

# VERS L'INTÉGRATION DE PLASTIQUES RECYCLÉS DANS LES GÉOSYNTHÉTIQUES

## TOWARD RECYCLED PLASTICS INCORPORATION IN GEOSYNTHETICS

Arnaud PARENTY<sup>1,2</sup>,

1 Lavoisier Circular Transition, Vieille Chapelle France

2 UFR3S, Université de Lille, Loos, France

**RÉSUMÉ** – En un peu plus de 50 ans, les matériaux polymères, à la fois adaptables, légers et économiques, se sont imposés dans de nombreux secteurs. Aujourd'hui, ils sont considérés comme le symbole de la pollution humaine compte tenu de leur dissémination et de leur persistance dans l'environnement et des risques qu'ils pourraient avoir sur la biodiversité et sur la santé humaine. Se passer de l'utilisation des plastiques est très probablement impossible compte tenu de leurs qualités intrinsèques. Cependant, il est urgent de les faire rentrer dans l'économie circulaire et tous les secteurs sont progressivement concernés. Les géosynthétiques sont aujourd'hui encore plus ou moins épargnés. Néanmoins, compte tenu de leurs applications dans le milieu naturel, ceux-ci risquent d'être progressivement concernés comme c'est le cas aujourd'hui avec la création de la filière à responsabilité élargie du producteur portant sur les matériaux de construction et du bâtiment. L'objet de cette présentation est de proposer des éléments de compréhension et d'actions pour accroître l'action des géosynthétiques dans l'économie circulaire.

Mots-clés : Economie circulaire, géosynthétiques, responsabilité élargie du producteur, collecte, recyclage, intégration, plastiques recyclés.

**ABSTRACT** – In 50 years, polymer materials, acknowledged as adaptable, light and economical, have established themselves in many sectors. Today, they are considered as the symbol of human pollution given their dissemination and persistence in the environment and the risks they could have on biodiversity and human health. Doing without the use of plastics is probably impossible given their intrinsic qualities. However, it is urgent to integrate them into the circular economy and all sectors are progressively concerned. Until now, geosynthetics are still more or less spared. However, due their applications in natural environment, they are likely to be considered later on, as is the case today with the creation of the extended producer responsibility sector related to construction and building materials. The purpose of this presentation is to provide some key of understanding and actions to foster the geosynthetics' integration into circular economy.

Keywords: Circular economy, geosynthetics, extended producer responsibility, collection, recycling, integration, recycled plastics

### 1. Introduction

Durant la dernière décennie, les matériaux plastiques sont passés du rang de matériaux stars par leurs versatilités et leurs faibles coûts à celui de symbole ultime de la pollution anthropique. Si l'essentiel des regards sont aujourd'hui fixés sur l'emballage, les plastiques à usage unique dont les durées de service sont courtes, les autres secteurs utilisant ces matériaux, ne sont pas pour autant à l'abri de cette défiance. Ces matériaux (car il faut bien parler de matériaux au pluriel) doivent aujourd'hui passer à une nouvelle phase de leur développement et entrer dans une économie plus circulaire où l'essentiel de ces polymères ne sont plus éliminés en enfouissement ou en incinération. Cela suppose de relever 4 grands défis.

#### 1.1. Défi 1 : la maîtrise de la fin de vie

Ce changement de paradigme autour des plastiques est en particulier lié à la prise de conscience de la dissémination importante de ces matériaux dans l'environnement, leur persistance et leur fragmentation en microplastiques menaçant à la fois la biodiversité (par exemple par l'ingestion de fragments plastiques par les animaux) et les hommes. Dans un article de 2015, Jambeck *et al.* estimaient à environ 8 millions de tonnes la quantité de plastiques entrant annuellement dans l'océan (Fig.1).

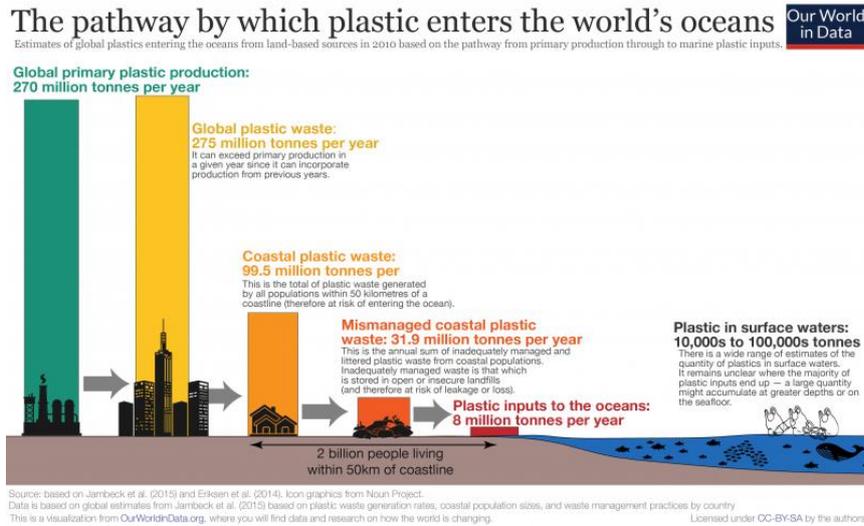
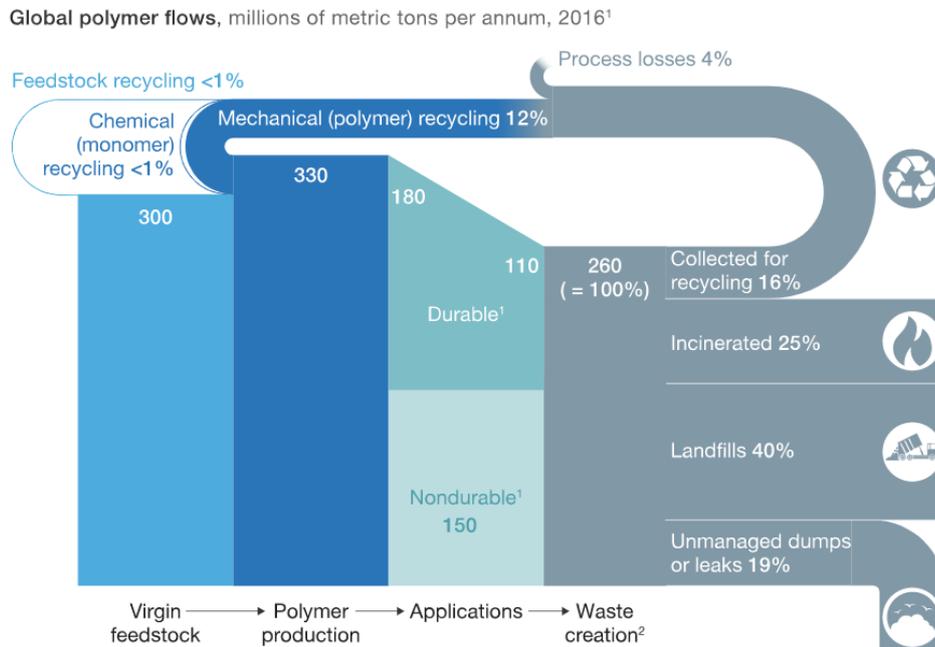


Figure 1. La voie par laquelle le plastique pénètre dans les océans du monde entier (<https://ourworldindata.org/plastic-pollution>)

Cette première estimation est à remettre en perspective avec d'autres chiffres tels que la production annuelle de plastiques et les différents modes de valorisation de ces derniers en fin de vie. Ainsi, dans une étude parue en 2018, le bureau d'étude McKinsey estimait qu'en 2016, pour une production d'environ 330Mt de plastiques et environ 260 millions qui arrivaient en fin de vie, seuls 16% des plastiques étaient collectés en vue du recyclage et 25% étaient incinérés. Le reste de ces plastiques se retrouvait alors dans des décharges pour 40% ou dans l'environnement (fuites ou décharges sauvages) pour près de 20%. Comme le montre la figure 2, une grande majorité des plastiques sont produits pour des applications de très courtes durées, ce qui n'est pas le cas des applications géosynthétiques où les durées d'application peuvent dépasser le siècle.



<sup>1</sup>Durable applications with an average lifetime >1 year will end up as waste only in later years; nondurable applications go straight to waste.

<sup>2</sup>150 million metric tons of mixed plastic waste from nondurable applications that end up as waste in same year, plus 110 million metric tons of mixed plastic waste from production in previous years.

McKinsey&Company

Figure 2. Flux global de polymères en 2016 (<https://www.mckinsey.com/industries/chemicals/our-insights/how-plastics-waste-recycling-could-transform-the-chemical-industry>)

Ces données indiquent clairement un premier enjeu pour les plastiques qui est celui de la collecte en vue du recyclage.

### 1.2. Défi 2 : développer les technologies pour le recyclage des plastiques

Au-delà de la collecte, un second défi se présente pour les plastiques : celui du recyclage. Dans la réalité, ce sont d'abord des produits qui vont être recyclés et ceux-ci vont contenir notamment des plastiques mais aussi d'autres matériaux. Il est donc nécessaire de séparer les plastiques des autres matériaux puis de séparer les différents types de plastiques car ceux-ci sont en général incompatibles entre eux. Dans un certain nombre de cas, cela peut être rendu impossible car les différents plastiques sont intimement liés car collés ou mélangés sous forme d'alliages.

De plus, ces plastiques peuvent être très anciens comme le montre la figure 3. Les produits utilisés pour des applications de longue durée comme dans le BTP ne deviennent des déchets qu'après plusieurs décennies ce qui est un point fort pour l'environnement. Cependant du fait de durées de vie longues, ils peuvent contenir des additifs ou substances qui sont maintenant réglementés voire interdits (REACH, POP, RoHS...), ce qui peut freiner les possibilités de recyclage.

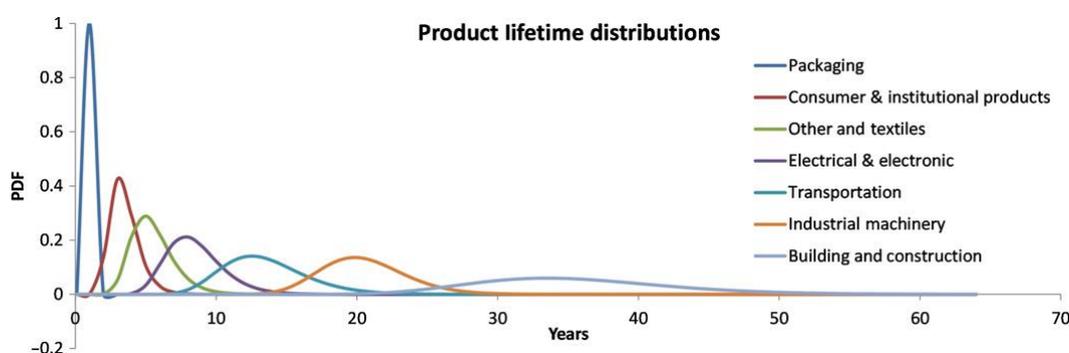


Figure 3. Distributions de la durée de vie des produits pour les huit secteurs d'utilisation industrielle, représentées par des fonctions de distribution de probabilité log-normale (Geyer et al. 2017)

Le vieillissement est aussi un facteur qui peut réduire la qualité et la valeur des polymères recyclés. Il est donc nécessaire de développer de faire progresser les technologies de recyclage pour ainsi augmenter les propriétés fonctionnelles et ainsi la valeur d'usage des plastiques recyclés.

### 1.3. Défi 3 : augmenter l'incorporation des plastiques recyclés

Selon les statistiques européennes, le taux d'incorporation de plastiques recyclés dans les produits était de l'ordre de 6% en 2016. La faible part de marché des plastiques recyclés peut être en partie liée aux problématiques de recyclage évoqués précédemment. Cependant, elles ne sauraient totalement l'expliquer. Celui-ci peut aussi être expliqué à la fois par certaines normes qui interdisent l'utilisation de recyclés ainsi que par le manque d'incitations (économiques ou réglementaires) pour les transformateurs et les metteurs en marché.

C'est ainsi que, depuis quelques années, de nombreuses incitations ont été mises en place. Parmi elles, il est possible de citer le dispositif ORPLAST qui a pour vocation d'inciter les transformateurs à utiliser des matières plastiques recyclées en soutenant les études de faisabilité et les investissements nécessaires. D'autres incitations d'ordre réglementaire ont aussi été mises en place un peu plus tard en Europe dans le cadre de la Stratégie Plastiques ou la directive Plastiques à usage unique (dite directive SUP) ou en France dans le cadre de la Feuille de route économie circulaire (FREC) puis de la loi anti-gaspillage et pour l'économie circulaire (loi AGEC). À cela s'ajoutent aujourd'hui d'autres incitations comme la mise en place des éco-modulations (c'est-à-dire des réductions sur les éco-contributions payées par les metteurs en marché et les distributeurs pour la gestion de la fin de vie des produits) par les éco-organismes dans le cas de filières à responsabilité élargie du producteur.

### 1.4. Défi 4 : éco-concevoir les produits pour optimiser leur fin de vie

Enfin, l'éco-conception et la conception en vue du recyclage doit devenir la norme. Aujourd'hui, beaucoup de produits ne sont absolument pas conçus pour être recyclés. Cet aspect engendre des pertes importantes d'efficacité au cours des étapes de recyclage (donc des inefficiences économiques)

et peut nuire fortement à la qualité des matières plastiques recyclées. Ce sujet va fortement dépendre des secteurs mais est cependant crucial comme l'indiquait la fondation Ellen Mac Arthur dans sa *New Plastic Economy* de 2016 (<https://ellenmacarthurfoundation.org/the-new-plastics-economy-rethinking-the-future-of-plastics>). En effet, une meilleure conception peut faire gagner de 70 à 120€ par tonne, ce qui est loin d'être négligeable pour des matériaux dont le coût peut être de l'ordre de 1000€/t à 2000€/t.

## 2. Applications au secteur du bâtiment et des travaux publics

Le secteur du bâtiment est le second consommateur de plastiques après les emballages selon les dernières données de Plastics Europe avec une part d'environ 20% (Fig.4).

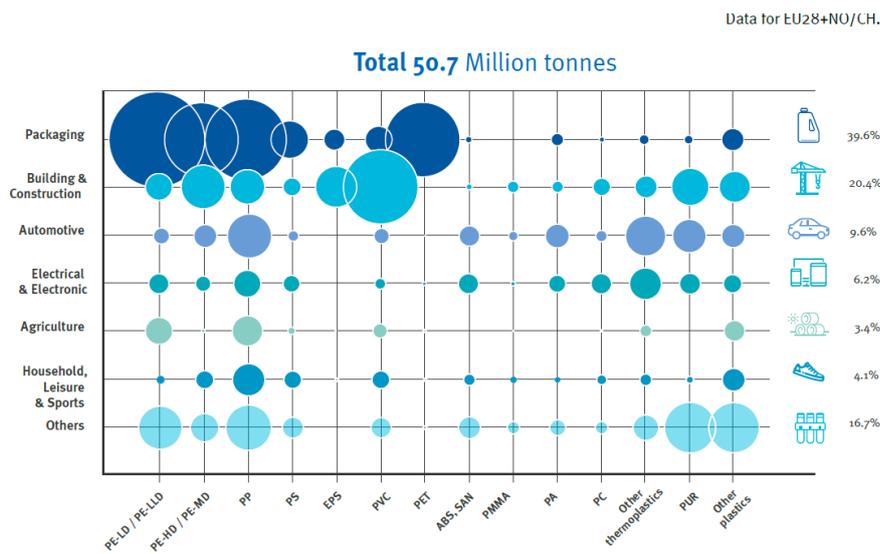


Figure 4. Demande de plastiques par segment et par type de polymère en 2019 (<https://plasticseurope.org/knowledge-hub/plastics-the-facts-2020/>)

Aujourd'hui ce secteur est aussi le 1<sup>er</sup> consommateur de matières premières issues du recyclage (MPR) en Europe avec près de la moitié (46%) des 4Mt utilisés en Europe chaque année (Figure 5.).

Cependant, si le Bâtiment est aujourd'hui un exutoire naturel des plastiques recyclés, la collecte et le recyclage des plastiques issus de ce secteur ne sont pas connus pour être les plus efficaces en la matière. Ainsi dans une étude sur le secteur des produits et matériaux de construction et du bâtiment publiée en 2021, l'ADEME indiquait que sur les 200kt environs de déchets plastiques issus du bâtiment, seuls 15% sont actuellement recyclés et 8% sont incinérés (<https://bibliothèque.ademe.fr/dechets-economie-circulaire/4573-etude-de-prefiguration-de-la-filiere-rep-produits-et-materiaux-de-construction-du-secteur-du-batiment.html>).

SOURCE: Conversio Market & Strategy GmbH

## PLASTIC RECYCLATES: WHERE ARE THEY USED

In 2018, from the 5 million tonnes of plastic recyclates produced in Europe, 80% re-entered the European economy in order to manufacture new products. The rest was exported outside Europe to re-enter other regions of the world's economies.

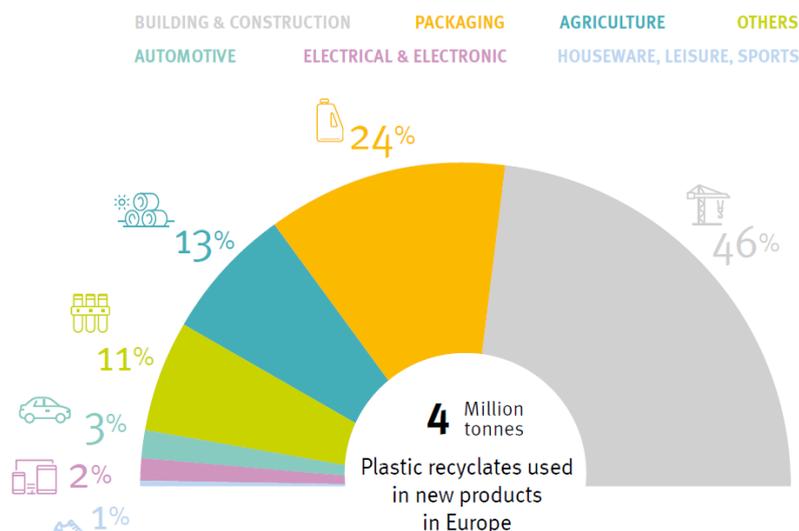


Figure 5. Secteurs d'activité où les plastiques recyclés sont utilisés (<https://plasticseurope.org/knowledge-hub/plastics-the-facts-2020/>)

### 2.1. Un cadre réglementaire pour les déchets du BTP qui évolue

Le cadre réglementaire s'est progressivement renforcé autour des déchets du BTP à partir de la loi pour la transition énergétique pour la croissance verte, qui a porté l'objectif de valorisation matière des déchets du BTP à 70%.

En 2020, la loi AGEC (<https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/id/JORFTEXT000041553759/>) a ajouté un élément supplémentaire au cadre réglementaire avec la création de la filière à responsabilité élargie du producteur pour les produits et matériaux de construction et du bâtiment (dite REP PMCB). La mise en place de cette obligation pour les producteurs, qui était initialement prévue pour le 1<sup>er</sup> janvier 2022, a été reportée au 1 janvier 2023. Dans ce cadre, tous les metteurs en marché seront tenus de financer la fin de vie de leurs produits à travers l'adhésion à un éco-organisme et au versement d'une écocontribution. Le périmètre de cette nouvelle filière REP est aujourd'hui limité aux bâtiments et à leurs dépendances (y compris les parkings ou les piscines) mais concerne tous les types de matériaux (bétons, bois, verre, plastiques, métaux...). Le montant des éco-contributions servira à financer les opérations de collecte et de recyclage de tous les matériaux du bâtiment en fin de vie. Aujourd'hui, 4 sociétés se sont positionnées en vue de l'agrément par l'état sur cette filière. Deux sont déjà des éco-organismes sur d'autres filières (Eco-mobilier et Valdélia). Deux autres sociétés ont été créées spécifiquement par les metteurs en marché (Ecominéro et Valobat). Les agréments doivent être annoncés d'ici la fin de l'année. Il est important de noter que les filières REP ont aujourd'hui des objectifs en matière de taux de collecte et de recyclage/valorisation. Celles-ci ont également des objectifs en matière de réemploi et de réutilisation. De plus, un certain nombre de filières mettent en place des systèmes de bonus/malus sur les écocontributions (éco-modulations dont nous avons parlé précédemment) pour soutenir les démarches d'éco-conception ou d'incorporation de plastiques recyclés. Pour en savoir plus sur cette filière, il est possible de consulter le décret d'application publié le 31 décembre 2021 (<https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/id/JORFTEXT000044806344>).

La loi AGEC a également renforcé le diagnostic portant sur la gestion des produits, équipements, matériaux et déchets issus de la démolition ou de la rénovation significative de bâtiments (<https://www.lemoniteur.fr/article/le-nouveau-diagnostic-dechets-de-la-demolition-renovation.2165012>).

Enfin, la loi AGEC vient modifier les obligations de tri à la source des déchets par les entreprises en 5 flux pour y inclure les déchets du bâtiment (fraction minérale et plâtre). Les entreprises sont donc maintenant dans l'obligation de trier leurs déchets en 7 flux (Papiers/cartons, métaux, plastiques, verres,

bois, fraction minérale et le plâtre). À partir du 1<sup>er</sup> janvier 2025, il faudra y ajouter un huitième flux avec les textiles.

### 2.2. Application aux géosynthétiques

Les géosynthétiques sont aujourd’hui partiellement concernés par ces mesures. Bien que ne représentant qu’une part infime des déchets du BTP, ils sont concernés à la fois par les obligations de tri 7 flux puisque les déchets d’activités économiques doivent être triés en 7 flux dont un flux plastiques.

Ils sont également en partie concernés par la REP PMCB. En effet, les géosynthétiques peuvent être utilisés pour les aménagements du bâtiment (comme les parkings, piscines et autres aménagements paysagers). Dès lors qu’ils se retrouvent dans ces aménagements, ils vont devoir contribuer à leur recyclage.

Au-delà des aspects réglementaires actuels, il apparaît essentiel pour la filière d’anticiper les évolutions et les risques inhérents. Pour la REP actuelle, le périmètre actuel de la filière n’est pas figé et de nombreuses filières REP ont vu leur périmètre évoluer avec le temps. C’est par exemple le cas dans la filière ameublement qui a débuté uniquement sur le mobilier, pour s’étendre également aux produits d’assises et de couches (coussins, édredons, couettes...) puis depuis peu aux produits de décoration depuis le 1<sup>er</sup> janvier 2022. Compte tenu des inquiétudes et des tendances actuelles autour des matériaux plastiques, il apparaît essentiel de se préparer à la fois sur le volet « collecte » des géosynthétiques mais aussi sur le volet « incorporation » de polymères recyclés.

L’incorporation de polymères recyclés dans les géosynthétiques n’est aujourd’hui que peu développée. Les contraintes à cette intégration sont essentiellement d’ordre fonctionnel (propriétés mécaniques, durabilité...), d’ordre réglementaire (car les normes bloquent l’utilisation de matériaux recyclés pour des applications supérieures à 5 ans). Plusieurs autres freins sont souvent mis en avant tels que la qualité des MPR, les difficultés et la pérennité des approvisionnements ainsi que des freins psychologiques et opérationnels notamment concernant la gestion de ce type de projets. Si certains de ces freins sont tout à fait compréhensibles, le monde du recyclage a beaucoup évolué ces dernières années et de nouvelles possibilités s’ouvrent aujourd’hui.

### 3. Les évolutions du recyclage

La perception des citoyens, l’évolution du cadre réglementaire en France et partout dans le monde et le développement technologique ont largement fait évoluer le monde du recyclage des matériaux polymères.

Pour une bonne compréhension de la question du recyclage des matières polymères, il est essentiel d’avoir une vision transversale de l’écosystème ou chaque étape va avoir un impact important.

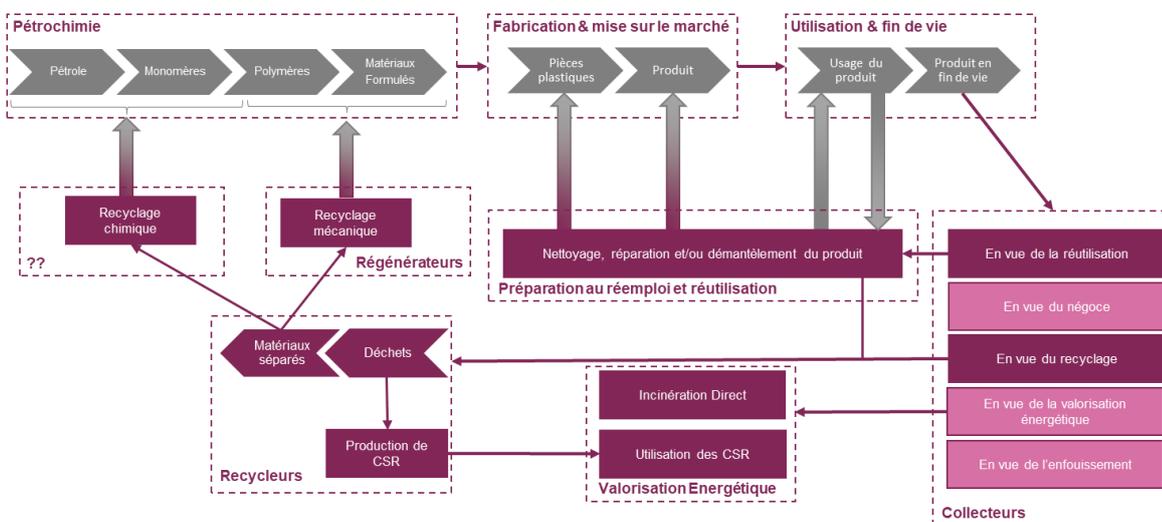


Figure 6. Schéma de synthèse de la chaîne de valeur des polymères synthétiques (schéma personnel)

### 3.1. La collecte

Tout d'abord, la structuration des filières de collecte a permis depuis plusieurs années d'améliorer la quantité des produits en fin de vie collectés en vue du recyclage. Cette évolution a également permis de faire progresser la qualité des flux par un meilleur tri à la source.

Ces filières de recyclage sont aujourd'hui organisées autour des filières REP. Celles-ci ont toutes des objectifs de collecte et de recyclage. Chaque filière a également des matières plastiques majoritaires. Dans la filière de l'emballage, les polymères majoritaires sont le PET, le PEHD, le PEBD, le PP et le PS. Pour les équipements électriques et électroniques, les résines majoritaires sont le PP, l'ABS et l'HIPS. Enfin pour les plastiques agricoles, on retrouvera essentiellement des polyoléfines (PP, PEHD et PEBD).

Au-delà de la question des polymères, ces filières permettent également de gérer des problématiques comme la question du contact alimentaire ou de la présence de substances chimiques réglementées. À titre d'exemple, séparer les déchets d'équipements électriques et électroniques des autres flux de déchets plastiques comme les emballages permet d'éviter la contamination de ces dernières par des substances réglementées et toxiques comme les retardateurs de flamme bromés.

### 3.2. Le tri

Depuis un peu plus d'une dizaine d'années, les technologies de tri ont fortement évolué avec le développement des machines de tri optique (UV-visible, NIR voire RX) et de tri électrostatique. Ces nouveaux types d'équipements permettent l'obtention de flux de polymères nettement plus homogènes et des taux de pureté de polymères plus importants. Ces flux peuvent ensuite être envoyés en régénération.

### 3.3. Recyclage mécanique versus recyclage chimique

La différence entre recyclage mécanique et recyclage chimique est définie par la norme ISO 15270. Le recyclage mécanique est un traitement des déchets plastiques qui n'altère pas la structure chimique du polymère. À l'opposé, le recyclage chimique est défini comme la conversion en monomère ou en nouvelles matières premières par modification de la structure chimique du polymère par cracking, gazéification ou dépolymérisation.

#### 3.3.1 Recyclage mécanique

Les technologies de recyclage mécanique ont aussi beaucoup évolué ces 10 dernières années. En premier lieu par le développement des technologies d'extrudeuses bi-vis qui permettent une meilleure homogénéisation des polymères. Les techniques de filtration à chaud ainsi que celles de dégazage ont aussi nettement progressé. Enfin les chimistes ont fait progresser les compatibilisants. La complémentarité de ces technologies permet l'obtention de MPR de meilleure qualité. L'un des atouts des polymères issus du recyclage mécanique résulte dans leurs impacts environnementaux. Dans une étude mise à jour en 2019 (fig. 7), le syndicat des régénérateurs de plastiques (SRP) a montré que les impacts environnementaux des différentes résines recyclées mécaniquement sont bien inférieurs aux résines vierges (à l'exception de quelques critères ponctuels).



	 PET	 PEHD	 PVC	 PEBD	 PP	
	Réduction des impacts environnementaux Recyclés vs Vierges					
Résine	R-PET	R-PEHD	R-PVC	R-PEBD agri	R-PEBD	R-PP
Forme	Granulés	Granulés	Granulés	Granulés	Granulés	Granulés
Réchauffement climatique	-70%	-75%	-94%	-76%	-89%	-88%
Appauvrissement de la couche d'ozone	-99%	69%	-94%	-6%	-71%	54%
Acidification des sol et de l'eau	-66%	-56%	-87%	-39%	-84%	-81%
Potentiel d'eutrophisation	-7%	-19%	-77%	32%	-61%	-59%
Formation d'ozone photochimique	-74%	-86%	-97%	-94%	-98%	-89%

Figure 7. Évaluation des impacts environnementaux des polymères recyclés par rapport aux polymères vierges (<http://www.srp-recyclage-plastiques.org/images/icv-mpr/2019-avril/SRP-ICV-MPR-Comparaison-Kg-vs-Kg-Mars2019.pdf>)

#### 3.3.2. Recyclage chimique

Jusqu'à présent, l'essentiel des polymères sont recyclés mécaniquement. Le développement du recyclage chimique, ces dernières années, grâce notamment aux incitations réglementaires autour de l'emballage, ouvre aussi de nouvelles perspectives et de nouvelles opportunités.

Le recyclage chimique va conduire à la dépolymérisation des polymères. Les monomères obtenus peuvent alors être purifiés puis repolymérisés pour conduire à des résines plastiques dont les propriétés sont identiques aux matériaux vierges.

### 3.3.2. Comparaison des deux types de recyclage

Pour commencer, les deux types de recyclage nécessitent tout d'abord des opérations de tri. Néanmoins, pour obtenir des propriétés fonctionnelles correctes, le recyclage mécanique nécessite souvent un tri plus poussé. À cela, il faut également ajouter le fait que les recyclés mécaniquement sont souvent des mélanges de grade de polymères et vont par conséquent avoir des propriétés fonctionnelles différentes des polymères vierges.

De leur côté, les technologies de recyclage chimique sont beaucoup plus tolérantes aux impuretés et le traitement de mélange de polymères est tout à fait possible. Cependant, l'utilisation de flux de résines en mélange va impacter le rendement (voire également la qualité des produits) et par conséquent la rentabilité de ces opérations.

Au niveau économique, les recyclés mécaniques sont souvent moins onéreux que le vierge alors que les recyclés chimiques à l'inverse sont aujourd'hui plus chers que le vierge car l'offre reste actuellement faible.

Enfin l'impact environnemental est nettement plus élevé pour les technologies de recyclage chimique que pour le recyclage mécanique. En effet, le recyclage chimique est souvent plus énergivore, peut nécessiter l'utilisation de solvants et enfin des étapes de purification, polymérisation et formulation que les recyclés mécaniques n'ont pas (Tableau 1).

Tableau 1. Différences entre recyclages chimique et mécanique

	Recyclage Mécanique	Recyclage chimique
Nécessité du tri	Bonne pureté de la matière attendue pour des propriétés mécaniques meilleures	Possibilité de traiter des mélanges
Qualité du recyclé	Propriétés fonctionnelles différentes du vierge	Quasiment identique au plastique vierge
Coût de traitement	Souvent moins coûteux que le vierge	Souvent plus coûteux que le vierge
Impacts environnementaux	Impacts environnementaux réduits	Impacts environnementaux plus importants

## 4. Applications aux géosynthétiques

Les géosynthétiques sont pour la grande majorité fabriqués en PP, PVC, PET et PEHD. Ces 4 types de résines peuvent aujourd'hui être trouvés en recyclés que ce soit mécaniques ou chimiques. Le choix entre ces deux types de recyclés va donc dépendre essentiellement de plusieurs facteurs :

- les propriétés fonctionnelles attendues (Propriétés mécaniques, durabilité),
- le coût matière,
- la disponibilité de la résine,
- la facilité de mise en œuvre.

Au premier abord, il apparaît évident pour les fabricants de se tourner vers les polymères recyclés chimiquement puisque leurs propriétés chimiques sont identiques aux vierges. Cependant, la disponibilité de ces résines recyclées et le prix de ces résines sont clairement des freins. Elles sont donc probablement à réserver pour les applications les plus exigeantes, comme par exemple celles où des durabilités élevées sont requises.

Néanmoins les résines recyclées mécaniquement peuvent aussi trouver des applications dans les géosynthétiques, compte tenu des progrès qui ont été réalisés en termes de qualité et de leur compétitivité économique. De plus, il n'est pas obligatoire de vouloir passer tout de suite à une substitution totale de la résine vierge originale par une résine recyclée. Il est souvent conseillé

d'augmenter progressivement le taux d'incorporation et de sélectionner les produits les plus susceptibles de pouvoir en intégrer. Ainsi, Olivier Gabut, aujourd'hui responsable des matières issues de l'économie circulaire au sein du groupe LEGRAND, expliquait la démarche de son groupe pour intégrer des plastiques issus du recyclage mécanique et insistait sur le caractère progressif de la démarche, sur le choix des produits candidats à l'intégration et sur le choix des matières (<https://www.youtube.com/watch?v=JKVtHdLsPEI>).

La filière d'origine (emballages, véhicule hors d'usage (VHU), Déchets d'équipements électriques et électroniques (DEEE), Agrofourniture, bâtiment...) conditionne la disponibilité des résines. À titre d'exemple, le rPET (PET recyclé) est actuellement disponible uniquement dans la filière emballages. De même pour le rPVC qui sera essentiellement disponible dans le secteur du bâtiment pour l'instant alors que les polyoléfinés comme le PEHD vont pouvoir être sourcés dans l'emballage ménager, l'agrofourniture ainsi que dans des filières plus généralistes comme les déchets industriels banaux (DIB) et le PP, dans les filières emballages ménagers, DEEE, VHU, agrofournitures, et également DIB.

Le choix de la filière d'origine, lorsqu'elles sont multiples, conditionnent souvent les propriétés chimiques, physico-chimiques et mécaniques de la résine recyclée. Les grades et les formulations peuvent être assez différents d'un secteur à l'autre. Également, comme nous l'avons vu précédemment, la question de la durée de vie des produits qui vont être recyclés va impacter les propriétés fonctionnelles des polymères recyclés. Des secteurs comme l'emballage ou l'agrofourniture ont des durées de vie assez courtes limitant la dégradation des chaînes polymères. Ces gisements sont donc probablement plus appropriés pour des applications plus exigeantes comme les géosynthétiques si les grades des polymères correspondent à ceux des géosynthétiques.

Les produits de l'agrofourniture sont en ce sens particulièrement intéressants au regard de ce qui a été dit précédemment. Cette filière portée par AIVALOR, gère la collecte et le traitement des plastiques agricoles allant des emballages vides de produits phytosanitaires aux films de paillage ou d'enrubannage en passant par les ficelles et filets à ballot de paille. Chaque catégorie de produits est séparée à la source chez l'agriculteur et recyclée dans des flux différenciés. La qualité du recyclé est donc relativement homogène et bien contrôlée. De plus, la durée de vie de ces produits est assez courte et donc les polymères sont peu dégradés. Il en résulte une qualité de ces matières recyclées assez intéressante et stable pour des applications plutôt exigeantes, notamment en termes de propriétés mécaniques et de durabilité comme c'est le cas pour les géosynthétiques.

## 5. Conclusion

Les résines plastiques sont aujourd'hui particulièrement scrutées à la fois par les citoyens et par les pouvoirs publics. Les faire entrer dans l'économie circulaire est un enjeu clé pour ces matériaux. Tous les secteurs utilisant des matériaux polymères sont actuellement concernés, notamment au premier rang les produits à courte durée de vie comme les emballages mais également les autres produits à plus longue durée de vie comme les équipements électriques et électroniques, les véhicules hors d'usage. Jusque là épargnés, les produits et matériaux de construction et du bâtiment sont aujourd'hui concernés par des obligations en matière de collecte en fin de vie en France.

Les produits géosynthétiques sont aujourd'hui plutôt épargnés par ces obligations financières liées à la gestion de leur fin de vie. Néanmoins, ce type d'obligations se rapproche et devient d'autant plus stratégique. En effet, il est important de souligner que ces produits peuvent rester dans l'environnement pendant des décennies ce qui pourrait conduire à une fragmentation en microplastiques à très long terme et ainsi contribuer à leur dissémination supplémentaire dans l'environnement. Si des obligations ne sont pas encore à l'ordre du jour, il apparaît très probable que celles-ci se fassent un jour si la tendance actuelle se poursuit.

Faire rentrer les géosynthétiques dans la filière du recyclage requiert certes des opérations de collecte en fin de vie mais aussi des initiatives en vue d'intégrer des polymères issus de recyclage. Le cadre réglementaire et normatif restreint aujourd'hui fortement l'utilisation des polymères recyclés dans les géosynthétiques. Malgré ces restrictions, il est d'ores et déjà possible d'intégrer des polymères recyclés dans les géosynthétiques grâce au recyclage mécanique et au recyclage chimique. La fabrication de géosynthétiques à base de polymères recyclés mécaniquement nécessitera des adaptations et études permettant de valider les performances des produits. Le recyclage chimique quant à lui permet d'obtenir des résines identiques aux matières vierges et donc de s'affranchir des contraintes en matière de recyclés. Compte tenu de la demande très importante de l'emballage et de l'offre actuellement encore peu développée car ces technologies ne sont pas encore tout à fait matures, ces

sources de recyclés restent particulièrement onéreuses et donc à réserver plutôt aux applications à très haute valeur ajoutée.

Néanmoins, ces normes seront certainement amenées à évoluer dans les prochaines années pour tenir compte des progrès faits par le recyclage mécanique. Il sera alors intéressant de se positionner sur les matières plastiques recyclées mécaniquement dont le prix et l'impact environnemental resteront certainement inférieurs au recyclage chimique. Pour mener avec succès ces projets utilisant des recyclés mécaniques, il y a plusieurs facteurs clé de succès comme l'expliquait Olivier Gabut responsable des matières issues de l'économie circulaire au sein du groupe LEGRAND dans sa vidéo.

## **6. Références bibliographiques**

Geyer R., Jambeck J.R., Lavender Law K. (2017). Production, use, and fate of all plastics ever made. *Science Advances* 3 (7) DOI: 10.1126/sciadv.1700782