, dont le siège opérationnel est à Lyon, et qui forme chaque année 6 000 stagiaires dans les domaines des ressources humaines, du management, du développement durable et de la performance industrielle, appliqués à l'industrie de la plasturgie et des composites

Un pôle de compétitivité Polymeris

Unique pôle de compétitivité dédié aux caoutchoucs, plastiques et composites, Polymeris, dont le siège social est situé à Oyonnax, est présent aux côtés des acteurs de la filière depuis 2005. Il compte 590 membres, dont 360 industriels.

Comme tout pôle de compétitivité¹⁵, il a pour vocation de soutenir l'innovation, notamment en favorisant l'émergence de projets collaboratifs de recherche et développement (R&D), et d'accompagner ses membres dans la mise sur le marché de nouveaux produits, aussi bien à l'échelle de la France, de l'Europe qu'à l'international.

Pour mener à bien ses missions, le Pôle est soutenu par l'État et plusieurs régions, et en tout premier lieu la région Auvergne-Rhône-Alpes.

¹³ <https://www.ct-ipc.com/ipc/centre-technique-industriel-plasturgie-et-composites/>

¹⁴ <https://www.polyvia.fr/fr/organisation-regionale/polyvia-auvergne-rhone-alpes>

¹⁵ <https://www.entreprises.gouv.fr/fr/innovation/poles-de-competitvite/presentation-des-poles-de-competitvite>

En 15 ans d'existence, Polymeris a ainsi financé 337 projets, pour un total de 894 M€. Parmi les 116 projets en cours, 17 sont des programmes européens¹⁶.

Les trois grands axes stratégiques de Polymeris sont par ailleurs en phase avec les problématiques actuelles des industriels : économie circulaire, usine numérique et développement de matériaux avancés.

Enfin, Polymeris développe également des partenariats forts avec 10 autres pôles qui travaillent également sur ces axes stratégiques, en plasturgie (pôle Plastium) ou pour des filières différentes, mais avec des connexions fortes dans les domaines des matériaux et de la chimie.

Le PlastiCampus

Le Campus des Métiers et des Qualifications d'Excellence (PlastiCampus) est un « incubateur de talents » labellisé campus des Métiers et des Qualifications d'excellence (CMQE).

Il fédère les acteurs de la formation, les partenaires du monde économique, les organisations professionnelles et les collectivités territoriales pour soutenir la politique territoriale de développement économique.

Basé à Oyonnax, le PlastiCampus dispose d'un lieu « Totem » de 500m², qui lui permet de mettre en avant le savoir-faire du territoire et ainsi mettre en réseau les moyens humains et matériels de chaque partenaire¹⁷.

Des salons professionnels de référence, pilotés depuis Oyonnax

Avec plus de 10 000 visiteurs ainsi que 800 exposants et marques, lors de l'édition précédente (Lyon, 4 au 7 juin 2024), le salon France Innovation Plasturgie, ou FIP¹⁸, est un point de rencontre privilégié pour l'ensemble des acteurs de la filière. En plus d'être une véritable vitrine de la plasturgie, le FIP permet également d'encourager les mutations du secteur et de les accélérer.

Cet événement incontournable pour la filière plasturgie et composites est organisé tous les deux ans par Infopro Digital Trade Shows. Et ce n'est pas un hasard si cette filiale du groupe Infopro Digital est basée à Oyonnax, au cœur de la « Plastics Vallée ». Infopro est également en charge de l'organisation de deux autres événements majeurs en lien avec la plasturgie : le Forum de la Plasturgie et des Composites (FPC), d'une part, mais aussi 3D print Congress & Exhibition, la plateforme de lancement des innovations et dernières technologies en fabrication additive tous matériaux.

¹⁶ La liste des projets en cours est disponible ici : <https://projets.polymeris.fr/index.html>

¹⁷ <https://www.plasticampus.fr/espace-entreprises/>

¹⁸ <https://www.f-i-p.com/fr/>

The end of plastics?

Introduction

Léonard Brudieu, Mines Engineer

Plastics: history and environmental issues

The current state of plastics

Étienne Grau, CNRS, Bordeaux INP, LCPO, UMR5629, University of Bordeaux and La Fresque du Plastique and **Philippe Reutenauer**, Endless and La Fresque du Plastique

Humanity's conquest of plastics has accelerated over the last century and a half. It has brought about a profound change in our living conditions, making life more comfortable for an ever-growing proportion of humanity. However, at the beginning of the 21st century, it seems that a maximum has been exceeded. Our capacity to process plastic waste is insufficient. Our excessive consumption of plastic is now putting our ecosystems at risk, and there are more and more warning signs about its impact on our health.

Our society needs to take stock of the last few decades of plastic use to decide how to build a sustainable future, by questioning the way we consume plastic objects.

Plastics, from oceanic observations to systemic solutions

Henri Bourgeois-Costa, Tara Ocean Foundation

Although knowledge of plastic pollution dates back to 1972, it was not until oceanographer Curtis Ebbesmeyer and activist Charles Moore revealed the extent of the phenomenon in the Eastern Pacific Garbage Patch in 2001 that the issue gained widespread recognition. Wrongly named "7th continent of plastic", this metaphor skewed the perception of the problem, leading to superficial solutions. Today, plastic pollution in the oceans is more concerning than ever, physically and chemically impacting marine ecosystems and the biosphere as a whole. Micro and nanoplastics are omnipresent in the oceans, modifying biotopes, disrupting food chains and contaminating all species, both human and non-human. Additionally, the plastics industry significantly contributes to climate change. In the face of this crisis, only a systemic approach that recognises the unity of the living world, along with a reduction of plastics, can offer sustainable solutions.

The fight against plastic pollution

Microplastics: focus on the issue of industrial plastic granules (IPG)

Camille Lacroix and **Kevin Tallec**, Cedre

Industrial plastic granules (IPG) are the raw material used in the plastics industry. Today, they are a priority environmental issue due to accidental spills and operational losses along the plastics production chain, resulting in discharges of several tens of thousands of tonnes per year in the European Union. Once in the environment, these particles, which are likely to have an impact on ecosystems and contribute to global plastic pollution, are particularly difficult to collect. It is therefore imperative to take action to prevent discharges and improve recovery capacities in the event of accidental spills. A number of actions are already being implemented or are under negotiation at international level. Cedre provides scientific and technical support to the authorities, industrialists and international bodies with which it works, in order to reduce pollution caused by IPM, whether in the context of operational losses or accidental spills.

The national plan to reduce coastal landfill sites

Marie-Amélie Néollier, Deputy Director of the National Plan for the Reduction of Historic Coastal Landfills at Cerema

The historical attractiveness of coastal areas has contributed to the emergence of landfill sites. They reflect the massive use of plastics since the 1960s. By 2022, the French government has set up a ten-year national plan to eliminate coastal landfills. In 2024, BRGM inventoried 110 coastal landfills threatening to release waste into the sea in the short term. Cerema is the technical operator for the operational management and support of local authorities involved in a landfill remediation process. Financial support for studies and works is provided by Ademe, which is managing a fund of 300 millions euros. Ademe and Cerema have developed a plastics management plan for landfills. The aim is to consider macro- and microplastics in the same way as other physico-chemical pollutants specific to historical landfill sites. This project is a technical and economic challenge.

Recycling: a solution to end plastic pollution?

Chemical recycling of plastics: an asset for a sustainable circular economy

Cécile Barrère-Tricca, Frédéric Favre, Mickaele Le Ravalec and Mathieu Dubloc, IFP Énergies nouvelles (IFPEN)

The impact of plastic on our environment is well known. Three strategies are recommended for its mitigation: reduce plastic consumption, reuse products containing plastic, and recycle plastic waste. IFPEN has developed the REWIND@PET technology for chemically recycling PET by depolymerization and has brought it to industrialization through partnerships. This project demonstrates how research and innovation can contribute to more sustainable plastics management, by transforming waste into resources and reducing greenhouse gas emissions.

The outlook for plastics recycling and decarbonisation in Europe to 2050

Jean-Yves Daclin, Director of Plastics Europe for France

Criticised for their environmental impact, plastics are still mainly manufactured from fossil resources (88%) and are still under-recycled in Europe (27%), which is at the forefront of the fight against waste pollution.

Within Plastics Europe, plastics producers have committed to a systemic change of model to move from a linear economy to a circular ecosystem. Their roadmap, The Plastics Transition (2023), drawn up with Deloitte, outlines the path, conditions and main stages for achieving maximum circularity and zero net emissions by 2050.

By that date, 45% of the plastics used in Europe could come from recycling, the main lever for decarbonising the system. In addition, 18% of plastics from biomass would help to reduce the proportion of fossil plastics to 35%, all in a carbon-neutral ecosystem.

Current challenges in plastic recycling - Why innovative technologies are necessary

Inari Seppä, Eastman director of circular economy advocacy EMEA

Over the past decades, plastic has revolutionized many industries due to its versatility and unique properties. However, the management of plastic waste poses a major challenge to the environment, requiring innovative and sustainable solutions.

Companies, such as Eastman, that have sustainability at the core of their innovation strategy are invest-

ing in advanced recycling technologies to address this challenge.

Eastman has developed chemical recycling technologies, such as the Polyester Renewal Technology (PRT) and Carbon Renewal Technology (CRT), which convert plastic waste into their basic molecules and repolymerize them into new high-quality products. These technologies offer an infinite material loop and help reduce the carbon footprint of plastic while reducing dependence on virgin fossil resources.

The transition to a circular economy for plastics requires collaboration among different stakeholders, including governments, businesses, consumers, and waste management facilities. It is important to promote policies and regulations that foster innovation in plastic recycling and adopt principles such as material-to-material recycling and complementarity between chemical and mechanical recycling.

Is a deposit for recycling plastic bottles a transitional solution on the way to a plastic-free world?

Alexis Eisenberg, Director for France and French-speaking countries of Reloop Platform

Plastic, omnipresent and essential to modern life, presents a major environmental challenge. In 2024, global production exceeds 400 million tons, with 40% used for packaging. Each year, millions of tons of plastic end up in the oceans, threatening ecosystems and biodiversity. Plastic bottles are among the most common packaging waste found during cleanups. Europe is accelerating its environmental ambitions and strengthening its internal market by aiming for a circular economy. In response, deposit systems, already implemented in 16 European countries, have proven effective in reducing litter and boosting collection rates above 90%. In France, the mixed deposit system – combining recycling and reuse – appears to be the transitional solution to shift consumers toward reusable alternatives. This project highlights the limitations of the 1992 EPR packaging framework regarding the scope of roles and responsibilities between producers and local authorities. A call for its modernization.

Sorting plastic waste for recycling - History and prospects

Antoine Bourély, Scientific Director, Pellenc ST

Over the last 30 years, the introduction of waste management policies in Europe has stimulated the development of optical sorting, which has led to the industrialisation of the sector. We were pioneers in France with the first sorting robots in 1994, followed by optical sorters with nozzles. NIR spectroscopy is the main technology for real-time recognition of materials, and our machines routinely sort up to 10 tonnes of packaging per hour.

Iso-functional recycling of plastics has developed in parallel, but for the easiest streams, notably clear drinks bottles. In the 2010s, NGOs raised the alarm about plastic pollution, and the fact that the ultimate goal was far from being achieved: the rates of reincorporation

of recycled materials in plastics placed on the market remain below 10%.

The new challenge is to develop circular solutions for all plastic flows. To achieve this, we are developing new technologies that provide information other than the material itself: food use, type of ink, etc.

The main ones are artificial intelligence and markers, which supplement NIR information. In this way, we hope to meet the challenge of reincorporation rates of 55% or more, in other words a truly circular economy.

Towards a world without plastics?

Biosourced plastics, prospects and limits

Roland Marion, Director of the Circular Economy at Ademe

Biobased plastics, made from renewable biomass (corn, wheat, etc.), are currently emerging in a world of “fossil” – petro-based – plastics with limited reserves and significant environmental impacts. However, large-scale production of these bioplastics would require an enormous amount of biomass, raising questions about competition with food needs. Biobased plastics emit fewer greenhouse gases, but their biodegradability and compostability are often overestimated. The recycling of biobased plastics remains underdeveloped, with industrial and organizational challenges to overcome. Despite these difficulties, and due to their lower environmental impact, the biobased plastics sector has a future. This should not obscure the fact that efforts must primarily be made to reduce our dependence on plastics in general.

Rethinking packaging: unlocking a reuse revolution

Bahar Koyuncu, Senior Policy Officer at the Ellen MacArthur Foundation

The Ellen MacArthur Foundation’s study “Unlocking a reuse revolution: scaling returnable packaging”, demonstrates the opportunity of scaling-up return based reuse systems versus single use plastic packaging. The modelling demonstrates that returnable plastic packaging outperforms single use plastic packaging on greenhouse gas emissions, water use, material use and associated waste generation. When scale, collaboration and return rates increase, the related environmental benefits grow- reaching up to 75% reduction in material use, GHG emissions and water use. The modelling reveals that the returnable packaging can compete economically with single use at high levels of scale and collaboration whilst creating local jobs. With expected changes in regulation to fully account for externalities and end of life of packaging, the business case for returnable packaging will become even stronger. A reuse revolution requires a collective effort and close

collaboration across industries, governments, and communities is essential for unlocking a reuse revolution.

To reuse plastic, or not?

Célia Rennesson, Bulk and Reuse Network

40% of the plastic produced is for packaging, and its production is continuously increasing. To regulate it, the French and European governments have legislated to reduce its production, ban certain uses, and develop alternative solutions such as reuse. In this context, can plastic reinvent itself in the service of reuse? This article explores the possibilities and challenges facing plastic in this regard. Light, multipurpose, and easy to implement, plastic is already a reality for many reusable packaging. However, the plastics used were not developed for the purpose of reuse. Moreover, numerous studies have demonstrated their technical limitations and harmful impacts on health and the environment. Therefore, this article invites the industry and public authorities to rethink the existing situation and sets the conditions and specifications for reusable plastic packaging development.

Supporting the deployment of alternatives to single-use plastic

Charlotte Soulayr, Zero Waste France

The 2020 anti-waste law for a circular economy (AGEC) calls for the end of all single-use plastic packaging by 2040. This will simply not happen if the industry is not encouraged to change the way it is produced and distributed. Public policy has several levers to support the deployment of alternatives to single-use plastic products. Public authorities have a major role to play, from regulation to economic instruments and support for solution providers.

Single-use plastic vs. reuse: how LCAs are being misused and how to make sense of them

Jean-Charles Caudron, Director of Supervision of EPR sectors, Ademe

Life Cycle Analyses (LCAs) are frequently used as arguments to arbitrate between two solutions that are supposed to provide the same service, such as comparing single-use and reusable solutions.

How much confidence can we place in these studies, and in the way they are communicated by their promoters? How vigilant should a decision-maker be, and what points of attention should be studied?

Using examples where LCAs have been misused by their promoters, we attempt to provide a list of key preliminary questions to help clarify the situation.

An overview of measures taken at global and european level

Why and how do we need a binding international treaty?

Richard Rouquet, Policy Officer to the Deputy Director for the Circular Economy, DGPR

After summarising the global impact of plastics on the environment and health, this article stresses the importance of having an international treaty to remedy plastic pollution, for which negotiations are currently underway under the aegis of the United Nations. To this end, three objectives need to be pursued simultaneously: reducing the production and consumption of plastic; developing a circular economy and environmentally sound waste management. Levers and measures are proposed for each of these objectives.

Overview of measures taken by the European Union

Laure Dallem, Directorate-General for Risk Prevention (DGPR)

Until 2015, the European Union mainly legislated on the downstream management of plastic waste (particularly plastic packaging), but its scope of action has gradually broadened to include waste prevention (reducing plastic consumption and waste production, eco-design, sustainability, re-use) and the fight against plastic pollution of the environment, with measures to limit or even ban single-use plastic products, some of which are major generators of marine waste.

Its range of measures has also been extended to include those aimed at reducing the consumption of raw materials and accelerating the use of recycled materials, as part of a circular economy approach. Until now, this approach has relied solely on the commitments of public and private players to boost the recycling industry.

This transition from downstream management of plastic waste to regulated waste prevention has been reflected in the detailed measures set out in the sector-specific legislation discussed below.

The plastics transition at work in several economic sectors

EPR (Producer Responsibility for Waste): a solution for reducing the use of plastics

Jacques Vernier, Chairman of the EPR Inter-Sector Commission

The EPR (extended producer responsibility) entrusts the producers with the responsibility of managing the

waste resulting from their products. In general, the individual producers pay contributions to an “eco-organism”, which fulfils this responsibility instead of them. The “eco-organism” must comply with some specifications set by the State. These specifications have recently included some specific targets for the recycling of plastics. They have also encouraged the producers to incorporate more recycled plastics into their products by reducing their contributions in case of a higher incorporation. Even more recently, some new specifications have been added, setting some reuse objectives and even some reduction of the quantities of products put on the market.

The conclusion of this article is that it seems too early to assess the efficiency of all these measures, because of their recent implementation (2022, 2023 or 2024).

Plastic packaging: how can the polluter pays principle be used to pool resources and take action?

Laurent Grave-Raulin, Director of Public and Legal Affairs, Citeo

Household plastic packaging production and disposal contribute to greenhouse gas emissions and the loss of biodiversity. However, their production increases and their recycling remains low in France (24.5% in 2022). To face this challenge, France uses a tool introduced in 1975 to generate long-term dedicated funding for prevention and waste management: extended producer responsibility (EPR). Based upon the polluter pays principle, EPR involves companies in the circular economy for their products through producer responsibility organizations, to which they declare the number of products sold and to which they pay fees. While those financial contributions have allowed sizable investments in plastic packaging collection and recycling, EPR now needs to address reduction, reuse and recycling ambitious regulatory goals. Again, solutions lie in pooling the costs of processing.

Synthetic textiles: towards permacircular regeneration solutions?

Véronique Allaire Spitzer, Permacircularity Director at Refashion and **Cécile Martin**, Innovation & Recycling Manager at Refashion

In a world where circularity is essential, the question of use and regeneration of synthetic fibers in the textile industry is crucial. Refashion, an eco-organization for the Clothing, Home Linen, and Footwear sectors, engages over 10,000 companies to rethink production and consumption. By promoting permacircularity, Refashion provides tools and services to accelerate the transition to a circular economy, focusing on sustainable resource management. Initiatives like the Innovation and Industrial Challenges foster the development of new sorting and chemical recycling technologies, enabling the efficient regeneration of synthetic textiles. The Recycle platform facilitates the incorporation of recy-

pled materials into production processes. The aim is to turn this environmental challenge into an economic opportunity by reducing the textile sector's ecological footprint and embracing sustainable practices.

Reducing the use of single-use plastic in hospitals: an environmental and health measure

Éponine Loridant, Dreal de Normandie and **Coline Claude-Lachenaud**, French Ministry of Defence

Whilst the healthcare sector in France generates several hundred thousand tons of plastic waste each year, the impacts of which strain the health system in a negative feedback loop, sector stakeholders are mobilizing to lead a necessary and urgent change in practices.

This change notably involves implementing actions locally such as reducing single-use plastics. These actions not only manage to combine ecology and hygiene but are also a source of economic and social gains.

Through numerous examples, the authors demonstrate that reducing single-use plastics decreases the risks of nosocomial infections and exposure to endocrine disruptors, limits the environmental impact of the healthcare sector, (re)engages hospital staff around meaningful projects and generates cost savings.

The hotel and catering industry and the use of plastics

Brune Poirson, Accor Group Sustainable Development Director

At Accor, preserving nature and its resources is an imperative integrated into operations in order to rethink and reinvent the customer experience. With an approach based on science and supported by the recommendations of global organisations and experts, the Group is committed to contributing to global carbon neutrality by 2050, in line with the Paris Agreement, a commitment validated by SBTi.

The Group has taken the issue of eliminating plastic head-on, starting in 2019. Accor has committed to joining the global initiative to combat plastic in tourism, implemented by the United Nations Environment Programme (UNEP) and the World Tourism Organisation, in collaboration with the Ellen MacArthur Foundation.

After taking the decision to eliminate single-use plastic objects from its hotels throughout the customer experience, the Group is going one step further by eliminating single-use plastic from all its hotel operations by the end of 2025.

Building plastics: one of the keys to tomorrow's housing

Sylvain Gaudard, Head of Communications, Union des Plastiques du Bâtiment (UPB)

From the 1950s and 1960s, when they were the stuff of fantasy, to the 1970s and 1990s, when they became

a tangible reality, enabling them to equip our buildings on a massive scale, to the 2000s and 2020s, when they face new challenges, building plastics are now as ubiquitous as they are essential.

Their success and ubiquity are based on their key qualities: they are light, insulating, strong, easy to shape and inexpensive to produce. In today's and tomorrow's buildings, they play a part in decarbonisation, and are constantly improving in terms of performance, aesthetics and responsibility. They are essential today, and will continue to be so tomorrow.

The plastics transition with local and regional authorities

The role of local authorities in collecting and recycling plastics

Nicolas Garnier, **André Léger** and **Stéphane Duru**, AMORCE

Global plastic production has more than doubled in 20 years, reaching 460 million tonnes in 2022 according to the OECD, and could triple by 2060 if nothing is done.

Local authorities, which are responsible for collecting and processing household waste, often find themselves at the end of the chain, shouldering a large part of the burden of recycling plastic resins.

Despite the technical, legal and fiscal resources available to local authorities, they are more often than not subject to the decisions of producers, who market a multitude of products and resins that are often not recyclable.

In 2020, the anti-waste and circular economy law (AGEC) set out an ambitious framework for managing plastic waste, with the aim of improving the recycling rate by 2025 and 2030. However, despite these efforts, France is struggling to meet its targets, with only 29% of plastic packaging recycled by 2021.

This article highlights the crucial role played by local authorities in managing plastic waste, and also outlines the limitations of a policy that does not sufficiently include producer responsibility in terms of prevention and eco-design. On the contrary, some of the measures taken, such as the bogus deposit for recycling drinks bottles, reflect a short-termist approach motivated by the interests of industry at the expense of the environment and the public household waste management service.

The challenges of a circular, regional plastics industry: the example of the Pays de la Loire region

Jean-Michel Buf, Regional Councillor for Pays de la Loire and Chairman of the National Council for the Circular Economy

The Pays de la Loire region, as France's second-largest plastics-producing region, has carried out an economic study of the sector from upstream to downstream, in order to identify the needs expressed by stakeholders and the challenges to be met in order to support them in the development of a circular and territorial plastics sector.

The first part of the study consisted of mapping the players in the plastics industry and their areas of application, which highlighted the importance of the industrial joinery sector, as well as food packaging, with a strong food processing industry. Recycling companies are fairly well represented compared with the national average, with a notable specialisation in resins used in industrial joinery.

The study highlighted five categories of challenges to be met: technical, regulatory, economic, networking between players and securing supplies, and finally the attractiveness of the sector and training. They are illustrated by examples of players who have shown the way.

Plastics - a global industry exporting to the regions: the example of the Auvergne-Rhône-Alpes region

Xavier Chastel, Managing Director, Polyvia Group

In France, the plastics industry comprises 3,000 establishments, employs 130,000 people and is expected to generate sales of €42 billion by 2022. It's an extremely dynamic sector that's hiring, committed to decarbonisation and in full transition to the use of recycled materials.

The Auvergne-Rhône-Alpes region, France's long-standing leader in the plastics industry, is a perfect example of this dynamism. Its major industrial clusters at Oyonnax and Sainte-Sigolène are driving performance and innovation, thanks to an ecosystem that includes a rich industrial fabric, training bodies, cutting-edge innovation centres and a highly active competitiveness cluster.

Issue editor:

Léonard Brudieu

Ont contribué à ce numéro



Refashion

Véronique ALLAIRE SPITZER est directrice de la permacircularité chez Refashion, où elle dirige des initiatives visant à améliorer l'impact environnemental de l'industrie du textile et de la chaussure en France et en Europe. Elle supervise les projets de R&D axés sur l'éco-conception, le recyclage, l'analyse de l'impact environnemental de la filière et les stratégies de réemploi local.

Depuis 2018, chez Refashion elle a accompagné plusieurs projets d'économie circulaire de l'éco-organisme après avoir été consultante en économie circulaire et occupé des postes de direction dans les secteurs de la mode, du *retail* et des services.



D.R.

Cécile BARRÈRE-TRICCA est directrice du centre de résultats Chimie pour l'industrie à IFPEN et membre du Comex IFPEN. Ingénieure de l'ENS de Chimie de Toulouse (ENSIACET), titulaire d'un DEA science des matériaux de l'INP de Toulouse et docteure en chimie et physico-chimie des polymères de l'UPMC (Paris VI), elle intègre IFPEN en 1998

comme ingénieure de recherche au sein de la direction Catalyse, biocatalyse et séparation.

À partir de 2001, elle devient cheffe de projet dans le domaine du traitement de fumées, puis dans celui des biocarburants avancés. À partir de 2008, elle gère successivement les départements Process design, puis Génie chimique et technologies de la direction Conception Modélisation Procédés et, à partir de 2014, la direction Physique et Analyse. Elle dirige ensuite pendant 5 ans l'établissement IFPEN-Lyon et préside le pôle de compétitivité AXELERA « Chimie-Environnement » de 2019 à 2021.



D.R.

Antoine BOURÉLY est directeur scientifique à Pellenc ST. Diplômé de l'École polytechnique et de l'ENGREF (École Nationale du Génie Rural des Eaux et Forêts), il a passé un « Master of Science » en robotique à l'Université de Californie à Davis (1985), puis un doctorat en Automatique à l'Université de Montpellier (1990), sur le contrôle-commande des robots.

D'abord chef de projet au CEMAGREF de Montpellier de 1986 à 1991, il a dirigé le département Robotique

de la société Pellenc SA (*leader* des équipements pour la viticulture et oléiculture) de 1991 à 2001. Il a initié et dirigé les travaux de recherche du groupe Pellenc dans le tri automatique des déchets, qui ont débouché en 2001 sur la création d'une nouvelle entreprise, Pellenc ST (Selective Technologies).

Il est un des co-fondateurs et a dirigé les développements technologiques depuis la création.



D.R.

Henri BOURGEOIS-COSTA est spécialisé en Géographie des Écosystèmes. Sa passion pour la biodiversité le conduit, dès 1997, à rejoindre le secteur des organisations non gouvernementales.

Il se forge une forte expertise environnementale qu'il mobilise dans la construction de solutions pour réconcilier nos sociétés et

leur environnement, notamment sur les enjeux liés à l'environnement industriel (éco-conception, plasturgie, filières de valorisation, toxicité...) mais aussi l'eau et la biodiversité. Il est amené à accompagner des élus et industriels dans la mise en œuvre de solutions.

Il rejoint, en 2019, la Fondation Tara Océan, avec pour mission de développer un axe de plaidoyer sur les enjeux d'économie circulaire, en lien avec les missions de la Fondation sur les plastiques et toxiques.



D.R.

Léonard BRUDIEU est ingénieur des Mines.

Depuis 2024, il est sous-directeur des services, des réseaux et du numérique à la direction générale de la Concurrence, de la Consommation et de la Répression des fraudes (DGCCRF).

Entre 2022 et 2023, il a été conseiller, chargé de l'Économie circulaire et des déchets au cabinet du ministre de la Transition écologique et de la Cohésion des territoires. Auparavant, il a été chef du bureau de la Prévention des déchets et des Filières à responsabilité élargie des producteurs à la DGPR entre 2017 et 2022.

Jean-Michel BUF est linguiste de formation et a un parcours multiforme de quarante années en tant que militaire, puis de cadre dans de grands groupes de l'informatique, de la banque et des assurances et de chef d'entreprise au Maroc. Investi de longue date sur les sujets de l'économie circulaire.



D.R.

Élu depuis 2008, maire de Blain et, depuis 2014, vice-président de la communauté de communes en charge de l'environnement, président du SMCNA (syndicat de traitement des déchets), conseiller régional des Pays de la Loire en charge de l'Économie circulaire et des déchets depuis 2015, élu référent économie circulaire de Régions de France, membre de la commission économie circulaire-déchets de l'Association des Maires de France, membre de la CIFREP (Commission Inter-filières de Responsabilité Élargie des Producteurs), membre du comité des parties prenantes de 12 éco-organismes, *board director* d'ACR+ à Bruxelles, vice-président des Assises nationales des Déchets, vice-président d'OREE, président du Conseil National de l'Économie Circulaire. Il est Chevalier de l'Ordre national du Mérite.



D.R.

Jean-Charles CAUDRON est directeur de la Supervision des filières REP à l'Ademe. Docteur en Génie des Procédés industriels de l'Université de Technologies de Compiègne, il s'est spécialisé depuis plusieurs années sur le sujet des Filières à Responsabilité Élargies des Producteurs.

Il s'intéresse plus particulièrement aux nouvelles compétences introduites par la loi AGECE : prévention, allongement des durées d'usage, impacts environnementaux et outils économiques associés.



Polyvia

Xavier CHASTEL, ancien élève de l'École polytechnique et ingénieur au Corps des Mines, a construit une carrière au croisement du secteur privé, du service public et des organisations professionnelles.

Son parcours débute au sein de l'administration publique, où il a exercé comme conseiller de la ministre de la Santé et des Solidarités entre 1997 et 1999.

Après cette expérience, il rejoint le secteur privé, notamment en tant que directeur d'hypermarchés chez Carrefour de 1999 à 2003, période durant laquelle il acquiert une solide expertise en gestion opérationnelle.

En 2003, Xavier Chastel poursuit sa carrière chez Eramet, un groupe industriel *leader* dans le domaine des métaux, où il devient directeur de la stratégie avant d'être nommé directeur général de la division alliages. Il occupe ces fonctions jusqu'en 2009, s'affirmant comme un stratège dans un environnement industriel complexe.

Il fait ensuite un retour dans le secteur public, prenant la tête de l'Agence Régionale de Santé (ARS) de Midi-

Pyrénées entre 2009 et 2013, où il œuvre pour la modernisation des hôpitaux et des Ehpad de la région, et le développement des coopérations avec la médecine de ville. À compter de 2013, il rejoint l'Inspection générale des Affaires sociales (IGAS), pour mettre au service du Gouvernement son expertise multisectorielle et effectuer des missions d'évaluation et de conseil.

En 2019, il est nommé délégué général de l'Union nationale des industries de carrières et matériaux de construction (UNICEM), qu'il réorganise et impose comme un acteur clé dans la représentation des intérêts de ce secteur auprès des pouvoirs publics.

Depuis septembre 2022, Xavier Chastel est directeur général du groupe Polyvia, l'organisation professionnelle de référence pour l'industrie des polymères. Il y pilote l'ensemble des activités, avec pour mission de renforcer la compétitivité et l'innovation dans ce secteur stratégique pour l'économie française.



D.R.

Coline CLAUDE-LACHENAUD

est une ingénieure des Mines spécialisée dans le numérique. Elle a rejoint le Corps des Mines après 11 ans passés dans la fonction publique.

En 2013, elle rejoint le ministère des Armées après une formation d'ingénieur informatique réalisée au sein de l'École des Mines de Nantes et de l'Université polytechnique de Montréal.

Affectée au sein d'une direction technique comme ingénieur logiciel et développement, elle est d'abord chargée du développement d'une application opérationnelle majeure d'exploitation de données de masse, puis devient conseillère au sein d'un grand programme technique interministériel.

En 2020, elle est détachée au Secrétariat général de la défense et de la sécurité nationale (SGDSN) pour contribuer à une expérimentation de détection des ingérences numériques étrangères. Puis début 2021, elle est affectée à la direction du SGDSN où elle remplit les fonctions de conseillère pour les questions industrielles et numériques. À ce titre, elle supervise les activités du SGDSN dans les domaines industriels sensibles, la cybersécurité, la sécurité économique, les ingérences numériques et les systèmes d'information classifiés. Elle assure la préparation et le secrétariat de nombreuses instances interministérielles de pilotage des politiques nationales dans ces domaines sensibles.

En 2023 et 2024, dans le cadre de sa formation au Corps des Mines, Coline Claude-Lachenaud a été responsable, avec Éponine Loridant, d'un rapport sur le plastique à usage unique dans la santé, pour lequel elles ont mené plus de 80 entretiens et visité plusieurs établissements hospitaliers.

Jean-Yves DACLIN est, depuis juillet 2021, directeur pour la France de Plastics Europe, l'association pan-européenne des producteurs de plastiques.



Diplômé de l'École polytechnique, il dispose d'une expérience de plus de 25 ans dans la chimie de spécialités et les solutions bas carbone. Après un passage dans le secteur du conseil, il dirige, pendant une quinzaine d'années, différents centres de profits chez Hutchinson.

D.R.

En 2011, il rejoint TotalEnergies où il prend la direction de la division Solaire afin d'initier la transition du groupe vers les énergies décarbonées. Il est ensuite responsable de la division Solutions bas carbone au sein de l'activité polymères, où il conduit les projets de recyclage chimique et de production de polymères biosourcés sur le site de Grandpuits en Seine-et-Marne.

Laure DALLEM, est cheffe de bureau de la Prévention et de la Lutte contre le gaspillage à la sous-direction Déchets et Économie circulaire (SDDEC), du ministère de la Transition écologique, de l'Énergie, du Climat et de la Prévention des risques, depuis 2023.

Ingénieure divisionnaire des travaux publics de l'État, et titulaire d'un master en gestion intégrée des ressources en eaux continentales, elle a, dans ses précédentes fonctions, contribué au bilan national de conformité des stations d'épuration (dans le cadre d'un contentieux relatif à la directive eaux résiduaires urbaines), et travaillé sur les questions de pollution de l'eau, au sein de la direction de l'Eau et de la Biodiversité.

Elle a également contribué à la transposition et à la mise en œuvre de la directive-cadre stratégie pour le milieu marin (pilotage des travaux scientifiques et techniques pour l'établissement de l'état des lieux des pressions et impacts sur les écosystèmes marins). Plus récemment, elle a exercé des missions de suivi de certaines filières à responsabilité élargie des producteurs au sein de la SDDEC, et participé au niveau européen aux négociations de la directive sur les plastiques à usage unique et du futur règlement sur les emballages.



Mathieu DUBLOC est diplômé d'une école d'ingénieur en biotechnologies (Sup'Biotech) et titulaire d'un master en Intelligence Économique et Stratégique (EISTI).

Il a intégré la direction Économie et Veille à l'IFPEN et travaille depuis 5 ans sur la thématique du recyclage des plastiques.

D.R.

Auparavant, il a travaillé successivement dans des cabinets d'intelligence économique, puis de conseil en innovation avant de rejoindre les sociétés d'accélération du transfert de technologies (SATT) et le monde de la valorisation technologique.



Stéphane DURU, diplômé des Universités de Lille et de Strasbourg en sciences de l'environnement, travaille depuis près de 30 ans pour les collectivités locales sur les sujets du développement durable et de la transition écologique. Ingénieur territorial, il a piloté d'abord au Conseil départemental du Rhône puis à la Métropole de Lyon la planification de la gestion des déchets, pour prendre ensuite en charge une activité plus opérationnelle sur le traitement et le recyclage des déchets ménagers.

D.R.

Fonctionnaire détaché, il est responsable du pôle Déchets d'Amorce depuis décembre 2022. Il intervient à l'école nationale de travaux publics de l'État sur les enseignements en rapport avec l'économie circulaire.

Fonctionnaire détaché, il est responsable du pôle Déchets d'Amorce depuis décembre 2022. Il intervient à l'école nationale de travaux publics de l'État sur les enseignements en rapport avec l'économie circulaire.



Alexis EISENBERG est diplômé d'une licence en sciences de l'environnement de l'Université Aix-Marseille II, d'une maîtrise en gestion des ressources maritimes de l'Université du Québec à Rimouski ainsi que d'un diplôme d'études supérieures spécialisées en gestion et développement durable de HEC Montréal. Avant de rejoindre l'ONG internationale

D.R.

Reloop Platform pour laquelle il agit aujourd'hui à titre de directeur pour la France et les pays francophones, il s'est spécialisé sur les sujets concernant la gestion des déchets, l'économie circulaire, la responsabilité élargie des producteurs et les politiques publiques afférentes.

Il a notamment travaillé comme consultant spécialisé en stratégies et développement durable au sein des cabinets Deloitte et Grant Thornton et a agi pendant plusieurs années à titre de conseiller auprès du président de la société d'État Recyc-Québec, rattachée au ministère de l'Environnement du Québec. En charge des relations gouvernementales pour la présidence et spécialiste dans le secteur des emballages, il a été responsable des travaux avec les collectivités, les industriels et la société civile quant au projet de loi portant sur la modernisation de la consigne et de la collecte sélective du Québec.



Frédéric FAVRE est diplômé de l'ENS de Chimie de Paris (Chimie ParisTech) et Docteur en chimie de l'Université Pierre et Marie Curie – Paris VI. Il a intégré la direction Développement d'IFPEN en 2000 et participé au développement de plusieurs procédés actuellement licenciés par Axens. Il a ensuite encadré une équipe technique dédiée à l'expérimentation pilotes

D.R.

dans les domaines des carburants de synthèse et de production de carburant à partir de biomasse.

Il occupe actuellement à IFPEN-Lyon la fonction de chef de projet pour le Centre de Résultats Chimie pour l'Industrie et coordonne les actions d'IFPEN de démonstration du recyclage du PET.



Nicolas GARNIER, diplômé de l'École Nationale Supérieure des Mines d'Alès, est également titulaire du "First Certificate of Cambridge".

Il débute sa carrière en 1997 à Amorce au poste de chargé de développement. En 2000, il est promu responsable du pôle Énergie puis adjoint au délégué général une année plus tard.

D.R.

En 2004, il devient le délégué général d'Amorce où il assure le rôle de direction et de porte-parole.



Sylvain GAUDARD est le responsable de la communication de l'Union des Plastiques du Bâtiment (UPB).

Après 10 ans consacrés à la conception de produits et systèmes reposant sur des profilés PVC, il a pris en charge et développé la communication et le *marketing* produit d'un acteur historique de l'extrusion PVC pour le bâtiment, en gardant

D.R.

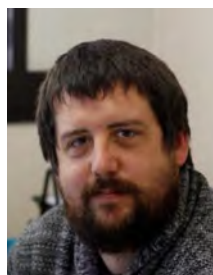
toujours un pied dans le contexte technique et normatif qui fait la qualité du bâtiment français.

Sylvain Gaudard a ensuite rejoint les organisations professionnelles qui assurent la cohérence et la représentativité de la filière technique française de la plasturgie du bâtiment. Il y assure la communication pour contribuer à assoir des produits et systèmes qui font la vie quotidienne des acteurs du bâtiment français et participent à la qualité de vie de chaque usager.

Autour de thématiques comme la performance technique, la contribution au confort des occupants, les qualités environnementales et sanitaires des systèmes (recyclage et innocuité) ou des sujets plus généraux comme la décarbonation, il a à cœur de participer à l'amélioration des pratiques communes pour des équipements, des produits et des bâtiments plus durables et respectueux de l'environnement.

À ce titre, la participation aux travaux des organisations professionnelles est essentielle, car elle contribue à la représentation des entreprises et des filières complètes auprès des instances, qu'elles soient étatiques, normatives ou communautaires.

Étienne GRAU a suivi une formation en chimie et physico-chimie à l'ENS Cachan puis a entrepris un doctorat en chimie des polymères au CPE Lyon, où il a étudié la polymérisation radicalaire de l'éthylène au CP2M sous la direction des Dr Vincent Monteil, Dr Christophe



D.R.

Boisson et Dr Roger Spitz de 2007 à 2010. Lors d'un premier séjour post-doctoral, il a étudié la catalyse Ziegler-Natta en fusionnant la chimie théorique (avec le Pr Philippe Sautet à l'ENS Lyon), de surface (avec le Pr Christophe Copéret à l'ETH Zurich) et des polymères (avec le Dr Vincent Monteil au CP2M). Puis en 2012, il a rejoint le groupe du Pr Stefan

Mecking à Konstanz (Allemagne) pour travailler sur la catalyse au palladium pour synthétiser des polymères à partir de lipides et de terpènes.

Il a été recruté par le LCPO en 2013 en tant que Maître de Conférences dans le groupe du Pr Henri Cramail. Son expertise porte sur la chimie des polymères et la catalyse.

Au cours des 7 dernières années, il a développé des approches de chimie verte pour les polymères biosourcés, y compris leur fin de vie (recyclage, biodégradation, écotoxicité).

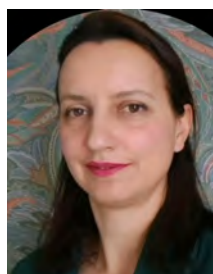


D.R.

Laurent GRAVE-RAULIN est directeur des Affaires publiques et juridiques de Citeo depuis 2023. Il a intégré l'entreprise en 2018 en tant que conseiller affaires publiques, puis directeur des affaires institutionnelles en 2019.

De 2014 à 2018, il a occupé plusieurs postes au cabinet du ministre de la Transition écologique, au sein notamment de celui de Ségolène Royal puis de Nicolas Hulot. Il a également collaboré avec Ségolène Royal, alors présidente de la région Poitou-Charentes entre 2011 et 2014.

Diplômé en droit à la Sorbonne, Laurent Grave-Raulin est avocat de formation.



D.R.

Bahar KOYUNCU, as a Senior Policy Officer at the Ellen MacArthur Foundation, leverage her 17 years of experience in R&D, packaging design and sustainability policy to contribute to the transition to a circular economy. Prior to joining the Foundation, she worked at Procter & Gamble Research & Development Centre as a Senior Scientist and at AISE (the International Association for Detergents and Maintenance Products).

She hold a double major degree in Chemical Engineering and Chemistry and strongly believe in the role science and multistakeholder collaboration plays to enable the transition to a circular economy.



Camille LACROIX est titulaire d'un double diplôme en chimie et biologie suivi d'un doctorat en écotoxicologie marine au cours duquel elle a étudié les effets de la contamination chimique chronique et du réchauffement climatique sur les organismes marins. Elle a rejoint le Cedre en 2015.

D.R.

Après avoir travaillé 2 ans sur l'étude des devenir et impacts des hydrocarbures et produits chimiques dans le milieu marin, elle s'implique depuis 2017 sur la thématique des déchets dans les milieux aquatiques.

Elle est aujourd'hui responsable du Service « Surveillance et Étude des Déchets Aquatiques » du Cedre. Elle pilote et est membre de différents groupes d'experts nationaux et internationaux sur les déchets aquatiques.



André LÉGER est diplômé d'un master en développement durable des collectivités à l'Institut des études supérieures du management en alternance.

D.R.

Il débute comme chargé de mission environnement au sein de la CCI de Seine-et-Marne. Par la suite, il travaille sur l'expérimentation de l'extension des consignes de tri pour le Sycotom de l'agglomération parisienne.

Après un passage en bureau d'étude de métrologie, il rejoint l'équipe d'Amorce en 2021, en tant que chargé de mission des filières des emballages et des territoires ultramarins.



Mickaële LE RAVALEC est directrice Économie et Veille à IFPEN. Auparavant, elle a conduit des recherches en géostatistique et optimisation pour la modélisation du sous-sol et dirigé successivement les départements de Géologie, puis Géoressources et enfin Sciences pour les sols et sous-sols.

D.R.

Par la suite, elle a occupé conjointement les fonctions d'adjointe scientifique pour la direction des Sciences de la terre à IFPEN et de conseillère scientifique au Haut Conseil de l'évaluation de la recherche et de l'enseignement supérieur (Hcéres).

Parallèlement à ses activités à IFPEN, elle a été membre, puis vice-présidente, de la Commission Nationale d'Évaluation (CNE2) des recherches et études relatives à la gestion des matières et déchets radioactifs.

Ingénieure de l'École et Observatoire des Sciences de la Terre (EOST), elle est titulaire d'un doctorat (Université de Rennes), d'une HDR en sciences de la Terre (Université Louis Pasteur de Strasbourg) et d'un Executive Master en finance d'entreprise (Université de Paris Dauphine).



Éponine LORIDANT est une ingénieure des Mines spécialisée dans la transition écologique.

D.R.

Après un baccalauréat franco-allemand et une classe préparatoire de biologie, elle a intégré l'École polytechnique où elle a centré ses études sur l'environnement. Elle a également obtenu une licence de philosophie de l'Université Paris-X. Elle a ensuite rejoint le

Corps des Mines. Dans le cadre de sa formation au Corps des Mines, elle a été responsable, avec Coline Claude-Lachenaud, d'un rapport sur le plastique à usage unique dans la santé, pour lequel elles ont mené plus de 80 entretiens et visité plusieurs établissements hospitaliers.

Elle a travaillé entre autres dans un hôpital en Côte d'Ivoire, à l'ambassade de France en Suisse et au Liechtenstein, dans le département biomasse de Veolia en Espagne et sur le projet d'hydrogène vert Yuri en Australie. Elle est aujourd'hui en poste au sein de la Dreal de Normandie.



Roland MARION est ingénieur géologue de formation et sa carrière est exclusivement dédiée aux enjeux environnementaux. Après ses études, il a exercé une petite dizaine d'année en bureau d'études en France et en Europe, puis il a rejoint l'Ademe où il a occupé diverses fonctions sur des thématiques de sites pollués, de recyclage, d'éco-conception

D.R.

et de filières à responsabilité élargie des producteurs. En 2017, il participe à la création de la Confédération des métiers de l'environnement, qu'il a dirigée pendant 4 ans.

Aujourd'hui, Roland Marion occupe le poste de directeur de l'économie circulaire à l'Ademe, l'agence de la Transition Écologique. En lien avec les services du ministère en charge de l'Écologie, cette fonction vise à animer, à piloter et à aider à financer sur les territoires les enjeux de sobriété d'usage des matières premières, avec le déploiement d'outils tels que le recyclage, le réemploi, la valorisation énergétique des déchets, la connaissance des flux matière et de déchets, mais aussi à faire progresser des nouveaux modèles de consommation et de production.

Parallèlement, il est conseiller régional délégué à la transition écologique et énergétique en région Pays de la Loire et maire adjoint de sa commune, en charge de

l'environnement. Par ces différentes fonctions, il contribue à l'élaboration et à la mise en œuvre de politiques locales visant à réduire notre empreinte écologique.

Sa carrière est marquée par une volonté de concilier développement économique et respect de l'environnement, que ce soit à travers ses responsabilités à l'Ademe ou ses engagements locaux.



Refashion

Cécile MARTIN est responsable Innovation & Recyclage chez Refashion depuis 2020, après avoir travaillé chez WRAP UK, Le Relais et Levi Strauss & Co. Elle travaille avec les acteurs français et européens à l'accélération de l'industrialisation du recyclage des textiles et chaussures usagés non-réutilisables.

Elle est ingénieur textile (ENSAIT) et titulaire d'une maîtrise en protection et gestion de l'environnement de l'Université d'Édimbourg.

Marc Glen
Photographie

Marie-Amélie NÉOLLIER, directrice adjointe du Plan national de résorption des décharges littorales historiques au Cerema depuis septembre 2022.

Spécialiste de la dépollution de sites difficiles d'accès (sous-marins, insulaires...), elle a d'abord travaillé pour l'association Surfrider Foundation Europe pendant 10 ans puis à l'OFB, au Parc naturel marin d'Iroise. Elle a notamment participé au projet Interreg Preventing Plastic Pollution de 2020 à 2023. La restauration de sites littoraux fragiles et vulnérables à travers le retrait et la gestion des déchets est au cœur de son engagement professionnel.

Elle toujours eu une attention spécifique pour la gestion des macro et microplastiques dans les projets de dépollution qu'elle a menés. L'addition de mesures opérationnelles, de sensibilisation et parfois de coercition représentent selon elle le triptyque gagnant pour lutter durablement et efficacement contre la pollution plastique.



Accor

Brune POIRSON, diplômée de l'Institut d'Études Politiques d'Aix-en-Provence (France) et de la London School of Economics (Royaume-Uni), est également titulaire d'un Master de la Harvard Kennedy School of Government (États-Unis).

Engagée depuis toujours pour le développement durable, elle combine une double expé-

rience du privé et du public. Elle a notamment occupé diverses missions à New Delhi (Inde), au Bureau du Premier ministre indien et à l'Agence Française de Développement, avant de devenir directrice Responsabilité Sociétale de l'Asie du Sud pour Véolia en 2011.

En 2015, parallèlement à son activité au sein d'un incubateur de *start-ups* vertes à Boston, elle prend part à la campagne présidentielle et législative.

Brune Poirson a été élue députée du Vaucluse en 2017 puis nommée Secrétaire d'État à la Transition écologique et solidaire de 2017 à 2020, où elle a porté la Loi anti-gaspillage, qui s'attaque, entre autres, à la pollution plastique. Première Française élue vice-présidente de l'Assemblée des Nations Unies pour l'Environnement, elle est également membre du conseil d'administration de GetLink et présidente de l'association Climate Dividends.

En mai 2021, elle rejoint Accor en tant que directrice du Développement Durable et membre du comité exécutif du Groupe. Avec pour missions de définir, d'animer et de suivre les engagements, la stratégie et le déploiement des plans d'action du Groupe en matière de développement durable, elle a également sous sa responsabilité le fonds de dotation Accor Heartist Solidarity et le Fonds ALL Heartist. En janvier 2023, Brune Poirson devient membre du comité de direction du Groupe.



D.R.

Célia RENNESSON est une entrepreneuse française, Chevalier dans l'Ordre national du Mérite, diplômée de l'Université Paris-Dauphine en économie industrielle. Après avoir travaillé dans un cabinet de conseil en stratégie, puis dans un groupe de publicité extérieure en tant que Responsable de l'Innovation, elle a décidé de quitter son poste pour se consacrer à un nouveau projet.

En 2016, elle cofonde l'association Réseau Vrac, regroupant les entreprises de la vente en vrac. En 2023 elle réalise la fusion avec les associations Réseau Consigne national et Réseau Consigne Île-de-France, pour créer Réseau Vrac et Réemploi.

Elle est désormais à la tête d'une organisation fédérant près de 500 entreprises de la filière du vrac et du réemploi des emballages (fournisseurs de produits, apporteurs de solutions et distributeurs) et dirige une équipe opérationnelle de 13 personnes. Son objectif est de développer cette filière industrielle d'avenir en misant sur les bénéfices qu'elle apporte : durabilité des modes de production et de consommation, souveraineté nationale et création d'emplois locaux non délocalisables. Célia Rennesson est également co-auteur, en 2020, du livre *Vrac mode d'emploi*.

Philippe REUTENAUER, après des études de chimie à l'École européenne de Chimie Matériaux et Polymères



de Strasbourg et un doctorant sous la direction du Pr Jean-Marie Lehn, rejoint en 2011 l'équipe R&D matériaux de Danone pour s'occuper d'abord de plastiques biosourcés, puis de différents aspects liés à la production des plastiques, leur transformation en emballages et leur recyclage.

D.R.

En 2020, il devient responsable emballages écologiques pour Léa Nature. Il y découvre l'activisme industriel et les ateliers de types fresques. En 2022, il lance avec Éva Moreau et Manon Lisiecki l'atelier la Fresque du Plastique, destiné à libérer dans nos sociétés un savoir nécessaire pour comprendre les enjeux liés à notre utilisation du plastique et proposer une plateforme de réflexion pour le futur.

Aujourd'hui son activité se partage entre sensibilisation avec la Fresque du Plastique et son déploiement et conseil sur des enjeux d'écologie industrielles des plastiques.



Richard ROUQUET est chargé de mission auprès du sous-directeur économie circulaire au ministère de la Transition écologique et de la Cohésion des territoires. Il fait partie de l'équipe de négociation française du traité international sur la pollution plastique.

D.R.

Il a précédemment été en charge de l'élaboration du décret 3R (réduire, recycler, réemployer)

sur les emballages plastiques à usage unique et de la stratégie nationale l'accompagnant. Il a eu par ailleurs une longue expérience internationale dans le réseau diplomatique comme conseiller transports, énergie et environnement ou conseiller adjoint de coopération et d'action culturelle.

Ingénieur général des Ponts, des eaux et des forêts, il est diplômé de l'École polytechnique et de l'École nationale des ponts et chaussées.



Inari SEPPÄ leads the European Circular Economy Advocacy team at Eastman. She is an expert in technology and sustainability with a current focus on molecular recycling and its role in advancing the circular economy. With over 30 years of experience in the plastics industry, she possesses an in-depth understanding of this material and its various applications across market segments.

D.R.

She holds a Master's degree in Chemical Engineering and an MBA in Environmental Management, lending her a unique combination of technical and environmen-

tal expertise and valuable insight into the importance of sustainable end-of-life solutions for plastics.

Throughout her career, she has held several leadership positions at Eastman, where she has been instrumental in driving innovation, growth, and leading multifunctional teams. Her expertise in technology innovation, project engineering, and laboratory supervision of plastics processing has played a pivotal role in the successful commercialization of key products and the establishment of effective strategies for innovation portfolio development.

In her current role, Inari Seppä advocates for advancements in the circularity of plastics, working with different stakeholders to make significant steps towards driving positive change and a more sustainable future.

Beyond her role at Eastman, she actively participates in shaping the industry's sustainability landscape. She actively contributes to the industry through her involvement in esteemed organizations, serving as a board member of the International Sustainability and Carbon Certification (ISCC), where she plays a vital role in shaping global sustainability standards.

Furthermore, she holds a directorship on the board of CompostWorks in Liverpool, working towards building a community composting network to tackle the pressing issue of food waste in the city.



Charlotte SOULARY est responsable du plaidoyer de l'association environnementale Zero Waste France jusqu'en septembre 2024. Diplômée en sciences politiques en 2006, elle a travaillé une quinzaine d'années pour des organisations de la société civile en France, en Belgique, aux États-Unis et dans plusieurs pays d'Afrique de l'Ouest.

D.R.

Elle a notamment travaillé avec Oxfam sur la couverture santé universelle et les politiques internationale de santé, avec ActionAid sur la responsabilité des entreprises dans le secteur textile, avec Equipop puis la Reproductive Health Supplies Coalition (RHSC) sur les droits et la santé sexuels et reproductifs.

Ce parcours l'a menée à s'intéresser de près aux impacts du plastique sur la santé et sur l'environnement, et a forgé sa conviction de la nécessité de faire passer l'économie de linéaire à circulaire, pour la planète et pour ses habitants.

Kevin TALLEC est titulaire d'un master en biologie marine et d'un doctorat en écotoxicologie marine au cours duquel il a étudié les effets des micro- et nanoplastiques sur les jeunes stades de vie des invertébrés marins. Il a continué l'étude du risque des déchets plastiques pour l'environnement marin jusqu'en décembre 2021 à l'Ifremer en tant que cadre de recherche.



D.R.

En janvier 2022, il a intégré le service « Surveillance et Études des Déchets Aquatiques (SEDA) » en tant qu'ingénieur écotoxicologie/ environnement.

Dans sa fonction, il est impliqué dans la coordination et la réalisation de tâches scientifique et technique s'inscrivant dans le cadre de politiques publiques et de projets nationaux et internationaux dans le domaine des déchets aquatiques. Il est notamment en charge des projets du Cedre portant sur la thématique des pollutions par les granulés plastiques industriels (GPI) dans les environnements aquatiques. Ses travaux depuis le début de sa carrière ont été présentés dans diverses conférences nationales et internationales et ont fait l'objet de 16 publications dans des revues scientifiques.



D.R.

Jacques VERNIER est ingénieur général des Mines.

Il a été directeur de l'agence de l'eau Artois-Picardie, président de l'Ademe et de l'Ineris, et député (rapporteur de la loi Barnier et de la loi sur l'air).

Il est actuellement président du conseil supérieur de la prévention des risques technologiques et président de la commission inter-filières de responsabilité élargie des producteurs en matière de déchets (REP).

Il est l'auteur de deux ouvrages dans la collection « Que sais-je ? », l'un sur « L'environnement », l'autre sur « Les énergies renouvelables ».