

## Recyclage des plastiques



### RECYCLAGE DES PLASTIQUES : QUELLES VOIES D'AVENIR ?

#### LA SYNTHÈSE

**Pierre-Franck Chevet, Président d'IFPEN** : ouverture

**François Kalaydjian, Directeur Économie et Veille (IFPEN)** : animation de la table ronde

Jean-Yves Daclin, Directeur Général France, *Plastics Europe*

*Pouvez-vous nous présenter Plastics Europe et nous parler de la réglementation européenne sur le recyclage des plastiques ainsi que de son influence sur le développement de la filière ?*

Association des matières plastiques en Europe, **Plastics Europe représente plus de 90 % de la production totale des polymères**. Ses membres fabriquent et vendent des granulés plastiques aux transformateurs, fabricants de produits plastiques.

Devenus incontournables sur la scène internationale depuis près de 50 ans, les plastiques ont remplacé un grand nombre de matériaux en raison de **leurs propriétés**. Citons par exemple les pièces métalliques présentes dans les pare-chocs. Plus légers, plus résistants, facilement transportables et compétitifs, les pare-chocs à base de plastique réduisent en outre **les émissions de CO<sub>2</sub>**. Les plastiques sont également privilégiés pour l'isolation thermique dans le secteur du bâtiment, ou encore pour les emballages. Des bouteilles en plastique plutôt qu'en verre allègent la charge des véhicules de transport et permettent de faire des économies de carburant.

Parce qu'ils se sont imposés en grande quantité, les plastiques posent **un problème de gestion de fin de vie**. Leurs conséquences environnementales nécessitent que l'ensemble des acteurs, les autorités gouvernementales, les grandes marques et les industriels, se mobilisent et s'adaptent.

Les autorités mettent en place **un cadre réglementaire de plus en plus restrictif**. Au niveau européen, les directives portent sur les déchets, les plastiques à usage unique, les emballages et les boissons.

La France a également légiféré sur la question avec la loi EGalim, AGEC et « Climat et résilience ». Elle déploie **une stratégie dite des « 3R »** : Réduire, Réemployer, Recycler.

- **La réduction** implique de remplacer, supprimer, ou réduire l'utilisation des plastiques quand ils ne sont pas indispensables au moyen de **l'écoconception** par exemple. La France vise la fin des plastiques à usage unique d'ici 2040.
- **Le réemploi**, mis en avant dans la loi « Climat et résilience », qui impose aux grandes surfaces de consacrer **au moins 20 %** de leur surface de vente à des produits présentés sans emballages primaires (*i.e.* en vrac) d'ici 2030. La loi AGEC vise pour sa part à augmenter la part des

emballages réemployés (5% en 2023 et 10 % en 2027). Les shampoings commercialisés avec des recharges dites souples ou encore les pièces plastiques alternatives que proposent les garagistes pour réparer les voitures sont des exemples de réemploi.

- **Le recyclage** est né en 1992 avec le décret Lalonde instaurant le principe du pollueur-payeur sur les déchets ménagers et la création des filières de responsabilité élargie des producteurs (REP). D'ici 2025, la loi AGEC prévoit d'ajouter **10 nouvelles filières REP** aux 12 qui existent aujourd'hui afin de couvrir l'ensemble des applications des plastiques et autres matériaux. La loi fixe également un objectif ambitieux de **taux de recyclage de 100 %** d'ici 2025 (contre 25 % actuellement).

Les grandes marques ont **un rôle à jouer** puisqu'elles définissent les plastiques qu'elles utilisent. La plupart se sont fixées des objectifs du type :

- **100 %** de leur emballages recyclables ou réemployables d'ici 2025.
- **25 à 50 %** de contenu en recyclé d'ici 2025.

Les industriels (producteurs et transformateurs) sont eux aussi **très engagés dans l'écoconception**, favorable à l'économie des ressources, ainsi que dans les techniques de fabrication permettant le réemploi. Ce dernier nécessite néanmoins de changer les habitudes de consommation et de repenser l'ensemble de la chaîne logistique de distribution.

Les industriels investissent également dans le recyclage. Plastics Europe, avec Elipso, a fondé Valorplast en 1992, association à but non lucratif visant à développer le recyclage. Cette dernière assure, en collaboration avec Citéo, **la gestion de la moitié des déchets en France** au moyen du recyclage mécanique.

En 2021, Plastics Europe a par ailleurs appelé à une obligation d'incorporer **30 % de recyclé dans les emballages plastique d'ici 2030**. En complément du recyclage mécanique, ses membres prévoient d'investir **plus de 7 milliards d'euros** dans le recyclage chimique d'ici 2030. Plastics Europe est également partenaire de Gestes Propres, association qui sensibilise le grand public contre l'abandon sauvage des déchets. Avec l'association *Alliance To End Plastic Waste*, dotée d'1,5 milliards de dollars sur cinq ans, les membres de Plastics Europe agissent à l'échelle mondiale pour développer des solutions concrètes de gestion de collecte des déchets dans les municipalités qui en sont dépourvues. Enfin, Plastics Europe est membre de la *Circular Plastic Alliance* qui vise **10 millions de tonnes de plastique recyclé** pour les nouveaux produits d'ici 2030.

Daniel Rondelez, Directeur Scientifique, Borealis

*Comment un pétrochimiste est-il devenu un acteur du recyclage ? Quelles sont les solutions technologiques que vous envisagez pour accéder à de nouveaux marchés ?*

Borealis est l'un des premiers acteurs de la famille des producteurs de polyoléfines à s'être intéressé à la problématique de **la durabilité**. Les investissements dans des unités de recyclage, commencés depuis déjà plus de cinq ans, se poursuivent dans **le recyclage des polyoléfines** et **la production de polyoléfines biosourcées**.

Concernant la production de polyoléfines, Borealis a démarré la commercialisation de polyéthylène et de polypropylène fabriqués à **partir d'oléfines dérivées de la biomasse** : une unité de déshydrogénation alimentée par du propane biosourcé en Belgique ainsi que du naphta biosourcé issu d'une bioraffinerie finlandaise permettent d'obtenir des **produits polypropylènes 100 % biosourcés**.

Borealis explore par ailleurs plusieurs voies de recyclage :

Trois de ses usines utilisent le **recyclage mécanique**, la plus récente ayant recours à des techniques de pointe :

- **Le tri**, qui sélectionne les fractions de déchets les plus intéressantes.
- **Le lavage**, qui élimine les contaminants de surface de ces déchets.
- **La décontamination**, qui élimine les contaminants présents dans la matrice polymérique.
- **L'extrusion**, qui reconditionne le recyclât sous forme de produits utilisables.

**Le recyclage chimique** est utilisé en Belgique dans une unité pilote en partenariat avec la société Renasci ; en Suède, une usine ouvrira en 2024 et produira 50 000 tonnes par an ; en Autriche enfin, OMV, la maison mère de Borealis, a lancé une unité de démonstration utilisant sa propre technologie.

La philosophie de Borealis mise sur **la complémentarité de ces solutions**, à utiliser selon le principe de la cascade :

- Le recyclage mécanique, moins énergivore et moins coûteux est à privilégier lorsque **la nature des déchets et les applications visées le permettent** et offre un potentiel de développement significatif. L'entreprise explore ainsi une voie de recyclage mécanique améliorée permettant non seulement de décontaminer la surface des déchets mais également d'optimiser la pureté des polymères *via* l'extraction par solvants.
- Le recyclage chimique efface l'historique du déchet pour le faire revenir aux briques élémentaires de la matière plastique et permet ainsi **une utilisation très large des produits recyclés**. Borealis ambitionne de produire en boucle fermée, depuis les déchets post-consommation jusqu'à la production de nouveaux monomères ou la reproduction de polymères vierges pouvant servir de matière première.

*In fine*, Borealis s'efforce de maintenir le carbone des déchets **dans les boucles de recyclage les plus courtes possibles** pour limiter la consommation d'énergie tout en produisant la qualité de recyclât **la plus adaptée aux usages finaux**.

En amont des filières de recyclage, Borealis investit en outre dans **de nouvelles résines polyoléfin**es dotées de propriétés améliorées dans le but de développer des solutions d'emballage moins coûteuses, plus légères et plus faciles à recycler.

Enfin, Borealis s'intéresse à des modèles d'affaire innovants, notamment à celui **du polymère en location** : le producteur reste propriétaire de la charge polyoléfine produite **sur l'ensemble de son cycle de vie**. Il a la responsabilité de collecter les déchets, de les recycler et de réintroduire les matières plastiques obtenues dans leurs applications d'origine.

Stéphane Fedou, Directeur Economie circulaire des plastiques, Axens et Jean-Christophe Viguié, Responsable de programme Recyclage des plastiques, IFPEN

*Quels sont les enjeux pour la recherche et les voies d'avenir industrielles du recyclage des plastiques ?*

Jean-Christophe Viguié

La signature du contrat d'objectif et de performance avec l'Etat (COP 2021 – 2023) a renforcé l'engagement d'IFPEN pour la transition écologique avec **la création d'une nouvelle priorité stratégique dédiée au climat, l'économie circulaire et l'environnement**. En son sein, le programme « Recyclage des plastiques » mène des projets de recherche sur des technologies innovantes qu'Axens industrialise et commercialise.

Selon les propriétés d'usage recherchées, les formulations plastiques contiennent des adjuvants, pigments et colorants ou des mélanges avec d'autres polymères ou matériaux ce qui limite notamment les possibilités du recyclage mécanique. Fort de ce constat, de **ses partenariats de longue date** avec les acteurs de la pétrochimie et de **son savoir-faire historique**, IFPEN a décidé de s'investir dans le secteur du recyclage avancé (dit aussi chimique) des plastiques qui doit venir compléter le recyclage mécanique.

Les solutions de recyclage chimique (notamment pour les polyoléfinés 50 % du marché des plastiques) proposées couvrent **l'ensemble des boucles de recyclage**, des plus courtes comme **la dissolution** (par solvants) aux plus longues comme **la conversion** en passant par **la dépolymérisation** (par glycolyse du PET). Elles visent également le traitement des mélanges de plastiques, particulièrement difficiles à recycler.

Pour répondre à une demande marché rapide liée à la réglementation et à la demande croissante des consommateurs, IFPEN a **noué des partenariats stratégiques avec des industriels**. IFPEN s'est par exemple associé à Axens et à la société japonaise Jeplan afin d'accéder rapidement aux phases de démonstration d'une solution concrète **de recyclage du PET** (20 à 25 % du marché) : après avoir qualifié le procédé en laboratoire, il sera démontré au sein de l'unité de démonstration de Jeplan par des essais en 2023. A terme, cette technologie permettra de refaire des bouteilles pour usage alimentaire **à partir de n'importe quel déchet de PET**.

Ces travaux aboutissent à **la création d'emplois** et au-delà à la création d'une filière dans son intégralité, de la collecte au recyclage en passant par le tri. La mise en place d'une unité recyclant 30 à 40 tonnes de matière plastique par an correspond à **100 à 150 emplois directs et indirects**.

IFPEN se préoccupe également de l'évaluation de l'impact environnemental des plastiques au travers de **l'analyse de cycle de vie (ACV)**. Cette méthode, déployée dès l'amont et actualisée à chaque étape du développement, permet de quantifier les bénéfices de la solution de recyclage par rapport à un traitement conventionnel du déchet.

Enfin, IFPEN développe avec Axens **plusieurs technologies de produits biosourcés** qui, couplées aux solutions de recyclage, peuvent considérablement réduire le recours au carbone fossile.

#### Stéphane Fédou

Filiale d'IFPEN, Axens industrialise et commercialise sous forme de licences les procédés développés avec IFPEN et d'autres partenaires, et fournit une assistance technique à ses clients pour le démarrage et l'opération de leur unité industrielle. L'entreprise compte **2 500 salariés à travers le monde** et réalise un chiffre d'affaires annuel de l'ordre de **1 milliard d'euros**.

Axens vise **une économie circulaire et décarbonée** des plastiques, c'est-à-dire une production des plastiques à partir de déchets recyclés et de matière biosourcée, et de moins en moins à partir de ressources fossiles. Le recyclage désigne par ailleurs pour Axens la capacité à recycler un plastique en fin de vie **en boucle fermée**, autrement dit vers son application d'origine.

Dans ce cadre, Axens se positionne sur **le recyclage avancé ou chimique**, qui vient en complément, et non en concurrence, du recyclage mécanique. Le recyclage mécanique est une bonne solution lorsqu'elle est applicable, notamment parce que peu gourmand en énergie, mais il peut difficilement recycler plus de **30 % d'une famille de plastique** donnée en boucle fermée, le recyclage avancé peut tendre à recycler **les 70 % restants**.

Axens est déjà actif commercialement sur deux boucles de recyclage avancé :

Dans le domaine du **recyclage par pyrolyse**, Axens propose deux procédés permettant de traiter un mélange de plastiques tels que **le polyéthylène, le polypropylène ou encore le polystyrène** (plus 50 % des plastiques dans le monde) qui actuellement terminent en décharge ou en incinération :

- **Le procédé TAC** (*thermal anaerobic conversion*), développé par *Plastic Energy*, permet de produire une huile de pyrolyse qui peut être utilisée à la place du naphtha pétrolier comme charge au niveau des vapocraqueurs pétrochimiques.
- **Rewind® Mix**, développé par IFPEN, Axens et Repsol, purifie ces huiles de pyrolyse pour obtenir la qualité requise à l'entrée du vapocraqueur.

Le procédé TAC et Rewind® Mix ont valu à Axens d'être sélectionné pour un projet en Australie par le pétrochimiste Qenos. En Europe, les 1ères unités industrielles sont en cours de construction, et cette voie pourrait conduire à terme au traitement de plusieurs dizaines de millions de tonnes de déchets plastiques par an dans le monde, soit à l'horizon 2035, **10 à 15 % de la production mondiale des plastiques**.

Concernant **le recyclage du PET** (un quart de la production mondiale des plastiques), Axens développe avec IFPEN **le procédé Rewind® PET** qui sera commercialisé à partir de 2023, notamment aux Etats-Unis et en Asie. Axens travaille aussi à une 1ère unité industrielle, située dans la région Auvergne-Rhône Alpes, qui devrait également produire **30 000 tonnes de PET recyclés à partir de 2026**.

Pour ce projet et tous les projets de recyclage avancé, les solutions techniques existent, les consommateurs, les marques sont demandeurs, mais ce qui freine encore le développement des projets industriels, c'est l'accès à la charge de ces unités. Il y a donc un besoin d'améliorer encore les filières de la collecte et du tri, afin que les porteurs de projets industriels puissent avoir un accès sécurisé à cette charge et une visibilité long terme. C'est particulièrement vrai hors d'Europe, mais aussi encore en Europe et en France, où nous avons des champions nationaux et de l'expertise dans ce domaine. C'est la condition pour atteindre l'objectif du 100% recyclé.

[Arnaud Parenty, Consultant spécialisé en économie circulaire des plastiques, Lavoisier Circular Transition \(L-CT\)](#)

*Quels sont les grands enjeux de la filière plastique ? Pouvez-vous nous en dire plus sur les appels à projet du secteur et leurs effets de levier sur les technologies évoquées ?*

Dans le cadre du plan France 2030, les pouvoirs publics ont fait du recyclage une priorité puisqu'ils prévoient d'investir **300 millions d'euros** dans le développement de filières industrielles et plus particulièrement dans la préparation du gisement et les usines de recyclage.

Les projets et les annonces se multiplient, en particulier dans **le domaine du recyclage chimique** : *Loop* industries en Normandie, *Eastman Chemical* sur un site encore à définir (pour une production de 160 milles tonnes) et *Carbios* dans la région du Grand-Est (50 000 tonnes). TotalEnergies prévoit également de s'installer à Grand Puit, Exxon et Plastic Energy en Normandie. *Dow Chemical* et *Orrion Chemicals* recyclent déjà pour leur part des matelas avec le soutien d'Eco-Mobilier.

A noter, le deuxième volet de ce plan prévu pour le 2<sup>e</sup> semestre devrait **favoriser le recyclage mécanique** et l'incorporation de plastique recyclé mécaniquement dans les produits. L'appel à projet ORPLAST et ses deux volets régénération et incorporation courent par ailleurs jusqu'en septembre 2022.

Des incertitudes restent à lever pour sécuriser le déploiement du recyclage. A commencer par la prise en compte des **impacts environnementaux** de ces différentes technologies. A cette fin, la

réglementation évolue notamment au travers de la révision de la directive-cadre Déchets. Les organisations non gouvernementales militent également pour favoriser des niveaux de traitement de déchet intermédiaires (*plastic-to-plastic*, *plastic-to-monomer*, *plastic-to-naphta*) et comptabiliser ce qui relève de la valorisation matière d'une part et de la valorisation énergétique d'autre part.

Autre enjeu, les technologies de recyclage chimique sont **limitées dans leurs applications** :

- La solvolyse s'applique en priorité à des résines comme le PET ou le polyuréthane,
- la pyrolyse à des résines de type polyéthylène, polypropylène, polystyrène et PMMA,
- la dissolution aux résines de PVC, ces dernières ne pouvant pas être traitées au moyen de la dissolution sélective et de la pyrolyse,

Les mélanges sont par ailleurs difficilement recyclables, d'où **l'importance d'améliorer la collecte**, que structurent et organisent fort heureusement en France des éco-organismes et des filières REP, ainsi que le dialogue entre les filières.

Enfin, le développement de nouvelles technologies nécessite **d'investir dans la recherche**, ce que l'Etat encourage avec l'appel à projets « Recyclabilité, recyclage et réincorporation de matériaux recyclés ». Son volet plastique inclut le recyclage mécanique et chimique et la recyclo-conception. Des appels à projets connexes concernent également le recyclage des matières polymériques telles que les textiles et les composites.

