INSTITUT VEOLIA

LA REVUE DE L'INSTITUT VEOLIA

FACTS REPORTS

2019

L'INDISPENSABLE RÉINVENTION DES PLASTIQUES

En partenariat avec

UNIVERSITY OF THE PACIFIC

REGARDS CROISÉS POUR ÉCLAIRER LE FUTUR

L'INSTITUT VEOLIA

Plateforme d'échanges et de débats, l'Institut Veolia mène un travail prospectif sur les enjeux au carrefour de l'environnement et de la société, depuis sa création en 2001. Sa mission est de proposer des regards croisés pour éclairer le futur.

En lien avec le monde académique international, l'Institut Veolia apporte des éclairages multidisciplinaires sur le monde en mutation. Il analyse les enjeux environnementaux et sociétaux des prochaines décennies, notamment ceux liés à l'évolution des modes de vie urbains et aux modes de production et consommation durables (villes, services urbains, environnement, énergie, santé, agriculture, etc.).

Au fil des ans, l'Institut Veolia a tissé un réseau international de haut niveau, formé d'experts intellectuels et scientifiques, d'universités et d'organismes de recherche, d'autorités publiques, d'ONG, d'organisations internationales, etc. L'Institut intervient via ses publications et ses conférences de haut niveau ainsi que ses groupes de réflexion prospectifs.

Reconnu comme une plateforme légitime sur les enjeux globaux, l'Institut Veolia a été admis comme « Observateur ONG » par la Convention cadre des Nations Unies sur les changements climatiques (CCNUCC).

LE COMITÉ DE PROSPECTIVE

Grâce à la réputation internationale de ses membres et à leur expertise, le Comité de prospective guide les travaux et le développement de l'Institut.

Le Comité de prospective est actuellement composé d'**Harvey Fineberg**, Président de la Gordon and Betty Moore Foundation et ancien Président de l'Académie nationale de médecine des États-Unis ; **Pierre-Marc Johnson**, Avocat international et ancien Premier Ministre du Québec ; **Philippe Kourilsky**, Directeur général honoraire de l'Institut Pasteur ; **Mamphela Ramphele**, ancienne Directrice générale de la Banque Mondiale ; **Amartya Sen**, Prix Nobel d'économie et Professeur à l'université Harvard et **Nicholas Stern**, Professeur d'économie à la London School of Economics, Fellow à l'Académie britannique et la Royal Society.

Revue coordonnée par Fanny Arnaud

LA REVUE

La revue de l'Institut Veolia - FACTS Reports est une publication internationale de haut niveau facilitant les regards croisés sur des sujets au carrefour de la société et de l'environnement.

Cette revue, créée en 2007, a été lancée pour promouvoir et faciliter la diffusion de bonnes pratiques mises en œuvre sur le terrain, afin de contribuer à résoudre des problèmes liés au développement, à l'économie, la santé, l'environnement, l'agriculture et l'éducation, dans les pays développés et en développement.

La revue interdisciplinaire réunit et diffuse les expériences et expertises de différents acteurs (chercheurs, experts académiques, pouvoirs publics, entreprises, ONG, organisations internationales, etc.) afin de profiter d'une pluralité de regards sur un sujet donné, en combinant les retours d'expérience de bonnes pratiques issues d'acteurs de terrain et des analyses d'experts. Les articles sont soumis à un comité de lecture avant publication.

SOMMAIRE

P.02

AVANT-PROPOS
Harvey V. Fineberg

P.03

INTRODUCTION
David Ojcius
Nicolas Renard

1. Plastiques : de l'apogée à la controverse

P. 06
L'histoire des plastiques : du Capitole à la Roche Tarpéienne
Philippe Chalmin

P. 12
Le recyclage du plastique dans le monde : tour d'horizon et évolutions souhaitables
Woldemar d'Ambrières

P. 22
Pourquoi la « nouvelle économie du plastique » doit être une économie circulaire
Daniel Calleja

P. 28
Le secteur informel : maillon clé du recyclage dans les pays en développement
Siddharth Hande

P. 36
Le plastique selon une perspective planétaire
Erin Simon

2. Intérêts et limites des plastiques

P. 44
Accélérer la transition vers l'économie circulaire du plastique
Nicolas Grégoire, Igor Chauvelot

P. 48
Le polypropylène en boucle courte, une opportunité pour le secteur automobile
Toni Gallone, Agathe Zeni-Guido

P. 54
Effets sur la santé marine des microplastiques présents dans nos océans
Subhankar Chatterjee, Shivika Sharma

P. 62
Les microplastiques dans l'océan : les solutions sont à terre !
André Abreu, Maria Luiza Pedrotti

P. 68
Les difficultés inhérentes à la mesure de la pollution plastique
Guillaume Billard, Julien Boucher

3. Réinventer l'avenir des plastiques

P. 78
Vers une nouvelle économie des plastiques
Sander Defruyt

P. 82
Faire des Pays-Bas une référence en matière de plastique circulaire
Hildagarde McCarville

P. 86
Project STOP : des partenariats avec les villes pour lutter contre la pollution plastique des océans en Indonésie
Martin R. Stuchtey, Ben Dixon, Joi Danielson, Jason Hale, Dorothea Wiplinger, Phan Bai

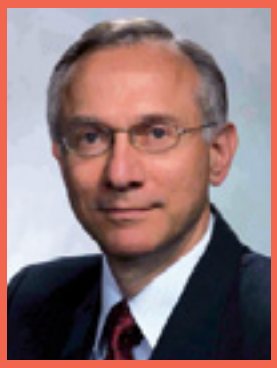
P. 92
Yoyo : 100 % de plastique recyclé... impossible ? On a déjà commencé !
L'équipe de Yoyo

P. 96
Plastic Bank : la révolution Social Plastic®
David Katz

P. 100
Les implications de l'économie circulaire et de la transition numérique sur les compétences et les emplois verts dans le secteur du plastique
Carola Guyot Phung

AVANT-PROPOS

Harvey V. Fineberg - Président de la Fondation Gordon and Betty Moore, ancien Président de l'Académie de médecine des États-Unis et Membre du Comité de prospective de l'Institut Veolia



M. McGuire : Je vais te dire un mot, un seul mot.
Benjamin : Oui, Monsieur
M. McGuire : Tu m'écoutes ?
Benjamin : Oui, je vous écoute.
M. McGuire : Plastique.
Benjamin : Qu'est-ce que vous voulez dire, exactement ?
M. McGuire : Le plastique, c'est l'avenir ! Tu y penseras ? Promis ?
[Dialogue du film, *Le lauréat*. 1967.]

Le plastique… Polyvalent, souple, résistant, léger, durable, imperméable à l'eau et bon marché, il est omniprésent dans notre vie. En 1967, à la sortie du film *Le lauréat*, la production mondiale du plastique avoisinait les 30 millions de tonnes. En 2016, nous en avons produit 335 millions de tonnes, c'est-à-dire dix fois plus. Si la tendance actuelle se poursuit, nous serons à plus de 1 100 millions de tonnes en 2050[1,2]. M. McGuire avait raison : le plastique, c'était vraiment l'avenir.

Plus léger que le métal, plus durable que le bois, rigide ou souple, le plastique nous simplifie la vie. Capable de prendre toutes les formes, il a révolutionné la fabrication des produits et des emballages. Des secteurs aussi divers que l'automobile, l'outillage, l'agroalimentaire se sont tournés vers le plastique pour réduire leurs dépenses, améliorer l'aspect des produits, préserver leur fraîcheur et limiter les déperditions. Le plastique est également omniprésent dans les hôpitaux modernes, de la civière au bloc opératoire. Les accessoires à usage unique, tels que les gants chirurgicaux ou les poches et les lignes intraveineuses, limitent les risques d'infection et éliminent les procédures de stérilisation.

Rien ne symbolise mieux le règne de la société jetable que l'essor des emballages plastiques. Aujourd'hui, les emballages constituent plus d'un quart de la production de plastique. Si la tendance se poursuit, les emballages constitueront à eux seuls plus de 300 millions de tonnes de plastique d'ici à 2050. À l'heure actuelle, seuls 14 % des emballages plastiques sont collectés en vue d'être recyclés (contre 58 % du papier et 70 à 90 % du fer et de l'acier). Si l'on prend en compte les pertes liées au tri et au traitement, seulement 1/3 de ce volume est effectivement converti en nouveaux produits. Ainsi, 95 % des matériaux qui constituent les emballages plastiques, d'une valeur de 80 à 120 milliards de dollars, sont perdus pour l'économie peu après leur première utilisation.

Le point le plus préoccupant reste l'impact sur l'environnement de tout le plastique qui se retrouve, intentionnellement ou accidentellement, jeté dans la nature, et qui contribue à la pollution et à la dégradation des écosystèmes naturels. Sur la terre ferme, dans les cours d'eau et en mer, les déchets dégradent les paysages et détruisent les écosystèmes. Le plastique jeté dans l'océan affecte de façon négative des activités telles que le tourisme, la pêche et la navigation. Chaque année, environ 8 millions de tonnes supplémentaires de plastique se retrouvent dans l'océan[1].

Une fois dans l'océan, le plastique peut y rester pendant des siècles. Selon le polymère concerné, sa densité et sa composition, de nombreux plastiques qui se retrouvent en mer finiront par se dégrader sous la forme de microparticules ou de fibres, dont la longévité peut être encore supérieure. Aujourd'hui, environ 150 millions de tonnes de plastique polluent les océans du monde et ce chiffre ne cesse d'augmenter. À ce rythme, en 2050, il y aura autant de plastique, en poids, que de poissons dans les océans[1].

Les microplastiques présents dans l'océan entrent dans la chaîne alimentaire et remontent jusqu'aux humains, avec des effets encore incertains sur la santé[3]. Selon une étude récente, 90 % des échantillons de sel de mer sont contaminés par des microplastiques, des quantités corrélées avec la densité du plastique dans les eaux de différentes parties du monde[4].

Les gouvernements, l'industrie et les consommateurs du monde entier doivent prendre de toute urgence des mesures pour réduire la pollution des océans par le plastique. La seule solution envisageable pour préserver l'environnement serait de faire en sorte que le plastique quitte le cycle de la société du jetable pour aller vers l'économie circulaire. Il faudrait, pour cela, commencer par réduire les déchets plastiques et adopter des modes de production plus efficaces. Il conviendrait aussi de concevoir des produits plus faciles à composter et à recycler (par exemple en évitant de mélanger plusieurs types de plastiques pour produire les bouteilles et les bouchons) et de faire progresser les technologies utilisées dans les centres de traitement et de recyclage, mais aussi de réfléchir aux débouchés des matières issues du recyclage. Les efforts pour préserver la vie marine dans les océans nécessitent une meilleure connaissance de l'étendue du problème, la mobilisation de la recherche scientifique, l'ingéniosité technologique, les initiatives économiques et la détermination politique. La pollution des océans par le plastique est un cas d'école de la « tragédie des communs », où les individus, agissant dans leur intérêt personnel, dégradent collectivement la valeur d'une ressource commune[5].

Ce numéro de La Revue de l'Institut - FACTS Reports donne des éclairages importants sur l'histoire, les usages et l'avenir du plastique. Si le plastique peut jouer un rôle clé dans l'économie circulaire, alors nous pourrons donner un nouveau sens à la phrase prononcée par M. McGuire il y a plus de cinquante ans : le plastique c'est bien l'avenir.

1 The new plastics economy: rethinking the future of plastics. Forum Économique Mondial, 2016. (http://www3.weforum.org/docs/WEF_The_New_Plastics_Economy.pdf)
2 Plastics—the facts 2017. Plastics Europe. (https://www.plasticseurope.org/application/files/5715/1717/4180/Plastics_the_facts_2017_FINAL_for_website_one_page.pdf)
3 Smith M, Love DC, Rochman CM et Neff RA. Microplastics in seafood and the implications for human health. *Current Environment Health Reports*. 2018 ; 5(3) : 375-386.
4 Kim JS, Lee HJ, Kim SK et Kim HJ. Global pattern of microplastics (MPs) in commercial food grade salts: sea salt as an indicator of seawater mp pollution. *Environ Sci Technol*. DOI : 10.1021/acs.est.8b04180, 4 octobre 2018 (https://pubs.acs.org/doi/pdfplus/10.1021/acs.est.8b04180)
5 Hardin G. The Tragedy of the Commons (La tragédie des communs). Science. 1968 ; 162(3859) : 1243-8.

INTRODUCTION

David Ojcius - Professeur, Université du Pacifique
Nicolas Renard - Directeur de la Prospective, Institut Veolia

Adulé hier, le plastique est aujourd'hui conspué. Son succès a précipité sa condamnation. Comme beaucoup de matériaux, son utilisation n'a pas gêné, tant qu'elle demeurait marginale. Mais dès lors qu'elle gagne la planète entière, les plastiques deviennent un problème. Après le ciment et l'acier, c'est désormais le troisième matériau le plus fabriqué par l'homme. Sa production continuera de croître durant les décennies à venir, tirée à la fois par les pays émergents et développés.

C'est une mauvaise nouvelle pour l'environnement, si la fin de vie des plastiques n'est pas mieux gérée. En effet, ils engendrent de fortes quantités de déchets, qui se dégradent lentement dans la nature. Symbole de modernité, ce matériau s'est transformé en bombe à retardement sanitaire et environnementale. À vrai dire, la vie des plastiques est paradoxale. Conçus pour durer, ils ont une utilisation éphémère : près de la moitié d'entre eux est transformée en emballages, et est jetée aussitôt que le produit protégé est acheté.

Aujourd'hui, le plastique est partout : dans les jouets, les appareils électroménagers, le matériel de sport, les fournitures scolaires, les équipements médicaux... mais aussi dans toutes les poubelles, tous les milieux naturels, toutes les mers. Comment donc désintoxiquer l'économie et l'environnement de ces plastiques ? S'en passer complètement est illusoire, mais on peut restreindre leur emploi aux applications indispensables, pour lesquelles il n'existe pas de substitut. Ainsi, dans de nombreux pays, les réglementations à l'encontre des plastiques à usage unique se multiplient.

La vie des plastiques est paradoxale. Conçus pour durer, ils ont une utilisation éphémère.

Mais la vraie solution réside dans l'économie circulaire, cette économie qui convertit les déchets en ressource. Car si ce matériau est partout, on le recycle peu. À l'échelle mondiale, son taux de recyclage plafonne à 9 %, contre 80 % pour les métaux ferreux, 60 % pour le papier, 50 % pour le verre. Pourtant, les enjeux du recyclage sont immenses : éviter un gâchis de matières premières, la surexploitation de la nature et la pollution de l'environnement, mais aussi, limiter le réchauffement climatique. En effet, recycler le plastique réduit drastiquement les émissions de gaz à effet de serre : pour chaque tonne de plastiques retraités, nous économisons cinq barils de pétrole.

Pourquoi, alors, ce sous-recyclage généralisé du plastique, pourquoi cette « *fuite* » de déchets dans la nature ? À cause du manque d'infrastructures de collecte et de retraitement des plastiques, en particulier dans les pays en développement ; des limites des technologies actuelles ; de la réticence des consommateurs envers les plastiques recyclés, notamment dans le domaine agroalimentaire ; des faibles prix du pétrole, qui rendent la matière vierge moins coûteuse que son équivalent recyclé ; de la difficulté de satisfaire la triple exigence des industriels susceptibles de l'acheter, en termes de qualité, de disponibilité et de prix. De fait, le recyclage ne progressera pas si l'on ne massifie pas les flux de plastiques collectés et retraités, de façon à amortir les coûteuses installations de recyclage, ni si l'on n'encourage pas les producteurs, par des normes ou des incitations économiques, à employer des résines régénérées.

Qui dit recyclage, dit éco-conception. Le recyclage n'est possible que si les produits sont conçus pour l'être ! La grande créativité de l'industrie ne facilite pas la tâche : le plastique présente une diversité de résines, d'additifs, de mélanges et d'usages qui font de son recyclage un casse-tête. C'est pourquoi, tant qu'il n'y aura pas d'obligation d'éco-conception, de nombreux plastiques ne pourront être recyclés dans des conditions économiques acceptables. La lutte contre cette pollution du XXIe siècle appelle à changer de paradigme : jusqu'à présent, les plastiques étaient fabriqués pour durer ; désormais, on demande des polymères rapidement biodégradables ou recyclables. C'est en pensant le cycle du plastique dans son ensemble que l'on prolongera la vie du plastique en tant que ressource, et que l'on réduira celle du plastique en tant que déchet.

C'est aussi comme cela, en agissant en amont, sur terre, que l'on arrêtera « *l'overdose de plastiques* » dont souffrent toutes les mers du globe. Un travail de Titan, mais qui n'est pas impossible à long terme, puisque 90 % des déchets plastiques qui entrent dans les océans proviennent de dix fleuves seulement.

Reste un dernier point à signaler dans l'histoire mouvementée de ce matériau, qui a constitué une des révolutions majeures du XXe siècle. Si les gens ne jetaient pas leurs plastiques dans la nature, ils n'aboutiraient pas dans la mer. La pollution aux plastiques résulte aussi de nos comportements individuels. Que ce soit par nos gestes quotidiens ou des initiatives émanant d'associations et d'entreprises, nous pouvons tous, nous devons tous être des acteurs de la déplastification.

1. PLASTIQUES : DE L'APOGÉE À LA CONTROVERSE

Plage polluée à Muncar, Indonésie - ©Project STOP

Un siècle après la création du plastique, ses caractéristiques – léger, résistant et bon marché – lui ont permis de devenir omniprésent dans notre société du tout jetable : de l'agroalimentaire à la santé, en passant par l'automobile et la mode. La production de plastiques a connu une croissance exponentielle, passant de 1,5 million de tonnes produites en 1950 à l'échelle mondiale à 335 millions de tonnes en 2016. Il est aussi devenu une source de richesse : représentant plus de 1,5 million d'emplois en Europe et contribuant à hauteur de 27,5 milliards d'euros aux finances publiques dans les pays européens.

Conçu comme un symbole de modernité, le plastique fait l'objet depuis quelques années d'une rapide et profonde remise en cause à l'échelle mondiale. D'après les estimations scientifiques actuelles, 150 millions de tonnes de déchets plastiques sont actuellement dans les océans, dont 62 % sont des emballages. Cette pollution à l'échelle planétaire menace un bien commun essentiel, au cœur de notre système mondial, en tant que réserve de ressources halieutiques, de puits de carbone et de production d'oxygène. 50 % de notre oxygène est produit par l'océan, il absorbe 1/3 du CO_2 produit sur terre et plus de trois milliards de personnes dépendent de la biodiversité marine et côtière pour vivre.

Comment expliquer un tel retournement ?

Dès les années 1970, des scientifiques évoquaient déjà les effets négatifs de la présence de déchets plastiques de petite taille dans le milieu marin : ingestion par les organismes vivants, étranglements, risques d'occlusions, etc. Malgré ces premières alertes, le sujet est longtemps resté confidentiel jusqu'à la découverte des gyres océaniques – ces tourbillons d'eau où s'accumulent d'importantes quantités de déchets plastiques – qui a conduit à une mobilisation à plus grande échelle.

En parallèle de l'intérêt croissant de la communauté scientifique pour étudier les impacts de la pollution plastique sur l'environnement et la santé humaine, de nombreuses associations, telles que le WWF et la Fondation Ellen MacArthur, se sont saisies de ce sujet pour alerter le grand public et les pouvoirs publics des dangers liés à la pollution plastique.

Contrairement à d'autres problèmes environnementaux à l'échelle mondiale – tels que les émissions de gaz à effet de serre – la pollution plastique est visible. La diffusion sur les réseaux sociaux et les médias traditionnels d'images d'animaux marins étranglés ou ligotés par des déchets plastiques est un catalyseur de la récente mobilisation – fortement émotionnelle – du grand public sur ce sujet.

Cette mobilisation collective a conduit à une récente remise en cause du droit à produire des industries qui sont désormais pointées du doigt pour la mise sur le marché d'emballages et produits en plastique. Les récentes « plastic attack » dans plusieurs supermarchés au Royaume-Uni et en France par exemple sont une illustration de la mobilisation citoyenne afin de sensibiliser les consommateurs contre le suremballage et faire pression sur les industriels. Du secteur pétrolier à l'agroalimentaire, en passant par l'industrie de la mode (60 % des vêtements sont produits à partir de plastique), cette remise en question pousse les industriels à prendre – de façon hâtive – des engagements sur une utilisation plus vertueuse du plastique.

En parallèle, les pouvoirs publics se préoccupent aussi de ce sujet et utilisent le levier réglementaire pour interdire l'usage de certains produits (tels que les produits en plastique à usage unique, comme le propose la Commission européenne) et favoriser le recyclage. Ce dernier fait l'objet d'une grande disparité à l'échelle de la planète entre les pays développés bénéficiant d'infrastructures de bon niveau et les pays en développement, notamment en Asie du Sud Est, où la majorité des déchets finissent dans la nature et les océans par manque d'infrastructure. Comme l'explique Kabadiwalla Connect, le secteur informel joue un rôle fondamental dans la valorisation des déchets dans les villes des pays en développement. Au niveau mondial, moins de 2 % des plastiques usagés sont recyclés en circuit fermé, ce qui montre l'ampleur du chemin à parcourir.

Fanny Arnaud
Coordinatrice de la revue

L'HISTOIRE DES PLASTIQUES : DU CAPITOLE À LA ROCHE TARPÉIENNE

Philippe Chalmin
Professeur, Université Paris-Dauphine

Diplômé d'HEC, Agrégé d'histoire et Docteur ès lettres, Philippe Chalmin est professeur d'histoire économique à l'Université Paris-Dauphine où il dirige le Master affaires internationales. Il est le président fondateur de Cyclope, le principal institut de recherches européen sur les marchés des matières premières, qui publie chaque année le rapport Cyclope sur l'économie et les marchés mondiaux.

Peu d'industries comme celle des plastiques ont connu en l'espace de soixante-dix ans pareil développement, tant en termes de tonnages de production que d'utilisations dans pratiquement tous les instants de la vie quotidienne.

Mais le monde des plastiques est victime aujourd'hui de son étonnant succès. Les déchets s'accumulent, la collecte peine, le recyclage est coûteux... Accusé aujourd'hui de tous les maux, le plastique est plus que jamais au cœur de nos débats de société.

Si la prise de conscience est désormais bien réelle dans les pays développés, elle se heurte dans la plupart des pays émergents et en développement, a des problèmes de gouvernance urbaine liés à l'explosion démographique de nouvelles mégapoles.

Ce plastique est devenu malgré lui un des symboles de la crise de notre société postmoderne et un des défis majeurs – mais loin d'être le seul – du XXIe siècle : à aborder avec pragmatisme, sans œillères ni rêve illusoire d'un monde sans plastique.

MOTS CLÉS

- ÉCONOMIE DU PLASTIQUE
- MARCHÉ DU PLASTIQUE
- PRODUCTION
- INDUSTRIE

INTRODUCTION

« Produit inventé au début du XXe siècle qui connut son apogée une centaine d'années plus tard et dont l'éradication sera un des grands défis du XXIe siècle », en neuf lettres : les cruciverbistes auront reconnu le plastique dans cette définition lapidaire d'une famille de produits qui passera dans l'histoire comme un des symboles de la deuxième partie du XXe siècle. Quant à parler de leur éradication dans les décennies à venir, c'est là aller bien vite en besogne tant les plastiques appartiennent à notre vie quotidienne dans leurs utilisations les plus simples comme les plus compliquées et sophistiquées.

BRÈVE HISTOIRE DU PLASTIQUE

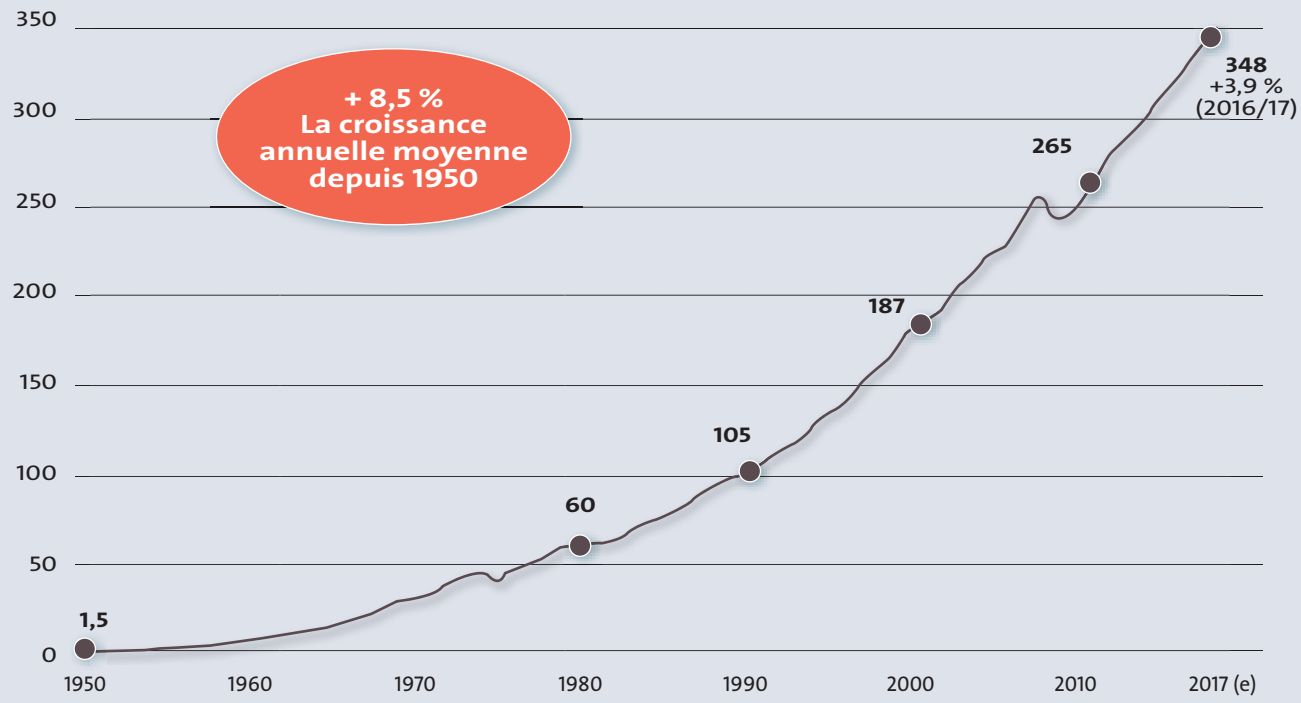
C'est Leo Hendrik Baekeland qui, semble-t-il, utilisa pour la première fois le terme de « matières plastiques » pour désigner des produits à base de macro-molécules (résines, élastomères, fibres artificielles). C'était en 1909. Deux ans plus tôt, il avait inventé le premier plastique synthétique, la bakélite, qui fut longtemps la matière première de nos vieux combinés téléphoniques. En réalité, l'invention des plastiques est bien antérieure et le Français Braconnot avait conçu dès 1833 du nitrate de cellulose qui fut produit industriellement à partir de 1868 aux États-Unis par les frères Hyatt pour fabriquer... des boules de billard : le plastique commençait sa longue carrière de « simili », ici de l'ivoire. Mais il était produit à partir de cellulose, nous n'étions pas encore dans l'univers du synthétique.

C'est de l'entre deux-guerres que datent les principales inventions de l'univers des plastiques : après la cellophane en 1913, ce fut le polychlorure de vinyle en 1927, le polystyrène et le nylon en 1938, le polyéthylène en 1942... Un peu plus tard, le philosophe Roland Barthes trouvait que « malgré ses noms de berger grec, le plastique est essentiellement une substance alchimique ».

« Produit inventé au début du XX^e siècle qui connut son apogée une centaine d'années plus tard et dont l'éradication sera un des grands défis du XXI^e siècle. »

L'alchimie en question fut avant tout un enfant des « Trente Glorieuses ». Entre 1950 et 1970, la production fut multipliée par vingt pour dépasser 25 millions de tonnes. La production était alors concentrée dans les pays occidentaux : 8 millions de tonnes aux États-Unis, 4 au Japon comme en Angleterre, 1,3 au Royaume-Uni, en Italie et en France. L'URSS (qui était encore la deuxième économie mondiale) n'en produisait que 1,45 million de tonnes. C'est durant cette période heureuse pour un monde occidental qui avait tourné le dos à la Dépression et à la guerre que le plastique fit irruption dans les vies quotidiennes. Symbole de l'American way of life, le « Tupperware » fit son apparition en 1946. Au début des années cinquante, le chimiste italien Giulio Castelli réalisa le moulage du premier égouttoir en plastique. Dix ans plus tard, Roland Barthes consacra une de ses « Mythologies » au plastique : « Le plastique en rabat, c'est une substance ménagère... le monde entier peut être plastifié ». Et il le fut rapidement, le plastique connaissant même son heure de gloire dans la haute couture (Courrèges) ou le mobilier branché des années soixante. Aux États-Unis, on se souvient de Benjamin, le héros du Lauréat (The Graduate) qui reçoit pour seul conseil d'un ami de son père le mot « plastics », le matériau du futur.

Production mondiale de plastique (en millions de tonnes)



Aucune industrie dans le monde n'a connu pareille croissance. À titre de comparaison, la production mondiale d'acier est passée, entre 1980 et 2017, de 600 à 1 700 millions de tonnes, celle d'aluminium de 14 à 60 millions de tonnes.

Source : PlasticsEurope Market Research Group

En 1968, ce furent les premières bouteilles en plastique (Vittel en France). En 1980, le monde produisait 60 millions de tonnes de plastiques, 187 en 2000, 265 en 2010 et 348 millions de tonnes en 2017, soit une croissance moyenne de 8,5 % par an depuis 1950 et sa production de 1,5 million de tonnes. Aujourd'hui, la Chine réalise le tiers de la production mondiale, une proportion plus faible que pour les autres industries de base comme l'acier ou l'aluminium. Au total depuis 1950, ce sont 8,3 milliards de tonnes de plastiques qui ont été produites. L'Agence Internationale de l'Énergie, dans une étude de 2018, anticipe une production annuelle de l'ordre de 600 millions de tonnes au milieu du siècle.

LES GRANDES DATES DE L'HISTOIRE DES PLASTIQUES

1907 - La Bakélite
Leo Baekeland est le créateur de la première résine entièrement synthétique : la bakélite qui, une fois chauffée, prend rapidement la forme de son contenant. Ce matériau polyvalent – un plastique thermodurcissable – ne brûle pas, ne bout pas, ne fond pas et n'est pas dissous par les solvants. Consciente de ses qualités d'isolant électrique, l'industrie s'en empare dès 1920 pour la fabrication des téléphones et des premiers appareils électroménagers.

1912 - Le PVC
Le polychlorure de vinyle a été découvert en 1835 par le physicien français Victor Regnault. Grâce au professeur allemand Fritz Klatte, qui met au point des procédés de fabrication, il fait l'objet d'un développement industriel à partir de 1912.

1913 - La Cellophane
En 1900, Edwin Brandenberger a l'idée de créer un emballage transparent pour les aliments. À partir de la viscose, ce chercheur met au point la cellophane, première pellicule flexible parfaitement étanche dont les applications dans la vie quotidienne seront innombrables.

1924 - Le PMMA (Plexiglas)
Les chimistes Barker et Skinner obtiennent un verre organique, le polyméthacrylate de méthyle (PMMA), commercialisé par Rohm en 1934 sous le nom de Plexiglas. Apprécié pour sa transparence et sa solidité, il sert à faire des enseignes lumineuses, des meubles, etc. Ses deux noms de marque les plus célèbres, Plexiglas et Altuglas, sont devenus des noms communs.

1933 - Le Polyéthylène (PE, PE-HD, PE-MD, PE-LD, PE-LLD)
La découverte du polyéthylène basse densité est le résultat des recherches sur les résines effectuées par E.W. Fawcett et R.O. Gibson. Matière plastique la plus consommée au monde, le polyéthylène permet des utilisations extrêmement variées, des applications militaires à la fabrication de flacons de shampooing.

1937 - Le Polyuréthane (PUR)
Quand le Dr. Otto Bayer mit au point le polyuréthane, nul ne pouvait imaginer le succès qu'il allait rencontrer. Depuis lors, sous l'impulsion de plusieurs générations de chimistes, de développeurs, d'ingénieurs et de designers, il est devenu un matériau universel.

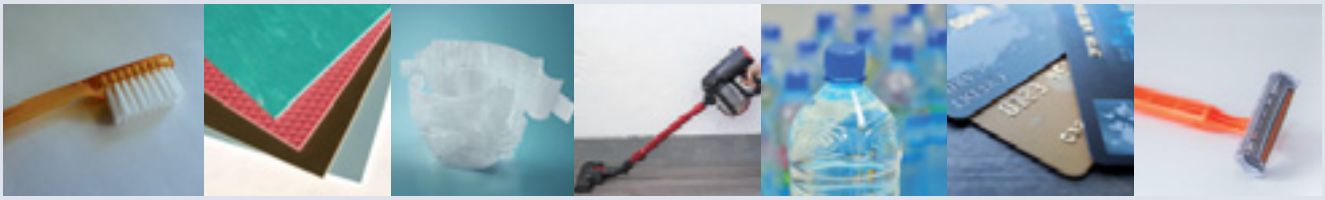
1938- Le Nylon (Polyamide 6.6)
La firme DuPont de Nemours donne le nom de Nylon à la fibre synthétique élaborée dans les années 1930 par l'équipe de recherche dirigée par le chimiste Wallace Carothers. C'est un super polyamide qui forme des fils élastiques très solides, imputrescibles et résistants aux agents atmosphériques. Le nylon fera ses preuves dans la confection des parachutes des GI avant de révolutionner l'industrie textile après guerre.

1944 - Le Polystyrène (PS, PS-E)
Le polystyrène expansé a été mis au point en 1944 par Ray McIntire alors qu'il travaillait pour Dow Chemical sur les caoutchoucs flexibles. Cette découverte fut le fruit du hasard : l'idée de départ était de copolymériser du styrène et de l'isobutène sous pression. Le styrène fut le seul à polymériser et l'isobutène se vaporisa, s'immisçant dans la matrice du polymère. Commercialisé sous le nom de Styrofoam, ce matériau rigide de faible densité a d'abord été utilisé comme isolant thermique pour le bâtiment.

1954 - Le Polypropylène (PP)
Travaillant pour Montedison, Giulio Natta (prix Nobel en 1963 avec Karl Ziegler) découvre un catalyseur de la famille dite de "Ziegler-Natta" permettant de fournir un polypropylène caractérisé par une haute résistance mécanique, une inertie à l'agression chimique et à des températures d'utilisation supérieures à 100° C.

Source: Plastics Europe

Le plastique dans quelques objets cultes du quotidien



BROSSE À DENTS À POILS DE NYLON

En 1937, Wallace H. Carothers, de DuPont de Nemours met au point le polyamide 6.6, plus connu sous le nom de Nylon. Utilisée un an plus tard pour remplacer les poils de sanglier, cette fibre synthétique marque un tournant décisif dans l'histoire de la brosse à dents.

SOLS PVC

C'est en 1949 que l'industriel Gerland utilise pour la première fois le PVC pour réaliser un revêtement de sol.

COUCHE-CULOTTE

Conçue dans les années 1950 par Procter & Gamble, la couche-culotte jetable en matière plastique est mise sur le marché dix ans plus tard.

ASPIRATEUR BALAI

Le premier aspirateur balai, fabriqué entièrement en nylon est commercialisé par Moulinex en 1961.

BOUTEILLE PLASTIQUE

En 1968, Vittel fait sa révolution en produisant sa première bouteille plastique. Elle pèse 36 grammes (contre 300 grammes de verre) et peut contenir 1,5 litre d'eau.

CARTE BLEUE

Les cartes bancaires traditionnelles sont révolutionnées par l'arrivée de la puce électronique inventée par Roland Moreno. Cette petite carte en PVC ou en polypropylène va devenir un moyen de paiement incontournable.

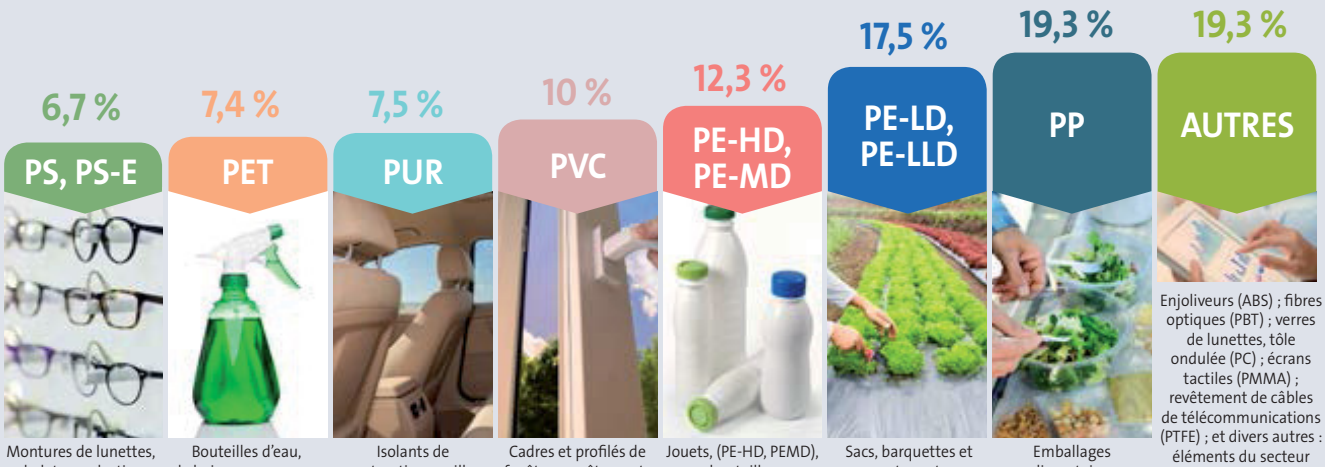
RASOIR JETABLE

Après le stylo Bic®, Marcel Bich invente en 1975 le rasoir jetable en plastique. Aujourd'hui encore, plusieurs millions d'unités sont vendues chaque jour dans le monde.

L'ÉCONOMIE DU PLASTIQUE

Pour l'essentiel, à l'exception encore marginale des bioplastiques, la production de plastique provient de la pétrochimie à partir du pétrole, raffiné en naphta, ou du gaz naturel. En 2016, la pétrochimie a utilisé l'équivalent de 17,4 millions de barils de pétrole par jour, soit un peu moins de 20 % de la consommation mondiale de pétrole. Les grands producteurs sont historiquement les groupes pétroliers (Shell, Aramco...) et les chimistes qui souvent ont séparé leurs activités de chimie lourde et de chimie fine. C'est qu'il s'agit d'une activité à forte intensité capitalistique dans un univers particulièrement instable, de marchés de « commodités », tant à l'amont (pétrole et gaz) qu'à l'aval : les principaux demi-produits font en effet l'objet de marchés et même pour certains, en Chine, de marchés à terme (futures).

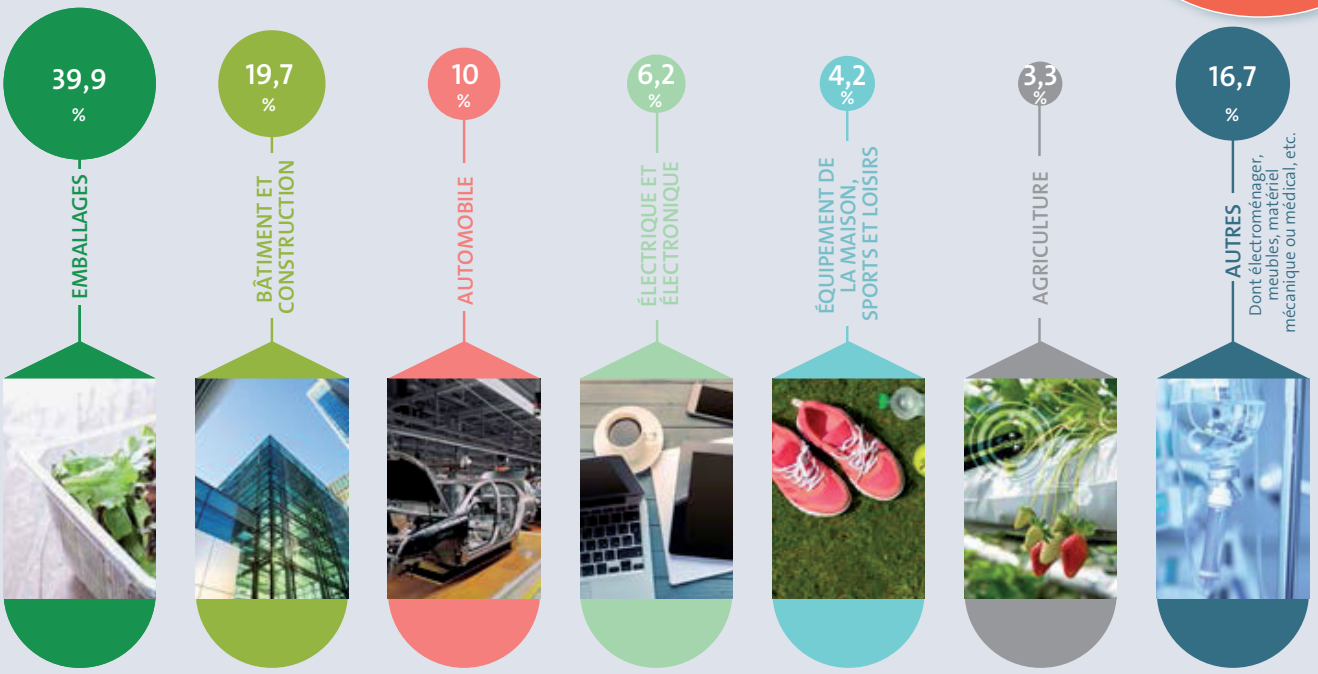
Demande des transformateurs européens de matières plastiques par type de polymère en 2016 (données pour UE28 + Norvège et Suisse)



Source : PlasticsEurope Market Research Group (PEMRG) et Conversio Market & Strategy GmbH

Répartition de la demande des transformateurs européens de plastique par segment en 2016 (données pour UE28 + Norvège/Suisse)

Demande totale des transformateurs de plastique 49,9 mt



Source : PlasticsEurope Market Research Group (PEMRG) et Conversio Market & Strategy GmbH

L'emballage reste le principal secteur d'utilisation des plastiques (150 millions de tonnes) devant le bâtiment (60 millions de tonnes, 40 % des utilisations dans l'Union européenne et 46 % en France), les textiles (55 millions de tonnes), les biens de consommation, les transports, l'électronique. En réalité, les plastiques font partie intégrante de notre vie quotidienne. Un rapport de l'ONU estimait que 500 milliards de sacs en plastique étaient utilisés chaque année, soit 10 millions à la minute ! La consommation de plastique par habitant frôle les 100 kg (en 2015) en Corée, au Canada ; elle est de 80 kg aux États-Unis, de 60 kg en Europe de l'Ouest, de 45 kg en Chine mais seulement de 10 kg en Inde et de 5 kg en Afrique.

Mais une des caractéristiques du plastique, notamment dans le secteur de l'emballage, est que sa durée d'utilisation peut être fort courte. Les plastiques sont en général utilisés une fois, puis jetés pour un éventuel recyclage. Roland Geyer de l'université de Californie a calculé que sur les 8,3 milliards de tonnes de plastiques produites depuis 1950, 5,8 avaient été jetées et que là-dessus, 500 000 tonnes avaient été recyclées et 700 000 tonnes incinérées. Cela laisse 4,6 milliards de tonnes quelque part dans la nature et notamment dans les océans.

Une étude récente de la Banque Mondiale estime que sur 2 milliards de tonnes de déchets produits dans le monde en 2016 (un chiffre qui ne comptabilise que les déchets ménagers), 242 millions de tonnes sont des plastiques, 57 millions de tonnes provenant d'Asie, 45 millions de tonnes d'Europe au sens le plus large et 35 millions de tonnes d'Amérique du Nord. Ramené à la production mondiale de 336 millions de tonnes, cela veut dire que l'équivalent de 70 % serait rejeté chaque année.

On trouve là bien entendu un point sensible : à côté du papier, des ferrailles ou du verre, le taux de récupération des plastiques reste faible, puisqu'il est directement lié au taux de collecte des déchets auquel ils se trouvent la plupart du temps mélangés. Si la collecte des déchets, notamment ménagers, a atteint un incontestable niveau de maturité dans les pays avancés, avec une collecte de plus en plus sélective, tel n'est pas le cas du reste du monde qui a représenté, l'axe essentiel de la croissance de la demande de plastiques des trente dernières années. Une étude allemande publiée en 2017 estimait que dix fleuves dans le monde (huit en Asie et deux en Afrique) représentaient 90 % des rejets de plastiques dans les océans, le Yangtsé rejetant 15 millions de tonnes chaque année. Le problème est là moins celui des plastiques que celui des systèmes de collecte des déchets, que ceux-ci soient officiels ou informels. Et comme le montrent les montagnes de déchets des décharges sauvages hantées par des chiffonniers et « cartoneros », ceux-ci sont moins efficaces pour des plastiques, parfois légers comme le vent.

Même dans les pays avancés, le recyclage reste fort limité alors que l'incinération n'a pas très bonne presse. L'Union européenne qui consomme 49 millions de tonnes de plastiques a un taux d'utilisation de matières recyclées de l'ordre de 6 %, soit un peu moins de 3 millions de tonnes. La Commission européenne estime que l'Europe génère près de 26 millions de tonnes de déchets plastiques : 31 % sont recyclés (en Europe ou ailleurs, comme en Chine, qui importait des déchets jusqu'à 2017), 42 % sont incinérés et 27 % finissent dans des décharges. En réalité, le plastique vierge demeure largement incontournable même si certaines de ses utilisations doivent être limitées.

LE PLASTIQUE AU CŒUR DES POLÉMIQUES

Le plastique est en effet devenu un problème de société. Il est loin le temps où Roland Barthes y voyait « une matière miraculeuse ». Au contraire, il est au centre de maintes polémiques comme l'a montré une récente émission télévisée en France où les enquêteurs de « Cash Investigation » ont fait preuve de leur habituel manichéisme pour traiter le sujet : les méchantes multinationales font tout pour ignorer les bienfaits de l'économie circulaire... et nombre d'ONG en mal de communication se sont engouffrées sur ce thème qui touche le grand public. Le plastique est à l'index chez les biens pensants comme l'illustre un dossier récent dans l'hebdomadaire français L'Obs : « Demain j'arrête »[1].

Condamner de manière radicale le plastique est bien sûr absurde. Dans certaines de ses utilisations, il a fait preuve de sa compétitivité non seulement économique mais aussi environnementale (en termes de trace carbone). Il a l'avantage incontestable de la légèreté, de sa capacité à remplacer des produits certes plus « naturels » (bois, papier, métaux) mais en général, plus coûteux et dont la trace carbone est souvent tout aussi marquée.

Plusieurs produits en plastique ont fait l'objet d'attaques, voire de réglementations. Il s'agit en général des produits à usage unique et donc jetables après leur utilisation. Au premier rang, on trouve bien sûr les sacs désormais interdits en France mais aussi au Bangladesh ou au Rwanda. Il est vrai qu'ils forment l'essentiel du « septième continent » qui flotte, à demi immergé dans les océans. Il y a aussi les bouteilles de PET sur lesquelles de grandes entreprises comme Coca-Cola ont pris des engagements encore bien limités. Enfin, les pailles en plastique ont fait l'objet d'attaques récentes, au point que Tetra Pak s'est engagé à les remplacer par des pailles en papier. Cette utilisation peut sembler marginale, mais chaque jour, dans un pays comme la France, il s'en jette 8,8 millions ! L'Union européenne envisage d'interdire à partir de 2021 dix produits à usage unique comme les pailles, les couverts et les assiettes en plastique, les cotons-tiges... En France, on a aussi parlé d'interdire les portes et fenêtres en PVC dans la construction.

Mais au-delà de la réduction de la consommation de plastiques, qui laisse beaucoup d'observateurs sceptiques (le consultant Wood MacKenzie anticipe quand même un pic d'utilisation des plastiques à usage unique dans les années 2020 et BP parle d'une baisse de la demande mondiale de plastiques de 2 % vers 2040), l'autre stratégie consiste à mieux les collecter et en valoriser les déchets.

En janvier 2018, la Commission européenne a publié sa « stratégie sur les matières plastiques ». L'objectif est celui de l'incorporation de 10 millions de tonnes de plastiques recyclés dans les produits neufs à l'horizon – fort court – de 2025. Cela revient à multiplier par trois au moins le niveau d'incorporation actuel, en tenant toutefois compte du fait que d'ici là la production aura probablement encore augmenté. Les entreprises consommatrices de plastiques devaient soumettre à la Commission leur programme d'incorporation, ce qui va augmenter bien sûr la demande de plastique recyclé, ce qui permettra – espérons-le – d'assurer le financement de cette « stratégie », estimé à 6 milliards d'euros.

L'équilibre du marché européen des « vieux plastiques » est en effet assez subtil, et faute de demande suffisante, il dépend assez souvent des flux d'exportation. Le débouché chinois étant presque fermé (les importations chinoises sont passées de 7,3 millions de tonnes en 2016 à 1,5 million de tonnes en 2018), on a vu en 2018 quelques flux vers la Turquie... mais les déchets plastiques ont désormais un cours négatif.

En France, l'objectif de la feuille de route de l'économie circulaire vise « 100 % de plastiques recyclés » en 2025, ce qui paraît d'une folle ambition quand on sait que l'Hexagone ne recycle que 22 % de ses déchets plastiques. Il n'est pas certain que cet objectif soit d'une parfaite « cohérence carbone » si l'on tient compte des contraintes logistiques, et du fait que pour certains plastiques, la valorisation énergétique (l'incinération) peut être une solution optimale.

Quelques voix se font cependant entendre pour relativiser les nuisances du plastiques, notamment par rapport à d'autres pollutions ou enjeux globaux tels que le changement climatique. Trucost, une société d'analyse, filiale de Standard and Poor's, chiffre à 139 milliards de dollars par an le coût environnemental des plastiques, pour moitié du fait des émissions de gaz à effet de serre liées à leur production, et pour moitié des autres effets (santé, pollution) et en raison du coût du recyclage. Le montant est important mais il relativise la pollution liée aux plastiques dans l'ordre des priorités, même si du point de vue médiatique il s'agit d'un thème porteur.

Quoi qu'il en soit, le problème de la gestion des « plastiques secondaires » reste entier, de la collecte à la valorisation ultime. Comme le souligne la Banque Mondiale, il commence au niveau des ménages et des individus.

L'AVENIR D'UNE JEUNE INDUSTRIE

À l'aune de l'histoire longue, l'industrie du plastique reste bien jeune. En quelques décennies, cette famille de produits protéiformes est devenue incontournable dans la vie quotidienne tout comme dans ses applications les plus sophistiquées. La prise de conscience du « trop-plein » a été tardive et demeure bien insuffisante face à l'ampleur du problème. Là où les « vieilles industries » comme la papeterie ou la métallurgie ont disposé de temps pour s'adapter (et de produits quand même plus faciles à collecter et valoriser), le plastique souffre de ses propres qualités de flexibilité et de légèreté. Si la prise de conscience est désormais bien réelle dans les pays avancés, elle se heurte, dans la plupart des pays émergents et en développement, à des problèmes de gouvernance urbaine liés à l'explosion démographique de nouvelles mégapoles.

Le « peak plastic » devrait intervenir à peu près un siècle après le début du décollage de cette « jeune » industrie. Mais les montagnes de déchets continueront à remplir la terre et la mer si un effort considérable n'est pas fourni à commencer, bien entendu, par la diminution des usages uniques, par la collecte, le recyclage et la valorisation énergétique.

En tout cas, ce plastique qui fascinait tant Roland Barthes est devenu malgré lui un des symboles de la crise de notre société postmoderne et un des défis majeurs – mais loin d'être le seul – du XXIe siècle : à aborder avec pragmatisme, sans œillères ni rêve illusoire d'un monde sans plastiques.

1 L'Obs, Mai 2018

LE RECYCLAGE DU PLASTIQUE DANS LE MONDE : TOUR D'HORIZON ET ÉVOLUTIONS SOUHAITABLES

Woldemar d'Ambrières
Directeur des projets stratégiques, Veolia

Veolia, Allemagne - Rostock, ©Photothèque Veolia / Alexis Duclos

Veolia déploie des solutions pour la gestion de l'eau, des déchets et de l'énergie, qui participent au développement durable des villes et des industries. En 2017, Veolia a valorisé 47 millions de tonnes de déchets. Le groupe s'est fixé pour objectif de passer de 200 millions à 1 milliard d'euros de chiffre d'affaires dans le recyclage des plastiques en 2025 (hors collecte et tri), principalement en Europe et en Asie.

Woldemar d'Ambrières est Directeur des projets stratégiques chez Veolia, où il est notamment en charge de la coordination de la stratégie internationale en matière de recyclage et valorisation des plastiques. Auparavant, il a exercé des responsabilités au sein de la direction de l'audit interne du groupe et a été responsable de projets au Royaume-Uni chez Veolia. Il est diplômé de l'école Polytechnique.

MOTS CLÉS

- ÉCONOMIE DU PLASTIQUE
- RECYCLAGE
- RÉGLEMENTATION
- ÉCO-CONCEPTION

Le plastique est un des matériaux les plus utilisés au monde. Ses caractéristiques techniques avancées, sa légèreté et son faible coût en font un matériau adapté à de multiples applications. Le problème du plastique n'est donc pas son utilisation, généralement vertueuse, mais la gestion de la fin de vie des produits qu'il constitue. Depuis 1950, près de la moitié de ce plastique a fini sa vie en décharge ou dans la nature, et seulement 9 % du plastique consommé a été effectivement recyclé. On estime que chaque année entre 4 et 12 millions de tonnes de plastique finissent dans les océans[1]. En effet, la gestion de ces déchets est encore très inégale d'un pays à l'autre et le recyclage reste largement sous-exploité. D'un côté, les pays développés munis d'une réglementation incitant au recyclage ont des taux de recyclage de près de 30 %. De l'autre, les pays en développement peu industrialisés ont un taux de recyclage quasi nul. Pourtant, le recyclage s'avère être la solution la plus avantageuse pour le traitement des déchets plastiques car il limite l'impact environnemental et offre d'importants avantages socio-économiques. Toutefois, de nombreux freins bloquent encore le développement du recyclage tout au long du cycle de vie du plastique. En prenant des mesures en faveur du recyclage, producteurs de produits en plastique, régulateurs, gestionnaires de déchets et consommateurs peuvent tous exercer une influence significative sur le développement de la filière.

INTRODUCTION

Le plastique est un des matériaux les plus utilisés au monde. Comme son nom l'indique (du grec plastikos, « relatif au modelage »), la matière plastique peut prendre n'importe quelle forme. Il est donc utilisé pour des usages extrêmement variés : des produits du quotidien à usage unique comme des emballages ou des bouteilles, aux produits qui durent des années comme des meubles, des vêtements, des matériaux de construction ou certaines parties de nos voitures. Le plastique a remplacé de nombreux matériaux traditionnels comme le verre, l'acier, le bois ou même le béton. Il est plus léger, moins cher et permet d'atteindre d'excellentes caractéristiques techniques.

Son avènement est concomitant aux Trente Glorieuses et au développement de la société de consommation. En 1957 Roland Barthes célèbre d'ailleurs cette matière dans Mythologies : « Plus qu'une substance, le plastique est l'idée même de sa transformation infinie ». Il y fait également cette prophétie : « La hiérarchie des substances est abolie, une seule les remplace toutes : le monde entier peut être plastifié, et la vie elle-même, puisque, paraît-il, on commence à fabriquer des aortes en plastique. »

La consommation de plastique n'a effectivement cessé d'augmenter depuis 60 ans, pour atteindre plus de 300 millions de tonnes en 2017[2]. Cette croissance devrait se

1 Jambeck, Geyer, Wilcox, Siegler, Perryman, Andrady, Narayan, Law, *Marine pollution. Plastic waste inputs from land into the ocean*, Science, 13 Feb 2015

2 Plastics Europe, *Plastics- The Facts*, 2017

poursuivre, notamment tirée par la demande des classes moyennes chinoises et indiennes. La consommation pourrait alors doubler d'ici 2050[3].

Le problème du plastique n'est donc pas son utilisation, généralement vertueuse, mais la gestion de la fin de vie des produits qu'il constitue. En effet, depuis 1950, seulement 9 % du plastique[4] consommé a été effectivement recyclé, et près de la moitié de ce plastique a fini sa vie en décharge ou dans la nature. On estime que chaque année environ 8 millions de tonnes de plastique finissent dans les océans[5], en passant notamment par les rivières. Au-delà de ce grave problème environnemental, le fait de ne pas recycler ces matières constitue une grande perte de valeur pour les économies locales.

3 Agence Internationale de l'Énergie

4 Roland Geyer, Jenna R. Jambeck and Kara Lavender Law, *Production, use, and fate of all plastics ever made*, Science Advances, 19 Jul 2017

5 Jambeck, Geyer, Wilcox, Siegler, Perryman, Andrady, Narayan, Law, *Marine pollution. Plastic waste inputs from land into the ocean*, Science, 13 Feb 2015

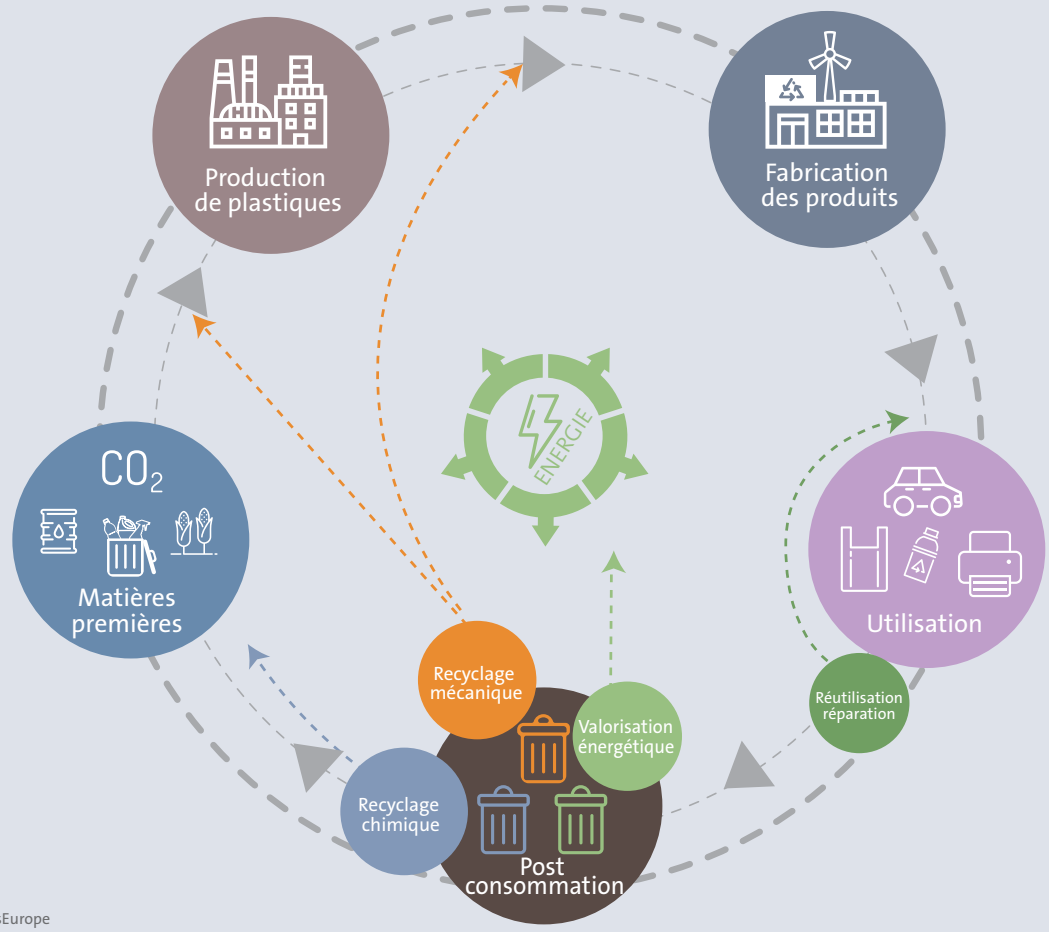
SITUATION ACTUELLE : COMPLEXITÉS ET DISPARITÉS DANS LA GESTION DES DÉCHETS PLASTIQUES

L'ÉCONOMIE DU PLASTIQUE : UNE MULTITUDE D'ACTEURS CONCERNÉS

Le plastique vierge est produit à plus de 90 % à partir de ressources fossiles, pétrole ou gaz naturel. Les polymères sont synthétisés par de grands acteurs de la pétrochimie comme ExxonMobil, Sinopec ou Total. Le plastique est ensuite vendu à des plasturgistes qui l'utilisent pour produire des objets, principalement par injection, soufflage ou thermo-formation. Ces objets sont ensuite assemblés ou directement mis sur le marché par des marques, à travers des circuits de distribution.

Si nous prenons l'exemple de la bouteille d'eau minérale, le plastique provient d'un pétrochimiste producteur de PET, Indorama par exemple, puis est utilisé par un « preformer » produisant une préforme, sorte de « précurseur » de la bouteille. Cette préforme est ensuite soufflée dans un moule, sous forme de bouteille, puis remplie par un producteur d'eau minérale comme evian®. Elle est enfin mise sur le marché et vendue en grand magasin par exemple.

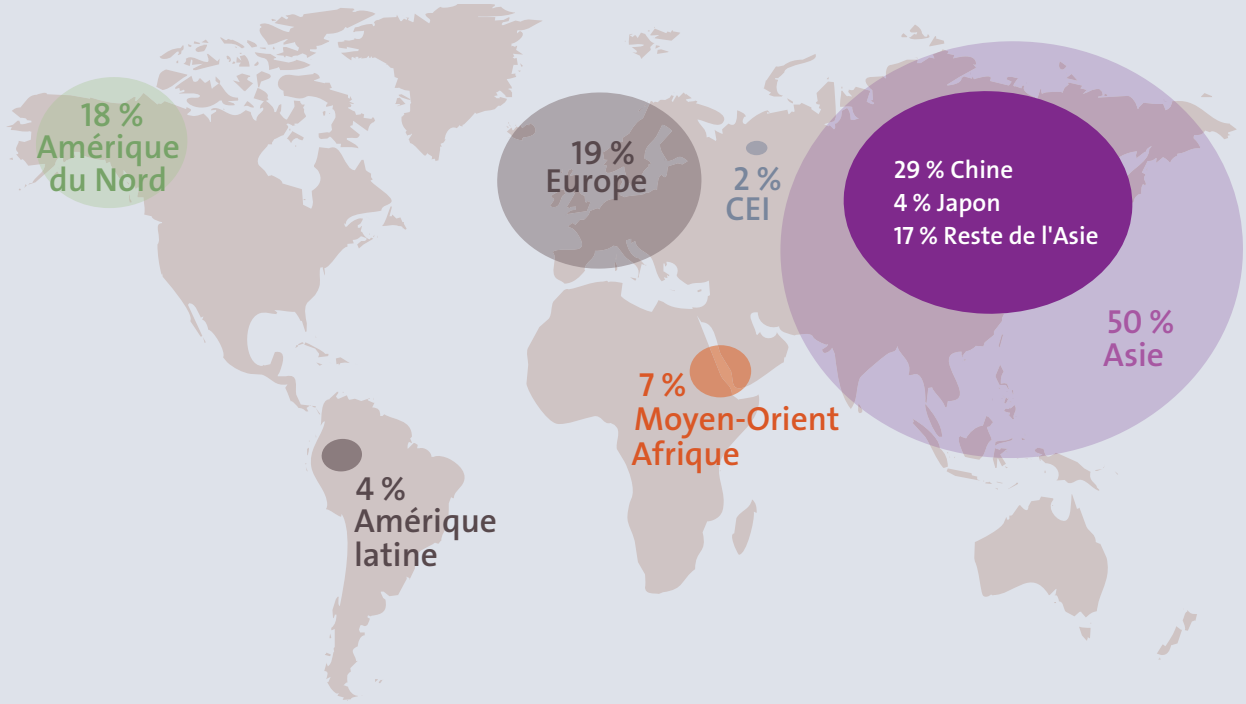
Le cycle de vie des plastiques



Source: PlasticsEurope

Le plastique vierge est produit majoritairement en Amérique du Nord (18 %), en Europe (19 %) et en Asie (50 % dont 29 % en Chine).

La répartition de la production mondiale de plastique*



* Thermoplastiques et polyuréthanes
Source : PlasticsEurope Market Research Group (PEMRG) et Conversio Market & Strategy GmbH

GESTION ACTUELLE DES DÉCHETS PLASTIQUES : UNE MOSAÏQUE COMPLEXE

Une fois les produits consommés, les objets en plastique deviennent des déchets. La gestion de ces déchets est très inégale d'un pays à l'autre. On distingue schématiquement quatre grands groupes de pays :

- Les pays développés munis d'une réglementation incitant au recyclage et ceux sans réglementation incitative,
- Les pays en développement fortement industrialisés et ceux peu industrialisés.

LES PAYS DÉVELOPPÉS : DES SITUATIONS FORTEMENT DÉPENDANTES DE LA RÉGLEMENTATION LOCALE

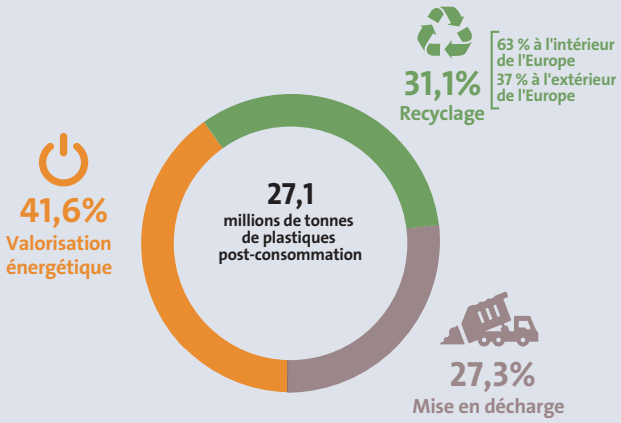
Les pays développés munis d'une réglementation incitant au recyclage se caractérisent par une économie mature (pays riche mais croissance modérée), de bonnes infrastructures « traditionnelles » de gestion des déchets (centre d'enfouissement technique, valorisation énergétique) et une main-d'œuvre plutôt chère.

Il s'agit typiquement des pays d'Europe de l'Ouest ou du Japon. Les réglementations incitant au recyclage prennent des formes variées. La mise en place d'éco-organisme y est assez courante. Ces organisations permettent de financer une partie du coût de la collecte et du tri des déchets plastiques. Le financement est généralement assuré par les metteurs sur le marché – producteurs et distributeurs – ou transféré aux consommateurs par le biais d'éco-taxes. Ceci permet de ré-internaliser dans le prix des produits les externalités de la gestion de sa fin de vie.

Le recyclage s'appuie alors sur d'importantes infrastructures de tri et de transformation du déchet plastique (par type de polymère) capables de produire du plastique recyclé, voué à être utilisé par les industriels. Ces pays mettent également en place des mesures augmentant le coût des filières traditionnelles de traitement (taxes à l'enfouissement et à l'incinération). Des taux de recyclage de l'ordre de 30 % peuvent être atteints dans ce type de pays.

Les pays développés sans réglementation incitative possèdent des caractéristiques semblables à ceux du groupe précédent, mais privilégient les modes de gestion traditionnels des déchets, soit l'enfouissement et l'incinération. Il s'agit typiquement des États-Unis et de l'Australie. Sans réglementation spécifique permettant d'accroître la compétitivité du recyclage par rapport aux autres filières, le recyclage se développe peu et reste marginal. Moins de 10 % des déchets plastiques font l'objet d'un recyclage localement.

Le cas de la gestion des déchets plastiques en Europe en 2016
(EU28 + Norvège/Suisse)



Source: PlasticsEurope Market Research Group (PEMRG) and Conversio Market & Strategy GmbH

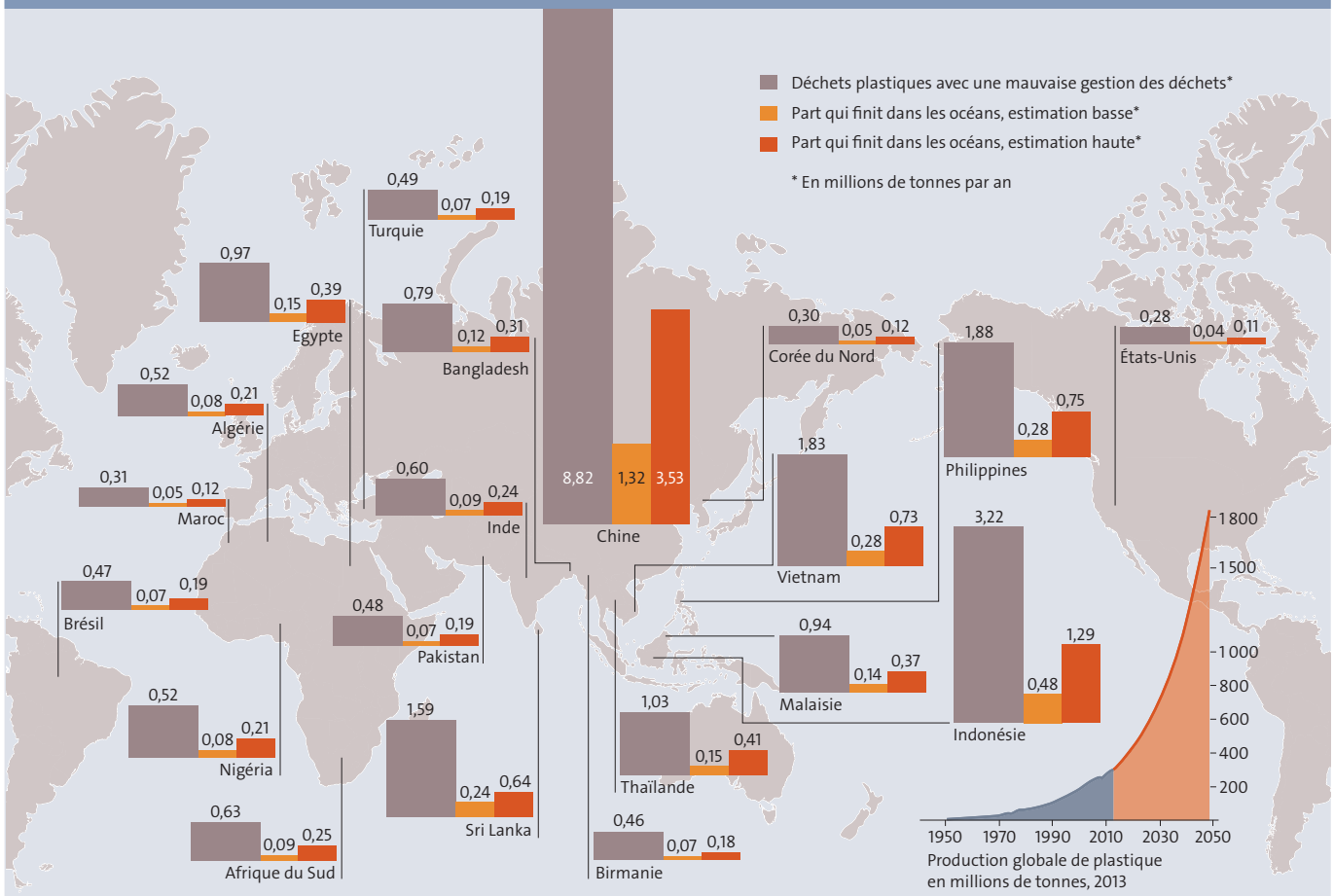
LES PAYS EN DÉVELOPPEMENT : DES SITUATIONS DÉPENDANTES DE LA DEMANDE INDUSTRIELLE LOCALE

Les pays en développement industrialisés se caractérisent généralement par des infrastructures de gestion des déchets insuffisantes. La collecte ne bénéficie que de couverture partielle et de nombreuses décharges sauvages continuent de recevoir des fractions importantes des déchets ménagers et industriels. Les réseaux informels y sont généralement bien développés et organisés. Le recyclage se développe principalement sur la base de la valeur des déchets, tirée par la demande industrielle du pays.

Il s'agit bien sûr de la Chine, mais également de l'Inde ou du Brésil. Les infrastructures de tri sont peu développées et sont remplacées par les réseaux informels. Les infrastructures de transformation se développent en fonction des volumes de matière disponible. Des taux de recyclage de l'ordre de 20 % peuvent être atteints dans ce type de pays.

Les pays en développement peu industrialisés recyclent logiquement très peu leur plastique, le déchet ayant moins de valeur sur le marché local. Une grande partie de ces déchets finissent dans l'océan, passant souvent par des décharges sauvages et les rivières.

Qualité de la gestion des plastiques
20 pays ayant la plus mauvaise gestion des déchets plastiques



Cc-by-sa Petraboeckmann.de / Atlas de l'océan 2018 | source: Grida / Jambeck

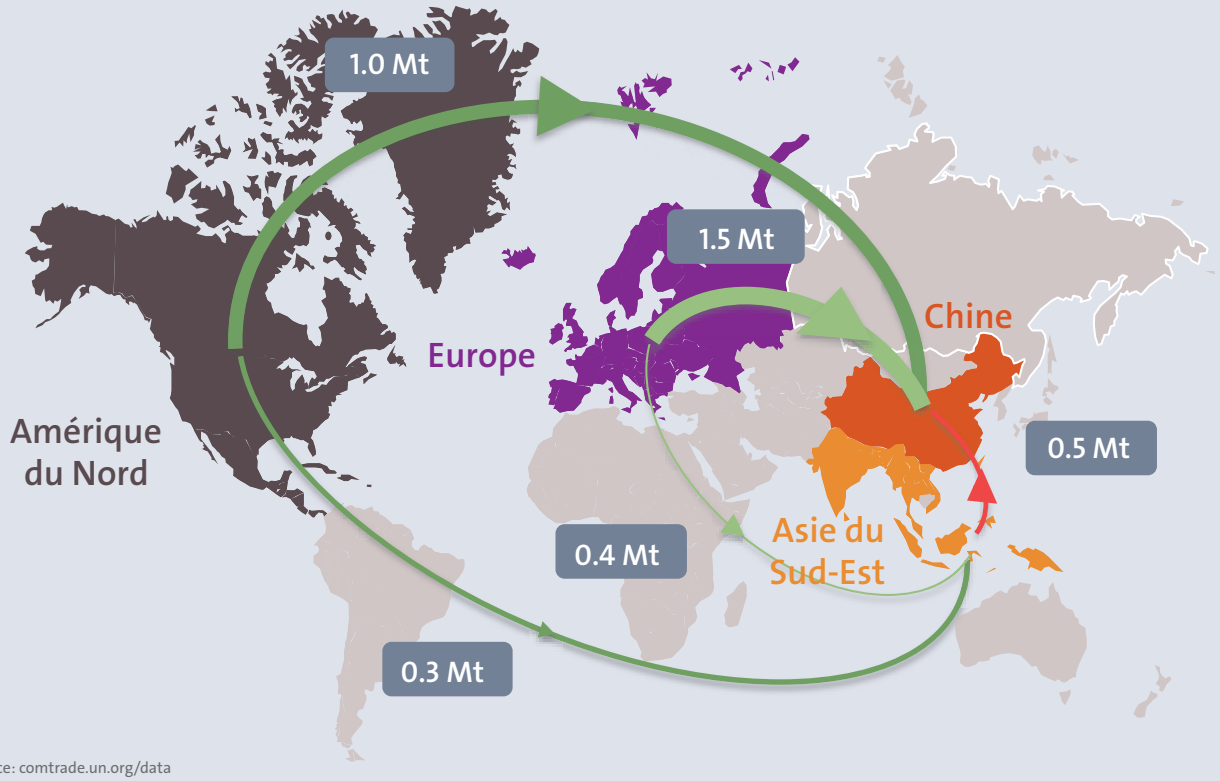
OÙ SONT RECYCLÉS LES PLASTIQUES : RECYCLAGE LOCAL ET FLUX INTERCONTINENTAUX

La majorité des déchets sont recyclés localement, soit dans le pays producteur ou dans un pays mitoyen, mais d'importants schémas d'export se sont néanmoins mis en place ces trente dernières années. Ces filières existent principalement depuis les pays développés (avec et sans réglementation) vers la Chine, très demandeuse de matière. L'export de ces déchets profite notamment des faibles coûts du « fret retour » des porte-conteneurs apportant des marchandises de Chine vers l'Europe et les États-Unis.

L'Europe a exporté en 2017 plus de 2 milliards de tonnes de déchets plastiques vers la Chine. Ces schémas sont en train de se reconfigurer suite à la récente interdiction du gouvernement chinois d'importer des déchets post-consommation sur son sol, mise en œuvre en janvier 2018. De nouveaux schémas se sont développés en passant par l'Asie du Sud-Est, mais les interdictions d'importer devraient s'étendre également à ces pays. Ces mesures présentent un défi important pour les filières de recyclage, car elles concernent de gros volumes. Elles tendent néanmoins, sur le long terme, à favoriser le recyclage local.

Principaux échanges de déchets plastiques au niveau mondial, avant l'interdiction de la Chine

Représentation des flux d'export net d'Europe et d'Amérique du Nord vers l'Asie en 2017. Ces flux étaient déjà en net repli par rapport à 2016 et ont continué à se reconfigurer en 2018 suite à la décision chinoise d'interdire les importations sur son sol de déchets plastiques post-consommation.

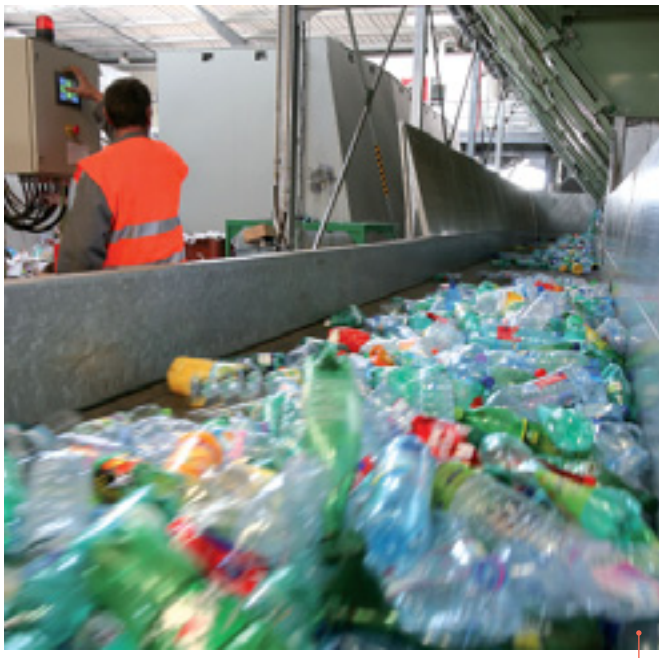


Source: comtrade.un.org/data

QUE DEVIENT LE PLASTIQUE RECYCLÉ ?

Les résines recyclées peuvent présenter de bonnes caractéristiques techniques et donc se substituer à de nombreuses applications. Les débouchés sont donc à peu près aussi variés que les débouchés du plastique vierge : bouteille, textile, emballage, automobile, électroménager, construction... Le plastique recyclé représente de l'ordre de 10 % de la demande totale en plastique mondial.

Certaines applications sont néanmoins plus complexes à atteindre pour des raisons techniques ou réglementaires. Les certifications « contact alimentaire » par exemple, sont très exigeantes sur la traçabilité du gisement. Certains plastiques capables de résister à de très hautes pressions par ailleurs, sont difficilement substituables par des résines 100 % recyclées. Il convient également de noter que les utilisateurs de plastique se sont historiquement approvisionnés en plastique recyclé parce qu'il était moins cher que le plastique vierge.



Centre de tri mécanisé - Plastique - ©Photothèque Veolia - Alexis Duclos

II. POURQUOI ET COMMENT ACCÉLÉRER LE RECYCLAGE DU PLASTIQUE ?

LES BÉNÉFICES ENVIRONNEMENTAUX : RÉDUCTION DE LA POLLUTION ET EFFET CLIMAT

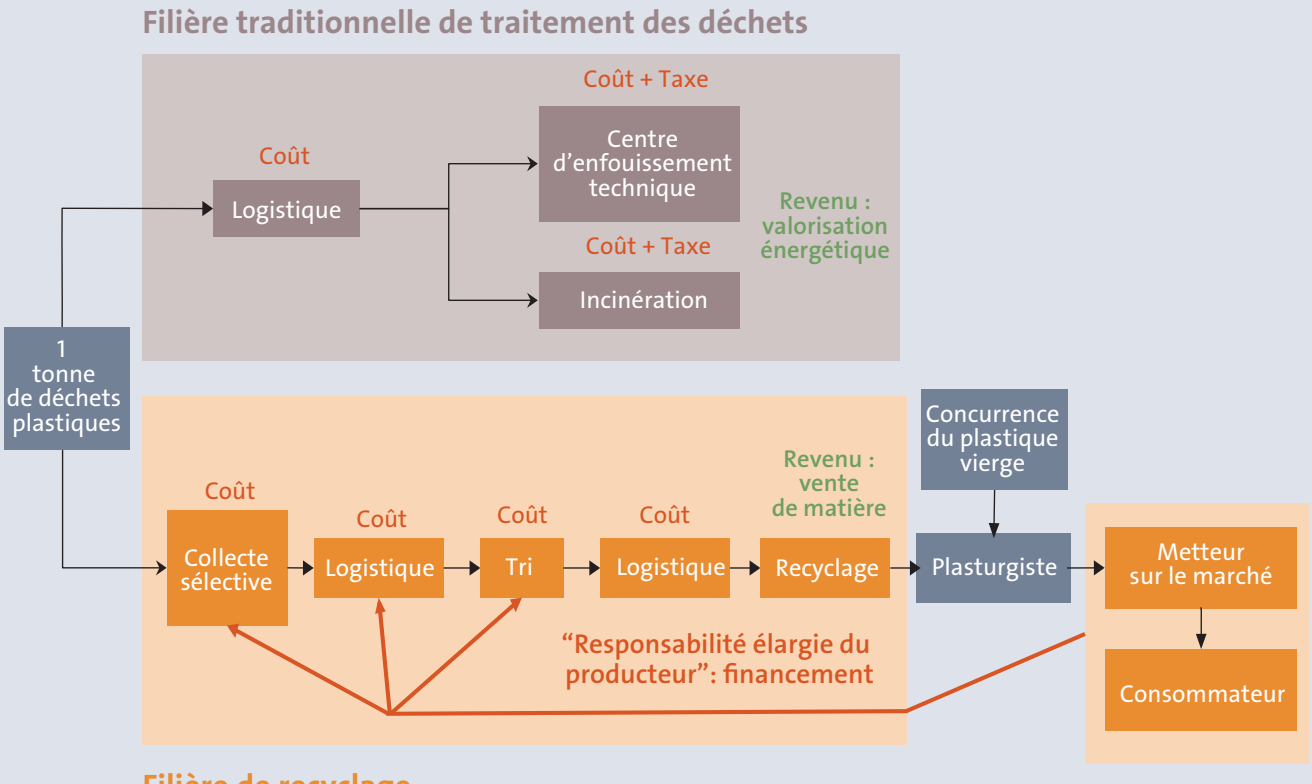
Les déchets plastiques sont, à l'heure actuelle, majoritairement enfouis, ou retournent à l'environnement de manière sauvage. En Asie du Sud-Est et en Chine, entre 4 et 12 millions de tonnes d'emballages plastiques finissent dans les océans, transitant par les rivières. Ces plastiques mettent plusieurs centaines d'années avant de se décomposer. Ils constituent une grave pollution pour ces milieux.

Par ailleurs, le recyclage du plastique permet une économie significative d'émission de CO_2 dans l'atmosphère, l'utilisation de plastique recyclé évitant les émissions liées à la production d'une quantité équivalente de plastique vierge (cf. encadré p. 20).

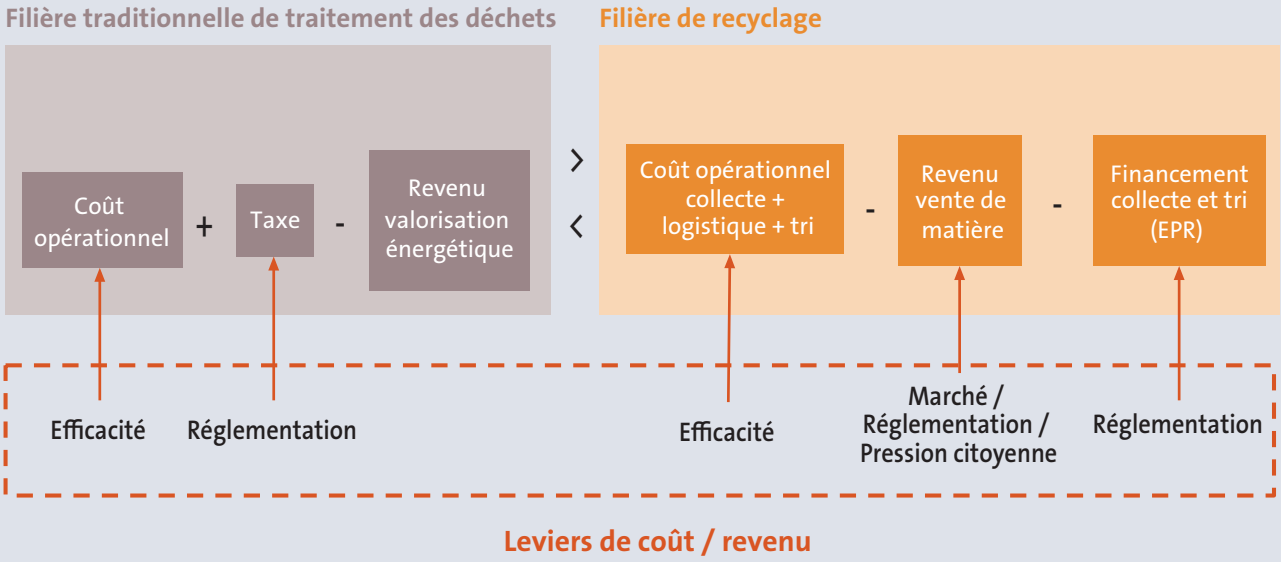
LES BÉNÉFICES ÉCONOMIQUES ET SOCIAUX : EMPLOIS, CRÉATION DE VALEUR ET AUTONOMIE ÉNERGÉTIQUE

Par ailleurs, le développement du recyclage favorise la croissance locale en ré-internalisant des emplois sur les territoires. Une usine produisant environ 50 kt de plastique recyclé emploie typiquement une trentaine de personnes.

Flux des matières plastiques dans les filières de traitement



Équation financière des filières de traitement



C'est significativement plus que les emplois qu'auraient générés la mise en décharge ou l'incinération de l'équivalent en déchet ainsi que la synthèse de la même quantité par l'industrie pétrochimique. Par ailleurs, ces emplois sont locaux.

La mise en place d'un système de recyclage des déchets plastiques permet le développement d'une filière et la récupération de la valeur issue de la matière recyclée. Lorsqu'il n'y a pas de recyclage, il s'agit uniquement d'un revenu issu de la valorisation énergétique.

Toutefois, étant donné que la logistique liée à un système de recyclage des déchets plastiques est plus complexe que dans les filières traditionnelles (collecte séparative, flux différenciés...), les coûts de gestion du déchet augmentent. Aussi, ce surcoût doit être compensé par les producteurs et les consommateurs de biens en plastique (responsabilité élargie du producteur).

Le développement de cette activité participe également à l'indépendance en ressources des pays pauvres en ressource pétrolière, le plastique vierge étant produit à partir de pétrole brut ou de gaz naturel.

MOBILISER ET ALIGNER L'ENSEMBLE DES ACTEURS POUR REPENSER L'ÉCONOMIE DES PLASTIQUES

Le recyclage étant un procédé vertueux, tant sur le plan environnemental qu'économique, quels sont alors les freins à son développement ?

À toutes les étapes du cycle de vie du produit, des blocages limitent le développement du recyclage : à la conception des produits, dans les modes de gestion des déchets et également dans l'utilisation du produit recyclé.

À toutes les étapes du cycle de vie du produit, des freins bloquent le développement du recyclage : à la conception, dans les modes de gestion des déchets et également dans l'utilisation du produit recyclé

Le développement d'une filière pérenne de recyclage n'est possible qu'en alignant de très nombreux acteurs de l'écosystème, présents tout au long du cycle de vie du produit, ou capables d'y exercer une influence significative. Il s'agit des industriels producteurs de produits en plastique, des pétrochimistes producteurs de plastique vierge, des distributeurs, des consommateurs, des gestionnaires de déchets, des villes, des gouvernements, des régulateurs ainsi que des ONG.

INDUSTRIELS : AMÉLIORER L'ÉCO-CONCEPTION ET L'UTILISATION DE PLASTIQUE RECYCLÉ

Le recyclage n'est possible, dans des conditions économiques acceptables, que si les produits sont conçus pour être recyclés. Le recyclage est par exemple fortement complexifié en cas de présence de plastique « multi-couches » dans les produits, notamment de polymères ou de matériaux différents. L'utilisation de mono-couche favoriserait donc le recyclage.

Par ailleurs, certains polymères, bien que théoriquement recyclables, ne le sont que peu, car présents en trop petite quantité dans les flux de déchets. Le recyclage est donc favorisé si les industriels choisissent d'utiliser des polymères déjà abondamment mis sur le marché et bénéficiant de filières de recyclage établies.

C'est également à cette étape que se joue l'inclusion de plastique recyclé dans les produits. Les résines recyclées

souffrent souvent de problématiques d'odeur et de couleur. Il est donc difficile de proposer une alternative exactement équivalente aux résines vierges. Il conviendrait donc d'inclure ces contraintes dans le développement du produit par les équipes de marketing opérationnel chargées du cycle de vie de ces produits. Par ailleurs, le plasturgiste chargé d'inclure les résines recyclées dans les produits doit également lever des contraintes techniques pour augmenter le taux de plastique recyclé dans les produits.

RÉGULATEURS : CONTRAINDRE LES VOIES ALTERNATIVES DE GESTION DE LA FIN DE VIE DES PRODUITS EN PLASTIQUE ET ENCOURAGER LA DEMANDE EN PLASTIQUE RECYCLÉ

Le déchet plastique peut suivre plusieurs voies de traitement. Dans le pire des cas, il termine sa vie dans un dépôt sauvage ou dans l'océan. Il peut également être envoyé dans un centre d'enfouissement contrôlé, être incinéré ou bien être recyclé.

Dans les économies matures, le renforcement des contraintes sur les filières alternatives au recyclage permet, par ricochet, de favoriser le recyclage. Les taxes sur la décharge (ex. *landfill tax* en Grande-Bretagne, Taxe Générale sur les Activités Polluantes en France) ou l'interdiction d'enfouissement de certaines catégories de déchets sont les mesures les plus efficaces pour limiter l'enfouissement des déchets plastiques. L'Union européenne a d'ailleurs fixé comme cible 10 % de déchets plastiques envoyés en décharge à horizon 2030 contre ~30 % aujourd'hui. Des taxes à l'incinération se développent également afin de limiter cette autre voie de traitement.

Par ailleurs, le recyclage ne peut se développer que si de bonnes infrastructures et règles de collecte sont mises en place. La collecte séparative permet de gagner en efficacité grâce notamment aux systèmes de consigne ou à des schémas de collecte innovants impliquant les citoyens et les marques. Le Parlement européen a d'ailleurs voté en octobre 2018 une cible de 90 % de taux de collecte des bouteilles en plastique dans l'Union européenne pour 2025.

Comme dans tout modèle d'économie circulaire, la pérennité du recyclage repose également sur la demande en matière recyclée de la part des industriels. Historiquement, les industriels achètent du plastique recyclé pour des raisons économiques : cette matière est habituellement vendue avec une décote par rapport à son équivalent vierge. Le cours du plastique vierge étant corrélé à celui du pétrole, la filière de recyclage de plastique est impactée par les variations du Brent.

Afin de protéger la filière de la volatilité du prix du pétrole, des mesures peuvent être prises pour décorréler le marché du plastique recyclé du marché du plastique vierge. Une obligation d'inclusion de plastique recyclé dans les produits en plastique permettrait de créer un marché indépendant du recyclé, non directement substituable par du plastique vierge. Le Parlement européen a d'ailleurs également proposé en octobre 2018, un taux d'inclusion de 35 % obligatoire pour les bouteilles en plastique en 2025.

RECYCLEURS ET ACTEURS DE LA GESTION DES DÉCHETS : AUGMENTER L'EFFICACITÉ DE LA FILIÈRE AINSI QUE LA QUALITÉ DU PLASTIQUE RECYCLÉ

Les innovations dans les technologies de tri permettent à la fois de séparer plus efficacement la matière - soit donner accès à de nouveaux flux - ainsi que d'augmenter les rendements. Certains robots de tri utilisent maintenant l'intelligence artificielle afin d'améliorer leur capacité de reconnaissance des déchets. Cette filière peut également bénéficier d'effets d'échelle avec la concentration du tri et de la transformation dans des sites centralisés. La réduction du coût marginal de production d'une tonne de plastique recyclé permet de favoriser la filière. Ces gains en efficacité sont possibles sur la collecte, le tri et la transformation.

CONSOMMATEURS ET CITOYENS : AUGMENTER LA PRISE DE CONSCIENCE CITOYENNE ET AMÉLIORER LES GESTES DE TRI

Par ailleurs, l'évolution de la demande et du comportement du client final peut également contraindre les industriels à inclure plus de plastique recyclé dans leurs produits. On observe ce phénomène chez les industriels de l'agroalimentaire, particulièrement pointés du doigt comme responsables des pollutions plastiques dans les océans. Cette pression des consommateurs/citoyens pousse les marques à inclure plus de plastique recyclé dans leurs emballages.

Enfin, le consommateur porte également une partie de la responsabilité de la collecte sélective, à travers le geste de tri. Le respect des consignes de tri a en effet un impact direct sur la qualité des gisements à recycler. L'amélioration de ce tri sélectif passe notamment par une communication plus claire des consignes ainsi que leur harmonisation, responsabilité des pouvoirs publics.

Le recyclage du plastique constitue la meilleure réponse au problème de la gestion des déchets plastiques, tant d'un point environnemental que socio-économique

CONCLUSION

Le recyclage du plastique constitue la meilleure réponse au problème de la gestion des déchets plastiques, tant d'un point environnemental que socio-économique. Il existe une industrie du recyclage du plastique, qui doit continuer à se consolider pour monter en gamme, gagner en efficacité et augmenter ses capacités. Les recycleurs doivent travailler étroitement avec tous les acteurs de la chaîne de valeur pour débloquer les verrous techniques, psychologiques et économiques à l'augmentation de la substitution du plastique vierge par du plastique recyclé. Le régulateur doit également contribuer à créer un cadre favorable au développement de cette filière, en encourageant l'éco-conception, la collecte séparative et l'inclusion de plastique recyclé dans les produits. Enfin, le consommateur exerce une pression déterminante sur les marques, inquiètes de perdre brutalement d'importantes parts de marché via des opérations de boycott par exemple. L'engagement des citoyens et la sensibilité aux problèmes environnementaux permettent de faire bouger les lignes des industriels.

RECYCLAGE DU PLASTIQUE ET IMPACT CO_2

Deux voies de traitement des déchets permettent d'éviter un retour à la nature des plastiques: l'incinération et le recyclage. Quels sont les impacts environnementaux respectifs de ces deux méthodes de gestion des plastiques en fin de vie ? Nous estimons ici ces impacts en comparant les émissions de gaz à effet de serre (GES) nettes de ces méthodes. Ainsi, le processus de gestion des déchets qui émet le moins, à variables comparables, est jugé le plus écologique. Les émissions de GES nettes d'un processus sont exprimées de la façon suivante :

Émissions GES nettes (tCO_2e/t plastique) = **Émissions GES réelles** (1) - **Crédits** (2)

CO_2e = équivalent CO_2

(1) Les **émissions réelles** sont la somme des émissions directes liées au transport, à la consommation d'énergie pendant le traitement, et dans le cas du recyclage, au traitement des rebuts. Ces émissions réelles varient selon le type de polymère traité, les distances de transport des matières premières, la quantité d'énergie consommée, le mix énergétique local et l'efficacité énergétique. Par exemple, le recyclage de PET consomme plus d'énergie que le recyclage de PE/PP.

(2) Les **crédits** sont les émissions GES qui ont été évitées grâce au recyclage, en évitant par exemple les émissions liées à la production de nouveaux produits en plastique vierge, ou grâce à l'incinération, en produisant de l'énergie qui n'a pas à être produite par le mix énergétique carboné. Ces crédits varient en fonction du polymère, du mix énergétique local, et de la performance de cogénération des incinérateurs.

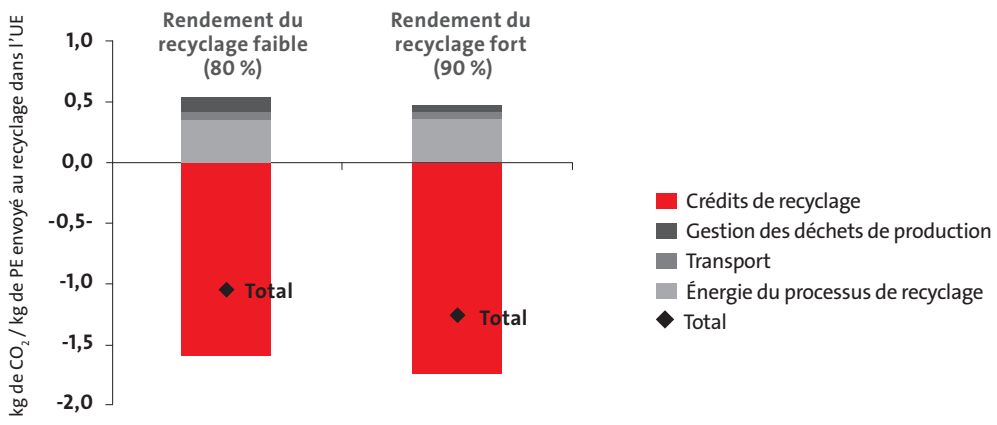
EXEMPLE : LES ÉMISSIONS NETTES LIÉES AU RECYCLAGE DE POLYÉTHYLÈNE, DANS L'UE

(1) Les émissions réelles de GES sont représentées en gris et équivalent à env. 0,5 kg CO_2e/kg PE.

(2) Les émissions GES évitées grâce au recyclage sont représentées en rouge et équivalent à env. 1,5-1,8 kg CO_2e/kg PE.
Les émissions nettes sont la différence des deux et représentent une économie nette de 1,0-1,3 kg CO_2e/kg grâce au recyclage.

De même, on calcule les émissions nettes liées à l'incinération de PE avec les technologies actuelles : les avantages de la valorisation énergétique (-2,0 kgCO_2e/kg) ne compensent pas suffisamment son impact environnemental (3,0 kgCO_2e/kg), soit un surplus d'émissions de 1,0 kgCO_2e/kg.

Le recyclage de PE dans l'UE est donc l'option la plus écologique.

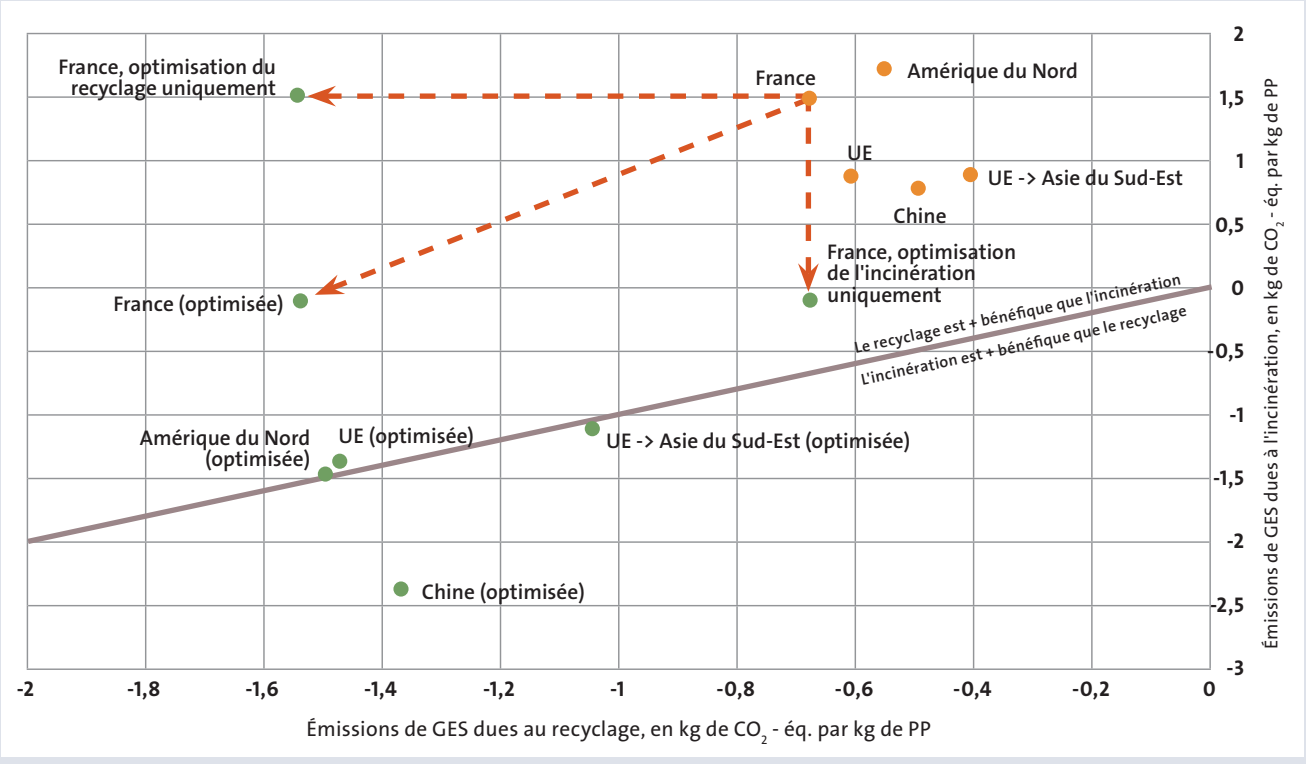


L'analyse de cycle de vie montre que le **recyclage est toujours l'option la plus écologique avec les technologies de traitement actuelles** – que l'on traite du PP/PE ou du PET, en France ou en Asie, ou que le rendement énergétique soit faible ou élevé (dans l'état actuel du parc d'incinération). L'étude montre aussi que l'utilisation de plastique recyclé plutôt que de plastique vierge permet de réduire les émissions de GES de 20 à 50 %.

Toutefois, si l'on considère le cas « optimal » et théorique où les incinérateurs deviennent plus performants en termes de valorisation énergétique (chauffage, électricité), l'incinération peut avoir un meilleur impact environnemental que le recyclage dans des régions au mix énergétique très carboné :

- L'incinération « optimisée » de HDPE serait préférable en Europe, en Chine et aux États-Unis, sauf en France, car le mix énergétique français s'appuie principalement sur le nucléaire ;
- En Chine, l'incinération « optimisée » de PP émettrait moins de GES que le recyclage, alors que dans le reste du monde, les deux solutions seraient équivalentes ;
- Le recyclage de PET reste en revanche la meilleure solution partout, même en cas « d'incinération optimisée » (sauf en Chine, où le mix énergétique est très carboné).

EXEMPLE : COMPARAISON DES ÉMISSIONS NETTES DU RECYCLAGE ET DE L'INCINÉRATION DE PP



À court terme, l'incinération optimisée des plastiques pourrait être une solution intéressante pour des pays où la gestion des déchets n'est pas suffisamment amorcée et qui dépendent encore beaucoup des énergies fossiles très carbonées (ex. charbon). Toutefois, à moyen terme, les bénéfices théoriques comparatifs de l'incinération sont voués à disparaître avec l'augmentation de la part des renouvelables dans les mix énergétiques. Le recyclage devrait donc rester la solution la plus vertueuse du point de vue du climat.

POURQUOI LA « NOUVELLE ÉCONOMIE DU PLASTIQUE » DOIT ÊTRE UNE ÉCONOMIE CIRCULAIRE

Daniel Calleja
Directeur général de l'environnement, Commission européenne

Daniel Calleja est Directeur général de l'environnement à la Commission européenne depuis septembre 2015. Auparavant, il était Directeur général de la DG GROW (Marché intérieur, industrie, entrepreneuriat et PME).

De 1993 à 2004, Daniel Calleja a travaillé au sein de plusieurs cabinets, dont celui du Président de la Commission européenne, au titre de conseiller sur les transports et les questions de concurrence, les aides d'État et l'application de la législation communautaire. De 1999 à 2004 il a été Chef de cabinet du Commissaire Oreja et de la Vice-présidente, Mme Loyola de Palacio, en charge du transport et de l'énergie.

Il a débuté sa carrière à la Commission européenne en tant que membre du service juridique entre 1986 et 1993. Au cours de cette période, il a représenté l'institution en de nombreuses occasions devant la Cour européenne de justice.

MOTS CLÉS

- ÉCONOMIE CIRCULAIRE
- DÉCHETS
- PLASTIQUE À USAGE UNIQUE
- RECYCLAGE

Chaque année, l'Europe produit environ 58 millions de tonnes de plastique et génère 25 millions de tonnes de déchets plastiques. De ces déchets, seuls 30 % sont collectés pour être recyclés, 39 % sont incinérés et 31 % aboutissent dans des décharges. Le problème n'est pas seulement la quantité de plastique recyclé, mais aussi la qualité du recyclage et du plastique secondaire qui en résulte. En termes économiques, 95 % de la valeur des emballages en plastique – estimée à environ 105 milliards d'euros – est perdue chaque année pour l'économie.

La stratégie sur les matières plastiques adoptée par la Commission européenne en janvier 2018 se penche sur les dynamiques économiques qui pourraient concrétiser sa vision d'un secteur du plastique intelligent, innovant et durable. Sa recommandation est de mettre en place une « nouvelle économie des plastiques » qui élimine le gaspillage, optimise la valeur et utilise efficacement le plastique. Ce faisant, elle contribue à protéger notre environnement, à réduire les déchets marins, les émissions de gaz à effet de serre et notre dépendance à l'égard des combustibles fossiles importés.

Le plastique est là aujourd'hui, et il est parti pour rester. La stratégie sur les matières plastiques reconnaît tout à fait la valeur du plastique dans nos foyers et dans nos économies. En effet, elle s'efforce de ne pas diaboliser ce matériau, tout en attirant l'attention sur les dégâts causés par notre incapacité à le gérer de façon adéquate.

INTRODUCTION

Le plan d'action de l'Union européenne (UE) en faveur de l'économie circulaire[1], adopté en 2015, est fondé sur plusieurs décennies de législation environnementale européenne. Il repose aussi sur un constat : les États membres qui ont réussi à atteindre les objectifs de réduction des déchets sont ceux qui ont inclus les aspects économiques dans la balance. Grâce au tri sélectif et à la facturation de la mise en décharge, il est viable d'investir dans des infrastructures de recyclage. Dans ces pays, grâce à la collecte et au tri, les déchets ont de la valeur.

La stratégie sur les matières plastiques adoptée par la Commission européenne en janvier 2018 fait partie intégrale du plan d'action de l'UE en faveur de l'économie circulaire et intègre pleinement ce matériau à la logique circulaire. S'appuyant sur la nouvelle obligation légale[2] de recycler 55 % des emballages en plastique à l'horizon 2030 et sur

1 http://ec.europa.eu/environment/circular-economy/index_en.htm

2 Dans la version révisée de la Directive relative aux emballages et aux déchets d'emballages

l'objectif de recycler au moins 65 % des déchets municipaux et d'en mettre moins de 10 % en décharge d'ici 2035, la stratégie sur les matières plastiques se penche sur les dynamiques économiques qui pourraient concrétiser sa vision d'un secteur du plastique intelligent, innovant et durable. Sa recommandation est de mettre en place une « nouvelle économie des plastiques » capable de satisfaire toutes les étapes, depuis l'extraction jusqu'à la conception et la production, de l'utilisation jusqu'à la réutilisation, de l'élimination jusqu'au recyclage et jusqu'au retour dans l'économie en tant que matières premières secondaires. Cette stratégie implique également la prise en compte du plastique qui échappe à ce cycle de gestion circulaire et finit dans notre environnement, en particulier l'environnement marin.

LA NOUVELLE ÉCONOMIE DU PLASTIQUE

La nécessité d'une approche économique ne fait aucun doute quand on réfléchit à l'importance économique du plastique, à son côté relativement bon marché et à ses différentes externalités. Chaque année, l'Europe produit environ 58 millions de tonnes de plastique et génère 25 millions de tonnes de déchets plastiques. De ces déchets, seuls 30 % sont collectés pour être recyclés, 39 % sont incinérés et 31 % aboutissent dans des décharges. Le problème n'est pas seulement la quantité de plastique recyclé, mais aussi la qualité du recyclage et du plastique secondaire qui en résulte. En termes économiques, 95 % de la valeur des emballages en plastique – estimée à environ 105 milliards d'euros – est perdue chaque année pour l'économie. Un gaspillage pur et simple, auquel le premier axe de la stratégie sur les matières plastiques entend trouver une réponse en « améliorant les aspects économiques et la qualité du recyclage des matières plastiques ».

La « nouvelle économie des plastiques » s'adresse à l'ensemble du cycle, depuis l'extraction jusqu'à la conception et la production, de l'utilisation jusqu'à la réutilisation, de l'élimination jusqu'au recyclage et au retour dans l'économie en tant que matières premières secondaires.

Pour améliorer la pureté des circuits de collecte des déchets et la qualité des recyclats, il faut commencer au début du cycle, c'est-à-dire à la conception et à la fabrication des produits en plastique. Cet aspect est particulièrement important pour le plastique, plus encore que pour les autres matériaux, car il doit sa grande capacité d'adaptation à une grande variété de polymères et d'additifs qui peuvent rendre le recyclage particulièrement complexe. C'est pourquoi la stratégie sur les matières plastiques définit un objectif stratégique selon lequel tous les emballages en plastique seront réutilisables ou recyclables à l'horizon 2030. Le cadre réglementaire viendra appuyer cette dynamique, la mise en œuvre des « exigences essentielles » de la directive relatives aux emballages et aux déchets d'emballages offrant l'opportunité de définir des règles minimales pour tous les emballages mis sur le marché de l'Union européenne. De la même manière, l'obligation récente en vertu de laquelle tous les emballages devront respecter les principes de Responsabilité Élargie du Producteur (REP) à l'horizon 2024 va encourager une meilleure conception des emballages. L'éco-modulation des redevances liées à la responsabilité élargie des producteurs s'est avérée particulièrement efficace pour ré-internaliser les externalités des composites et matières difficiles à recycler. Cela permet ainsi de prendre en compte, de manière proportionnée et rationnelle, les impacts liés au cycle de vie des produits au moment de leur conception, ce qui est une solution offrant plus de souplesse que par décret du législateur. L'importance de l'interaction entre la composition matérielle d'un produit, sa fonctionnalité et son traitement en fin de vie reçoit aujourd'hui une attention accrue de la part de la Commission. Le travail se poursuit pour définir une approche sur les thèmes se trouvant « à l'interface entre les textes législatifs relatifs aux substances chimiques, aux produits et aux déchets »[3], qui étudierait les options, à la fois juridiques et économiques, permettant de résoudre certaines questions associées au plastique, comme les « substances héritées » et l'équilibre entre sécurité, hygiène et recyclabilité.

Tout le monde comprend l'importance de l'équilibre entre l'offre et la demande afin d'assurer le bon fonctionnement des marchés. Du côté de l'offre, de nouvelles obligations en matière de tri sélectif et de recyclage assureront une offre de plastique abondante à l'Europe, notamment suite aux restrictions mises en place par la Chine sur l'importation des déchets. Mais qu'en est-il de la demande ? Sans une demande claire et fiable de plastique recyclé, il sera difficile de créer un climat de confiance propice à l'investissement dans des infrastructures de recyclage. Notre objectif consiste à quadrupler la capacité de recyclage des plastiques en Europe entre 2015 et 2030. Nous avons estimé qu'il faudrait pour cela investir entre 8,4 et 16,6 milliards d'euros. Pourtant, aujourd'hui, seulement 6 % environ du plastique contenu dans les nouveaux produits proviennent de recyclats, souvent pour des applications de faible valeur ou de niche. Nous avons appelé le secteur privé à relever ce défi en s'engageant, avant le 30 septembre 2018, à utiliser plus de plastiques recyclés dans les produits fabriqués, en vue d'atteindre un total collectif d'au moins 10 millions de tonnes par an en 2025. Nous avons reçu des engagements individuels prometteurs et nous sommes en train d'évaluer si les donateurs atteindront ensemble l'objectif que nous nous sommes fixé, ou, dans l'éventualité où ces approches volontaires ne suffiraient pas, d'envisager d'autres mesures, comme une action réglementaire.

Afin que les flux de recyclage acheminés vers ces installations soient suffisamment « propres » pour que le recyclage soit viable, il faut une collecte sélective efficace. Même si l'on dispose aujourd'hui de technologies permettant un tri plus rapide et plus efficace, il est généralement plus rentable de pratiquer la collecte sélective. Progressivement, les flux de déchets plastiques sont amenés à devenir plus propres, grâce à l'élimination des substances les plus nocives dans les produits en plastique, à l'éco-modulation des redevances de REP encourageant l'utilisation de matériaux plus écologiques, à l'amélioration de la collecte sélective et au tri optique et laser. En associant ces évolutions à une technologie plus performante

3 Voir la communication adoptée avec la stratégie sur les matières plastiques le 16 janvier 2018, COM(2018) 32 final

de recyclage chimique, la qualité des recyclats sera améliorée et leur usage se développera.

La stratégie sur les matières plastiques inclut un axe spécifique portant sur les investissements et l'innovation. C'est une condition essentielle à un usage durable du plastique. En effet, le volet économique de cette activité est crucial, non seulement pour gagner la confiance du secteur privé, mais aussi pour pouvoir faire face aux aléas du marché via une utilisation stratégique de l'investissement public, notamment par la recherche et l'innovation. La création d'un programme de recherche stratégique et d'innovation sur les plastiques en 2018 encourage la recherche et l'innovation dans le recyclage, l'élimination des substances dangereuses et des microplastiques, ainsi que le développement de matières premières alternatives. Le soutien à l'innovation sera également renforcé, avec 100 millions d'euros supplémentaires du programme européen de recherche et d'innovation Horizon 2020, qui rejoignent 250 millions d'euros déjà investis. En vue d'attirer les investissements et l'attention du public sur les opportunités de financement, la Commission a lancé la plateforme de soutien au financement de l'économie circulaire en collaboration avec la Banque européenne d'investissement.

La stratégie porte également sur les risques pour l'environnement et notre santé des microplastiques qui polluent nos sols et nos eaux, et peut-être aussi la chaîne alimentaire et l'air que nous respirons. La Commission a commencé à limiter les microplastiques ajoutés intentionnellement aux produits (comme les cosmétiques, les peintures ou les lessives) en demandant à l'Agence européenne des produits chimiques de réexaminer les aspects scientifiques afin d'envisager une restriction au titre de REACH.

Pour les microplastiques résultant de l'utilisation de produits (tels que les pneus ou les textiles) ou de la production primaire de plastique (par exemple, des rejets de granulés plastiques de préproduction), nous envisageons des actions ciblées passant par la normalisation, l'étiquetage, d'éventuelles mesures réglementaires, ainsi qu'un renforcement du captage via le traitement des eaux usées.

Nous nous attaquerons également aux plastiques dits oxodégradables, qui ne se biodégradent pas en milieu ouvert mais se fragmentent en minuscules morceaux, ce qui renforce l'accumulation des microplastiques dans les sols et l'eau.

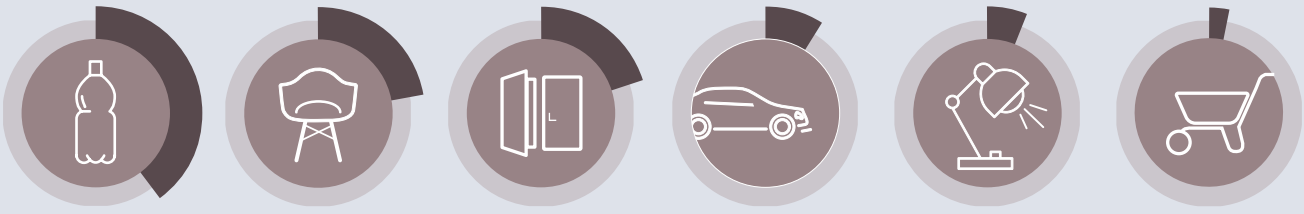
Cette stratégie, qui inclut un rapport relevant de l'initiative du Parlement européen[4], a reçu un accueil très favorable. Lors des nombreux débats et discussions auxquels j'ai pu prendre part depuis l'adoption de la stratégie, j'ai écouté attentivement les avis de plusieurs acteurs de la filière plastique. Tous soutiennent explicitement les objectifs généraux et l'approche circulaire de la nouvelle économie du plastique. J'entends souvent que, pour faire aboutir cette vision, le vrai problème se trouve ailleurs dans le cercle : les recycleurs pourraient recycler davantage et mieux si seulement les produits étaient mieux conçus ou encore si le ramassage sélectif était amélioré ; les producteurs pourraient intégrer davantage de plastique secondaire dans leurs produits si la qualité et l'offre étaient garanties ; le secteur de la gestion des déchets serait prêt à faire les investissements nécessaires si des mesures législatives étaient prises pour assurer une absorption importante des recyclats de plastique. Ces arguments sont légitimes, mais ils ne font que renforcer

4 Rapport du député européen Mark Demesmaeker, adopté le 13 septembre 2018 http://www.europarl.europa.eu/sides/getDoc.do?pubRef=-//EP//TEXT+TA+P8-TA-2018-0352+0+DOC+XML+V0//FR

L'Europe produit une importante quantité de plastique

58 MILLIONS DE TONNES

PAR AN, RÉPARTIES COMME SUIT :



40 %	22%	20 %	9 %	6 %	3 %
emballages	biens de consommation et articles ménagers	construction et bâtiment	voitures et camions	équipements électriques et électroniques	agriculture

Source : Rapport du JCR

ma conviction quant à l'opportunité de l'approche circulaire, en raison de son côté intégré et systémique. Elle part du principe que les nombreuses boucles constituant une nouvelle économie du plastique dépendent de la bonne volonté des acteurs publics et privés à engager une discussion en vue de trouver des solutions systémiques.

Il est rassurant de constater la cohérence entre les approches de l'économie circulaire et les réglementations existantes en matière de déchets. Établie de longue date et consacrée dans les directives sur les déchets, la hiérarchie des déchets fait de la prévention des déchets la démarche fondamentale. Ensuite, dès que l'on commence à escalader la pyramide pour examiner les autres options en matière de gestion des déchets, il faut travailler sur le cycle de production et de consommation. La mise en place d'approches circulaires, y compris pour le plastique, réclame donc une parfaite connaissance par le législateur de l'économie du plastique et par les économistes de la législation afférente.

DES DÉCHETS PLASTIQUES À LA MAUVAISE PLACE

Il faut également composer avec le plastique qui échappe entièrement à cette pyramide. Si l'on part du principe que les détritus sont des déchets qui sont à la mauvaise place, alors il n'y a pas de pire endroit pour les déchets que l'environnement marin. Les objets en plastique à usage unique sont hautement critiquables si on les examine à l'aune des principes de l'économie circulaire. En effet, leur fonctionnalité et leur valeur sont très limitées dans le temps, la seconde s'annulant définitivement une fois qu'on les jette à la poubelle. Toutefois, ce sont moins les pratiques de gaspillage qui ont braqué l'opinion publique contre les déchets plastiques que la prise de conscience de leurs conséquences à long terme sur la vie marine.

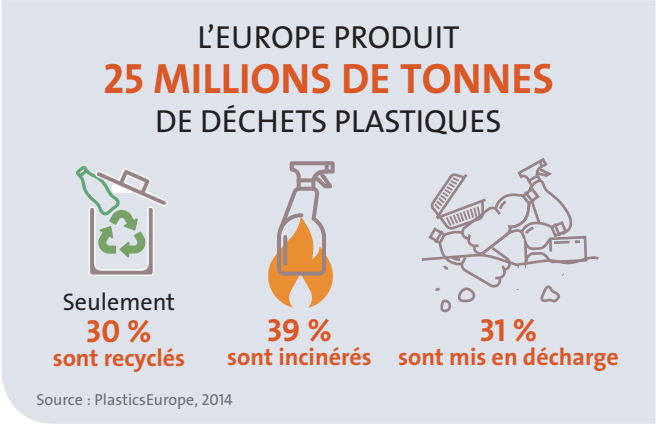
Chaque année, entre 150 000 et 500 000 tonnes de déchets plastiques originaires de l'UE finissent dans les océans. Ils demeurent alors dans l'environnement pendant plusieurs siècles. Comme cela a été dit et répété à l'échelle mondiale, si nous ne changeons pas de comportement, il y aura davantage de plastique que de poissons dans l'océan à l'horizon 2050. Bien que le discours public et politique soit focalisé sur l'impact sur la vie marine, la seule façon de lutter contre ces effets catastrophiques passe par une modification des habitudes de consommation.

Dans la stratégie sur le plastique, nous avons annoncé la mise en place d'une action législative pour s'attaquer à la pollution des océans par le plastique. Une proposition de Directive « relative à la réduction de l'incidence sur l'environnement de certains produits en plastique »[5] a été présentée par la Commission au mois de mai 2018. Malgré ce délai très court et l'émotion suscitée par la pollution marine, la proposition est bien équilibrée, fondée sur des données probantes, ciblée et proportionnée. Elle s'appuie sur les meilleures données et études dont nous disposons, sur une analyse d'impact complète et sur une consultation de l'ensemble des parties prenantes. Elle cible les principaux facteurs à l'origine du problème de manière proportionnée et étudie chacun d'entre eux selon le chemin par lequel il arrive dans le milieu marin.

Grâce une étude menée sur 276 plages de l'Union européenne (le meilleur indicateur que nous ayons pour les déchets marins), nous savons que les objets en plastique à usage unique constituent près de 50 % de ces déchets, tandis que les équipements de pêche en représentent 27 %. Pour les plastiques à usage unique, la Commission a proposé de se focaliser sur les 10 objets à usage unique les plus utilisés. Ensemble, ils constituent 70 % de l'ensemble des déchets marins. Les règles que nous soumettons dans notre projet de directive sont proportionnées et adaptées pour obtenir les meilleurs résultats. Ceci signifie que des mesures différentes seront appliquées aux différents produits. Ces nouvelles règles permettront à l'Europe de passer en tête du peloton sur cette question aux implications planétaires. Concrètement, les nouvelles règles introduisent :

- **Une interdiction du plastique pour certains objets :** dès lors qu'il existera des alternatives disponibles et accessibles, les produits en plastique à usage unique seront interdits sur le marché. Cette interdiction s'appliquera aux cotons-tiges, aux couverts, aux assiettes, aux pailles, aux bâtonnets mélangeurs et aux tiges des ballons de baudruche, qui devront être fabriqués exclusivement avec des matériaux plus durables. Les récipients à usage unique pour boissons fabriqués en plastique ne seront autorisés sur le marché que si leur bouchon ou leur couvercle restent attachés ;
- **Objectifs de réduction de la consommation :** les États membres devront réduire l'utilisation des contenants alimentaires en plastique et des gobelets. Ils peuvent y parvenir en définissant

5 COM(2018) 340 version finale du 28.05.18 http://ec.europa.eu/environment/circular-economy/pdf/single-use_plastics_proposal.pdf



des objectifs nationaux de réduction, en proposant des produits alternatifs dans les points de vente ou en luttant contre la gratuité des produits en plastique à usage unique ;

- **Obligations pour les producteurs :** les producteurs contribueront au financement de la gestion des déchets et du nettoyage, ainsi qu'au lancement de mesures de sensibilisation autour des contenants, des paquets et des emballages d'aliments (notamment les chips et les sucreries), les contenants et gobelets, les produits du tabac avec filtres (comme les mégots de cigarette), les lingettes, les ballons de baudruche et les sacs en plastique légers. La filière se verra également proposer un certain nombre de mesures incitatives visant à développer des alternatives moins polluantes à ces produits ;
- **Objectifs de collecte :** les États membres seront tenus de collecter 90 % des bouteilles en plastique à usage unique à l'horizon 2025, par exemple via des systèmes de consignes ;
- **Exigences en matière d'étiquetage :** certains produits devront porter un étiquetage clair et standardisé indiquant le mode d'élimination des déchets, les impacts environnementaux négatifs du produit et la présence de plastique dans le produit. Cette mesure concernera les serviettes hygiéniques, les lingettes et les ballons de baudruche ;
- **Mesures de sensibilisation :** les États membres seront tenus de sensibiliser les consommateurs à l'impact négatif des déchets liés aux plastiques à usage unique et aux équipements de pêche, ainsi qu'aux systèmes de réutilisation disponibles et aux options de gestion des déchets pour l'ensemble de ces produits.

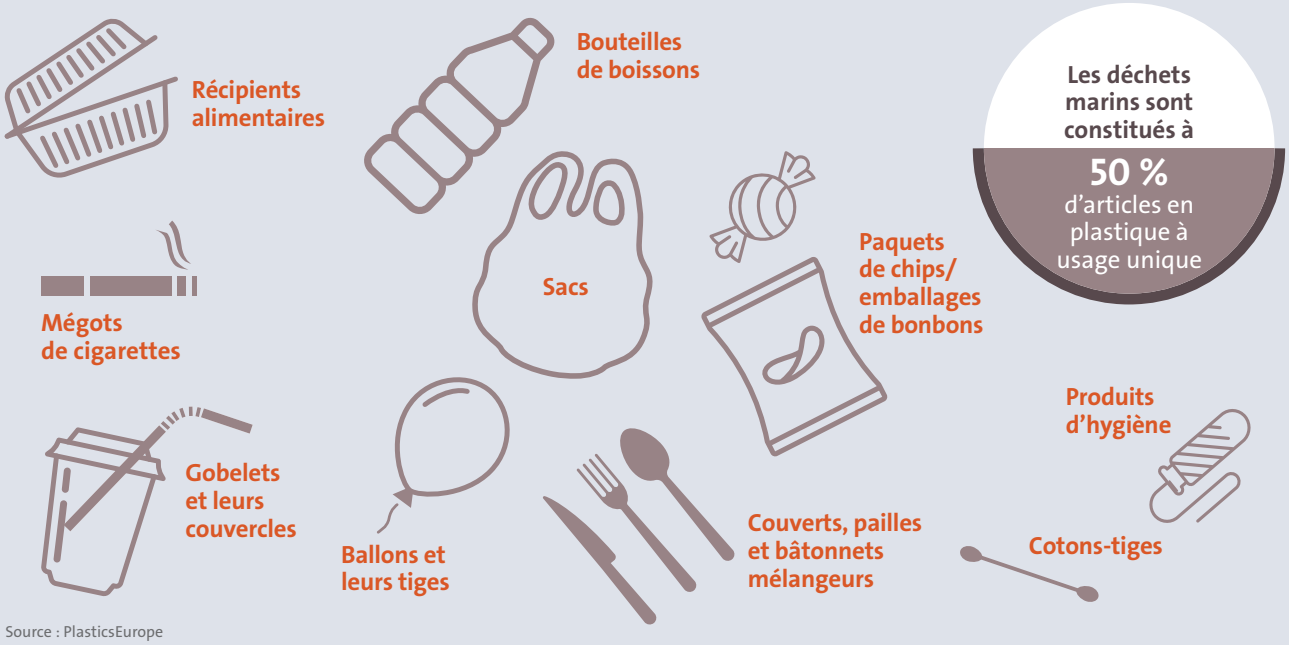
Pour les équipements de pêche, la Commission entend renforcer le cadre réglementaire existant à l'aide de systèmes de responsabilisation des producteurs d'équipements de pêche contenant du plastique. Les producteurs d'équipement de pêche en plastique seront tenus d'assumer les coûts de la collecte des déchets dans les ports, leur transport et leur traitement. Ils prendront également en charge le coût des mesures de sensibilisation.

Via ces actions, notre proposition couvre près de 90 % des objets en plastique à usage unique que l'on trouve sur les plages européennes. D'après nos calculs, leur mise en œuvre permettrait de réduire de plus de 50 % le volume de déchets présents sur nos plages, de couper court à l'émission de 3,4 millions de tonnes d'équivalent CO_2 et d'éviter des dégâts environnementaux pour une valeur de 23 milliards de dollars d'ici à 2030. Pour les consommateurs, cela se traduirait par des économies de 6,5 milliards d'euros et par la création de 30 000 emplois.

Ces chiffres sont impressionnants. Certains ont cherché à mettre en doute la précision et la validité des données ainsi que les méthodes de calcul utilisées dans notre étude d'impact, mais celles-ci s'appuient sur les meilleures données disponibles et sur une analyse d'experts indépendants. Sans surprise, des difficultés sont apparues quand les conclusions concernaient certains intérêts particuliers. Toutefois, même si l'exercice de l'étude d'impact requiert des postulats et des choix, il est important de bien comprendre qu'il est soumis aux rigoureuses et transparentes lignes directrices pour une meilleure réglementation de la Commission et qu'il repose sur une analyse objective des preuves et non sur l'émotion ou les intérêts partisans.

Les preuves dont nous disposons permettent de mieux cibler nos efforts en vue de tirer les meilleurs bénéfices de nos actions. Ce ciblage aide également à limiter les coûts. Ces mises

Liste des 10 objets en plastique les plus couramment retrouvés parmi les déchets qui jonchent les plages d'Europe



Source : PlasticsEurope

en conformité impliquent des dépenses liées au nettoyage des objets à usage multiple et à la possibilité de réutiliser les contenants (autour de 2,4 milliards d'euros), ainsi que des coûts de gestion des déchets (dont la hausse est estimée à 8 millions d'euros). Ces dépenses demeurent raisonnables au regard des bénéfices substantiels que l'on peut en tirer.

Les propositions de la Commission font actuellement l'objet de négociations au Parlement européen et avec les États membres du Conseil. Nous attendons les résultats de ce processus législatif démocratique. Toutefois, au vu du consensus de plus en plus vaste autour du niveau, de l'ambition et de l'approche retenus, tout porte à croire que nous sommes sur la bonne voie. D'ailleurs, notre proposition fondée sur des preuves est régulièrement enrichie par les co-législateurs formulant des avis politiques tenant compte des préoccupations des citoyens. La nécessité d'agir ne fait plus aucun doute.

LA « COURSE MONDIALE VERS LE SOMMET »[6]...

Au niveau mondial, cette proposition est l'instrument juridique le plus complet à ce jour en matière de pollution des océans. L'UE confirme une fois encore son leadership dans le domaine de l'environnement, mais nous travaillons également avec des partenaires mondiaux pour aborder ce qui est un problème mondial. Des études montrent que 88 à 95 % de la pollution marine provient de dix fleuves, dont huit se trouvent en Asie et deux en Afrique, mais que l'Europe a tout de même un rôle à jouer. En effet, l'Europe peut agir en parallèle et en conjonction avec nos partenaires mondiaux, qui sont déjà eux-mêmes en train de prendre des mesures. C'est pourquoi, en septembre 2018, à l'occasion d'un événement de la 73e Assemblée générale des Nations Unies, le premier Vice-président de la Commission européenne a lancé avec le Programme des Nations Unies pour l'environnement la « course mondiale vers le sommet » sur le thème de la pollution des océans par les plastiques.

Des études montrent en effet que le plastique présent sur les plages et dans les mers européennes provient essentiellement d'Europe. Par ailleurs, étant donné le volume de nos exportations vers l'Asie, il est probable qu'une grande partie de ce que l'on trouve dans d'autres mers du globe provient également d'Europe. Toutefois, il faudra chercher pour l'Asie et l'Afrique, où la gestion des déchets est moins développée, des solutions différentes de celles qui fonctionnent en Europe. Mais l'Europe ne doit pas se reposer sur ses lauriers : avant de demander à nos voisins de ramasser leurs déchets, nous devons déjà nettoyer chez nous.

... COMMENCE À NOTRE PORTE

De l'échelle mondiale jusque chez nous, c'est-à-dire l'Europe, la Commission européenne doit donner le bon exemple, même si l'impact de ces initiatives individuelles semble n'être qu'une « goutte d'eau dans l'océan ». Lors de la conférence « Our Oceans » en 2017, la Commission s'est engagée à éliminer progressivement les gobelets en plastique à usage unique dans ses distributeurs automatiques de boissons chaudes, puis dans toutes les activités de restauration. Cela devrait permettre d'économiser 9 millions de gobelets par an, soit l'équivalent de 25 tonnes, c'est-à-dire 1 kg par employé : une goutte... assez conséquente. À cela s'ajoutent diverses autres initiatives déjà mises en œuvre par la Commission dans le cadre du Système de management environnemental et d'audit (EMAS).

QU'EN EST-IL DE L'AVENIR ?

Le plastique est là aujourd'hui, et il est parti pour rester. La stratégie sur les matières plastiques reconnaît tout à fait la valeur du plastique dans nos foyers et dans nos économies. En effet, elle s'efforce de ne pas diaboliser ce matériau, tout en attirant l'attention sur les dégâts causés par notre incapacité à le gérer de façon adéquate.

Les approches préconisées par l'économie circulaire visent à conserver la valeur des matériaux dans l'économie, c'est pourquoi elles sont si pertinentes pour le plastique. Car le plastique est le seul matériau – jusqu'à présent – spécifiquement abordé dans le contexte de l'approche de l'économie circulaire de l'UE. Ce traitement particulier se justifie par son omniprésence, ses caractéristiques uniques et le besoin urgent d'une approche qui intégrerait toutes les étapes de son cycle de vie. La « nouvelle économie des plastiques » doit être une économie circulaire qui élimine les déchets, optimise la valeur et utilise efficacement le plastique. Ce faisant, cette économie contribuera à protéger notre environnement, à réduire la pollution des environnements marins, les émissions de gaz à effet de serre, ainsi que notre dépendance à l'égard des combustibles fossiles importés.

NOTE DE LA RÉDACTION

Les institutions européennes ont, en décembre 2018, entériné un accord sur la directive « Plastiques à usage unique », proposée par la Commission en mai 2018. Le texte final inclura : un objectif de collecte séparée pour les bouteilles en plastique à hauteur de 77 % en 2025 et 90 % en 2029, ainsi qu'une obligation de réincorporation de plastique recyclé de 25 % dans les bouteilles en PET en 2025 et de 30 % dans toutes les bouteilles en plastique en 2030, calculé en moyenne par pays. Cette mesure a été ajoutée à la proposition initiale lors de la procédure législative dans le but d'augmenter la demande de plastique recyclé. L'adoption formelle par les législateurs est prévue avant la fin de la législature mi 2019. Le texte devra ensuite être transposé en droit national deux ans après son entrée en vigueur.

6 « Global Race to the Top » : appel conjoint UN-UE pour une politique ambitieuse de lutte contre la pollution des océans à l'échelle mondiale

LE SECTEUR INFORMEL : MAILLON CLÉ DU RECYCLAGE DANS LES PAYS EN DÉVELOPPEMENT

Siddharth Hande
Fondateur et PDG, Kabadiwalla Connect

Siddharth Hande est le fondateur et PDG de Kabadiwalla Connect, une entreprise sociale de technologie basée à Chennai. Analyste en données spatiales de formation, il s'intéresse à l'entrepreneuriat social, à la technologie, à l'urbanisme, au secteur informel et à l'économie circulaire dans les pays en développement.

Avant de créer Kabadiwalla Connect, il a été consultant pour plusieurs grands groupes de réflexion et de recherche sur les politiques urbaines en Inde, dont le Centre indo-allemand pour le développement durable de l'IIT-Madras, l'Institut indien pour les établissements humains et l'Institut pour la gestion financière et la recherche.

MOTS CLÉS

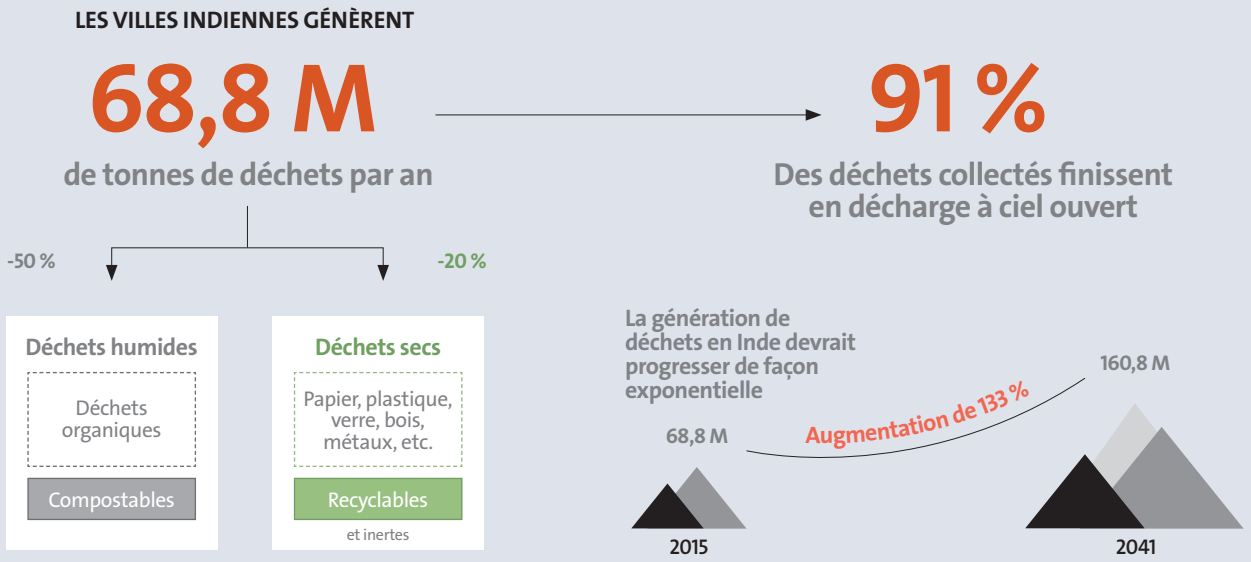
- SECTEUR INFORMEL
- CHAÎNE LOGISTIQUE INVERSÉE
- COLLECTEURS DE DÉCHETS

Dans les villes des pays en développement, la récupération des déchets post-consommation est prise en charge par le secteur informel. Selon Kabadiwalla Connect, une entreprise sociale de technologie basée à Chennai, tirer parti de l'écosystème informel des recycleurs de déchets urbains permettrait de réduire de 70 % la quantité de déchets envoyés en décharge dans les villes indiennes.

Dans le scénario actuel, les municipalités, les marques multinationales et les acteurs de la gestion des déchets ont des difficultés à travailler efficacement avec les acteurs informels, bien que les avantages – commerciaux, environnementaux et sociaux – qu'il y aurait à former des partenariats soient indéniables. En misant sur un processus commercial unique et une technologie récompensée, Kabadiwalla Connect intègre l'écosystème informel à la chaîne logistique inversée et aide les municipalités, les marques et les entreprises de gestion des déchets du monde en développement à récupérer des déchets post-consommation de manière efficace et plus inclusive.

Au lieu d'aborder l'informalité comme un problème, Kabadiwalla Connect utilise sa plateforme technologique pour tirer parti de l'infrastructure informelle existante, et mettre en place un système de gestion des déchets plus efficace. La plateforme KC rend l'écosystème informel plus accessible aux autres acteurs. Ainsi, les municipalités peuvent utiliser l'infrastructure informelle pour réduire leurs coûts d'exploitation, les entreprises de gestion des déchets peuvent s'approvisionner auprès d'elle, les sociétés peuvent s'acquitter de leur responsabilité élargie des producteurs par son intermédiaire, tandis que les ménages et les petites entreprises peuvent envoyer leurs déchets recyclables directement aux collecteurs informels qui en font partie.

Les déchets municipaux solides sont actuellement mal gérés dans les villes en Inde



Source : Département de la politique et de la promotion industrielle, 2011
http://www.seas.columbia.edu/earth/wtert/sofos/Sustainable%20Solid%20Waste%20Management%20in%20India_Final.pdf

Comment avez-vous commencé à travailler avec le secteur informel de la gestion des déchets en Inde ?

Alors que je travaillais dans le secteur du développement et que je me renseignais sur la dimension informelle de la gestion des déchets, je me suis rendu compte que les études s'intéressaient principalement aux collecteurs mais très rarement aux autres acteurs de la chaîne d'approvisionnement informelle. Ainsi, les recommandations sur les solutions de gestion des déchets dans les pays en développement s'inspiraient principalement des modèles occidentaux. Au mieux, une note de bas de page recommandait d'intégrer les collecteurs de déchets.

Or, j'avais très envie de comprendre l'écosystème informel de gestion des déchets dans son ensemble : à qui les collecteurs vendent ? Quelles quantités et quels types de matériaux sont disponibles dans la chaîne d'approvisionnement informelle ? Quels sont les pratiques de stockage et les prix à mesure que les matériaux remontent la chaîne d'approvisionnement ? Comment un matériau passe-t-il du collecteur de déchets au fabricant final ?

En 2015, grâce à une première subvention du Forum Économique Mondial, Kabadiwalla Connect a commencé à cartographier et à recenser les « récupérateurs-entrepreneurs de déchets » (appelés kabadiwallas en Inde) auxquels les collecteurs de déchets vendaient leurs déchets, ainsi que les grossistes-revendeurs, et les intermédiaires à Chennai.

Accumulation de déchets à Chennai

Les résultats étaient fascinants :

- Les kabadiwallas étaient omniprésents en ville : presque 2 000 à Chennai.
- Ils collectaient plus de 24 % du total des déchets recyclables à Chennai, ce qui inclut le papier, le plastique, le verre et le métal.
- Ils gagnaient entre 20 000 et 30 000 roupies par mois (l'équivalent d'un chauffeur de taxi) et pratiquaient cette activité depuis assez longtemps (13 ans en moyenne).
- 52 % des kabadiwallas possèdaient et utilisaient un smartphone.
- Ils étaient freinés par un manque de visibilité, l'absence d'intégration officielle et une asymétrie de l'information.

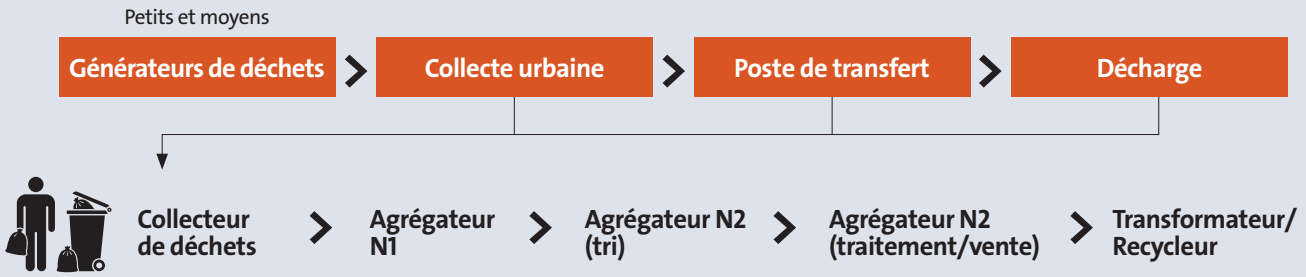
Cette étude nous a révélé qu'il s'agissait d'un écosystème intéressant, présentant des opportunités. Nous nous sommes penchés notamment sur les plastiques et avons constaté un net décalage entre les volumes disponibles pour le recyclage et l'activité des kabadiwallas. Le PET semblait être le matériau le plus standardisé pour le recyclage mais d'autres types de plastique étaient moins bien reçus. Nous avons compris qu'il y avait une opportunité commerciale à faire l'interface entre les collecteurs informels de déchets et ceux chargés du traitement formel du plastique. Nous avons créé une petite infrastructure de recyclage de matériaux afin de se procurer du PET à partir de l'écosystème informel. Notre principal objectif était de prouver qu'il était possible de se procurer un volume important à partir du secteur informel et d'en retirer des avantages (meilleur prix, meilleur horaire de collecte, meilleure connaissance de la dynamique du marché du recyclage du plastique). Nous avons donc développé un processus reposant sur la technologie, afin d'établir un suivi sur la qualité et le volume de matériaux que nous obtenions via le secteur informel.

Suite à cela, nos recherches initiales nous ont permis de remporter une autre subvention de la part du « Global Partnership For Sustainable Development Data ». Ce réseau réunit, à l'échelle mondiale, des gouvernements, le secteur privé et des organisations de la société civile désireuses d'utiliser la révolution des données pour atteindre les objectifs de développement durable.

Grâce à cette subvention, nous sommes en train de terminer la première collecte de données sur le secteur informel de Chennai dans le cadre d'un recensement. Ces données sont en cours d'analyse mais nous voyons déjà se dessiner les grandes lignes :

- Le secteur informel représente une chaîne d'approvisionnement extrêmement robuste et décentralisée, avec des volumes importants, notamment pour le papier et le métal.
- S'agissant du plastique, il existe bien un marché mais les signaux et la maturité ne sont pas encore là. Cela représente une opportunité très intéressante d'organiser correctement cet écosystème.

La collecte informelle est prédominante pour la récupération des déchets post-consommation de petite et moyenne taille dans les villes des pays en développement



Comment fonctionne l'écosystème informel de la gestion des déchets ?

Kabadiwalla Connect identifie trois niveaux dans cette chaîne d'approvisionnement :

- Les agrégateurs de niveau 0 : ces collecteurs récupèrent des déchets dans les poubelles ou les décharges et n'ont pas de coût d'intrants. Certains agrégateurs N0 disposent d'un véhicule de type tricycle à chariot : ce sont des collecteurs itinérants, qui ont un rayon d'action plus vaste et une plus grande capacité. Parfois, les agrégateurs N0 collectent aussi directement auprès des ménages. Ils ne possèdent pas de magasin ou de lieu de stockage personnel.
- Les agrégateurs de niveau 1 : familièrement appelés les kabadiwallas, ce sont de petits collecteurs qui possèdent une échoppe où ils centralisent, stockent et traitent de façon minimale les déchets collectés auprès des agrégateurs N0, des ménages, des habitations et des petites entreprises. Ils choisissent un emplacement qui leur assurera un flux constant en déchets post-consommation, dans des zones résidentielles ou industrielles ou à proximité d'une décharge. Ils ne sont pas discriminants quant aux matériaux et achètent généralement tout ce qu'ils estiment pouvoir vendre en aval. Dans les villes indiennes, les kabadiwallas achètent généralement différents types de papier, de verre, de métal et de plastique. Ils vendent généralement le fruit de leur collecte à un agrégateur N2 ou à un agrégateur N1 plus important, selon un rythme hebdomadaire ou bihebdomadaire.
- Les agrégateurs de niveau 2 : ils achètent principalement des matériaux aux agrégateurs N1 et aux producteurs de déchets recyclables en vrac. Pour que leur activité soit rentable, ils doivent stocker de gros volumes de matériaux recyclables et s'installent de préférence en périphérie des villes. Les agrégateurs N2 sont généralement un peu plus spécialisés, notamment au niveau de la séparation des matériaux ou de leur traitement.

Une employée de l'usine de Kabadiwalla Connect

Les kabadiwallas sont acteurs essentiels pour la collecte informelle des déchets en ville

Collecteur de déchets > **Agrégateur N1** > **Agrégateur N2 (tri)** > **Agrégateur N2 (traitement/vente)** > **Transformateur/ Recycleur**

Notre étude auprès de plus de 1 950 kabadiwallas révèle que :

24 %
des déchets recyclables sont déjà obtenus de façon informelle à partir de ce réseau

170 K
tonnes de matériaux recyclables évitent ainsi d'être mis en décharge

52 %
d'entre eux possèdent un smartphone et 100 % ont un téléphone

270 $
est le revenu mensuel pour plus de 80 % des recycleurs (20 000 INR)

74 %
peuvent développer leur réseau pour se fournir auprès des ménages

Le Fonds monétaire international (FMI) distingue trois types d'acteurs au sein du secteur informel :

- Les personnes extérieures au système : il s'agit généralement d'acteurs informels qui n'entreront jamais dans le secteur formel car leur activité est très peu productive. L'objectif est de leur assurer plus d'équité. Ils correspondent à des agrégateurs de niveaux 0 et 1.
- Les fraudeurs : ils obtiennent un revenu décent, mais en dehors du marché. Ils regroupent des agrégateurs de niveaux 1 et 2.
- Les éviteurs : ils gagnent beaucoup d'argent et profitent du système. Ils correspondent aux agrégateurs de niveau 2 ainsi qu'aux transformateurs.

Les agrégateurs de niveau 2 jouent aussi un rôle important sur la chaîne de valeur informelle du recyclage en ville

Collecteur de déchets > **Agrégateur N1** > **Agrégateur N2 (tri)** > **Agrégateur N2 (traitement/vente)** > **Transformateur/ Recycleur**

Notre étude auprès de plus de 200 agrégateurs de niveau 2 révèle que :

69 %	**7**	**69 %**	**12 K$**	**28 %**	**36**
d'entre eux se spécialisent dans un matériau (papier/ plastique/ verre ou métal)	employés travaillent pour chaque agrégateur	d'entre eux possèdent un smartphone et 100 % ont un téléphone	est leur revenu mensuel	réalisent des profits de 1 500 $ ou plus chaque mois	tonnes : leur capacité moyenne de stockage

Kabadiwalla Connect souhaite en savoir plus sur le fonctionnement de la chaîne d'approvisionnement, afin de rendre le système plus équitable. Notre savoir-faire nous accorde la légitimité d'intervenir dans l'espace politique, pour partager ce que nous avons appris du secteur informel et donner des pistes aux secteurs publics et privés sur la façon d'interagir avec le secteur informel.

Il est intéressant d'envisager d'améliorer l'équité via un « club d'achat inversé », car le volume reste un facteur important de la fixation des prix. Pour l'instant, seuls les agrégateurs de niveau 2 ont vraiment conscience du prix qu'ils peuvent obtenir de la part de leurs clients. Ils extraient beaucoup de valeur mais ne répercutent pas cette information en amont, aux agrégateurs de niveau 1 et de niveau 0. C'est un problème auquel nous pouvons nous attaquer en assurant de meilleures retombées financières en amont. Par exemple, les producteurs de fibres de PET n'achètent qu'à de gros agrégateurs parce qu'ils attendent de gros volumes. Nous pouvons travailler avec 20 agrégateurs de niveau 1 pour réunir de gros volumes et les informer sur les prix.

Une employée de l'usine de Kabadiwalla Connect

Collecteur de déchets ou agrégateur de niveau 0 à Chennai

Quelles sont les interactions entre les secteurs formel et informel de la gestion des déchets ?

Il s'agit d'une chaîne d'approvisionnement extrêmement concurrentielle où les tensions sont fortes, tant pour l'approvisionnement en plastiques de grande valeur que pour la fixation des prix.

Le secteur informel, avec son approche décentralisée, est très compétitif dans ce domaine, malgré de très mauvaises conditions de travail. Notre ambition est d'améliorer ces conditions, sans supprimer l'avantage concurrentiel. Avec les agrégateurs de niveau 2, Kabadiwalla Connect travaille sur la formalisation : les aider à obtenir des machines, à améliorer leur efficacité, à proposer des prix transparents et stables et, en retour, à être plus formalisés. Nous les intégrons au processus officiel et ils conservent leur avantage concurrentiel. Avec les agrégateurs de niveau 0 et de niveau 1, nous nous concentrons davantage sur l'organisation, car ils sont peu enclins à formaliser. Par exemple, quand nous achetons aux agrégateurs de niveau 1 via notre infrastructure de récupération des plastiques, nous leur fournissons les bons justificatifs et nous nous chargeons des obligations fiscales pour eux.

Urbin, le produit issu de l'internet des objets de Kabadiwalla Connect à Chennai

En quoi Kabadiwalla Connect pourrait aider les collecteurs informels de déchets à résoudre le problème du recyclage dans les pays en développement ?

Nous distinguons deux volets dans notre solution de développement : KC Recover et KC Transform.

- **KC Recover** : des solutions technologiques qui aident les clients à récupérer les déchets post-consommation de manière rentable, en tirant parti du secteur informel.

Notre objectif est d'intégrer le secteur informel à une chaîne logistique inversée. Nous développons des technologies, notamment via l'internet des objets (IoT), qui aident les agrégateurs de niveaux 1 et 2 à travailler ensemble plus efficacement et à fournir des indicateurs clés en vue d'améliorer la traçabilité. Nous avons notamment développé une poubelle connectée (IoT). Quand elle est pleine, le kabadiwalla est averti et peut venir la récupérer. C'est un moyen de renforcer la fidélité de l'agrégateur de niveau 1, de simplifier la logistique et de réduire les coûts. Nous pensons aussi que la Blockchain peut offrir le meilleur niveau de transparence en matière de recyclage, notamment en vue de créer une organisation permettant de gérer les questions de responsabilité élargie des producteurs.

- **KC Transform** : des solutions qui aident les acteurs informels à créer plus de valeur à partir des matériaux qu'ils collectent dans les villes.

Notre objectif est ici de renforcer la valeur de la chaîne d'approvisionnement informelle. L'une de nos principales initiatives est la mise en place d'une installation de récupération de plastique très optimisée, approvisionnée par le secteur informel. Nous avons un an et demi d'expérience sur le PET et nous avons un niveau de qualité élevé : 80 à 90 % de PET en moyenne, grâce à un bon tri. Le partenariat avec Veolia nous aide à améliorer la transformation et la valorisation haut de gamme.

Quel est votre modèle économique ?

Kabadiwalla Connect contribue à l'intégration des acteurs informels dans la chaîne de valeur de la collecte et du recyclage des déchets. La gamme de produits KC Recover nous permet de chiffrer la traçabilité, l'accès à des volumes et l'intégration du secteur informel. Notre technologie garantit la traçabilité et l'accès à des volumes.

Avec KC Transform, nous essayons de mettre en place un modèle de franchise pour notre installation de récupération de plastique, en vue de travailler avec d'autres agrégateurs de niveau 2 et de les aider à proposer de plus gros volumes et à moderniser leurs installations.

Nous explorons aussi différentes options sur la question de la fidélisation : la mise en place de franchises est l'une des pistes. Nous pourrions également créer un marché autour de nos franchises. Nous envisageons également de commercialiser certains produits utiles au secteur informel, comme cette poubelle connectée (IoT) que nous pouvons par exemple vendre aux municipalités.

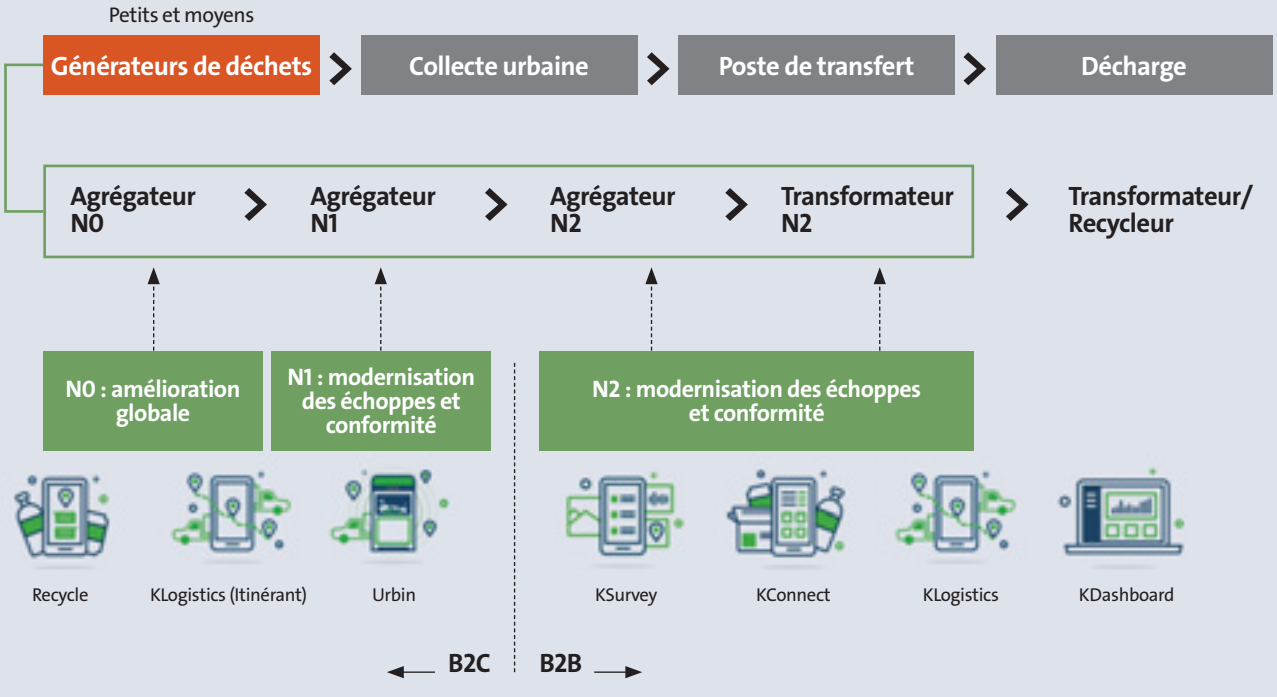
Par ailleurs, nous accordons une prime sociale à nos activités ayant un impact social : amélioration des normes d'hygiène et de sécurité, modernisation des magasins et des pratiques de stockage, etc.

La plateforme KC rend l'écosystème informel plus accessible aux autres acteurs. Ainsi, les municipalités peuvent utiliser l'infrastructure informelle pour réduire leurs coûts d'exploitation, les entreprises de gestion des déchets peuvent s'y fournir, les sociétés peuvent s'acquitter de leur responsabilité élargie des producteurs par son intermédiaire, tandis que les ménages et les petites entreprises peuvent envoyer leurs déchets recyclables directement aux kabadiwallas qui en font partie.

Installation de valorisation des déchets de Kabadiwalla Connect à Chennai

À terme, nous espérons utiliser les solutions de KC Recover et KC Transform pour développer une organisation liée à la responsabilité des producteurs destinée aux villes des pays en développement.

Kabadiwalla Connect accompagne toute la chaîne de valeur informelle du recyclage



Kabadiwalla ou agrégateur de niveau 1

Accumulation de déchets à Chennai

Quelle est la mission sociale de Kabadiwalla Connect ?

Au lieu d'aborder l'informalité comme un problème, Kabadiwalla Connect a choisi d'utiliser sa plateforme technologique pour tirer parti de l'infrastructure informelle existante et mettre en place un système de gestion des déchets plus efficace. Notre mission sociale consiste à faire en sorte que personne ne soit laissé pour compte, dans le contexte d'un intérêt croissant pour l'économie circulaire.

Les kabadiwallas et les agrégateurs de niveau 2 sont des entrepreneurs. Notre mission consiste à mettre en place les bonnes mesures incitatives pour cet écosystème, afin que les changements se répercutent jusqu'aux agrégateurs de niveau 0 qui sont encore extrêmement marginalisés. Nous essayons de développer un écosystème incitant les agrégateurs de niveau 2 à mieux traiter les agrégateurs de niveau 1, par exemple en leur fournissant des gants pour travailler dans de meilleures conditions.

Il y a une vraie rupture, d'ordre financier, entre les agrégateurs de niveaux 1 et 2, ce qui les empêche de fournir davantage de volumes. Nous explorons la possibilité de leur fournir un soutien par le biais de la microfinance.

Kabadiwalla Connect a choisi de ne pas aborder l'informalité comme un problème. Grâce à sa plateforme technologique, elle tire parti de l'infrastructure informelle existante, pour mettre en place un système de gestion des déchets plus efficace.

Comment tirer parti de ce retour d'expérience et favoriser la réplication ?

Je crois fermement qu'il existe un vrai besoin d'apprentissage des pays du Sud vers les pays du Sud. L'Afrique, l'Asie, l'Amérique latine devraient apprendre les unes des autres, comprendre leurs différences et tenter de les atténuer. L'apprentissage Sud-Sud va être essentiel pour soutenir la croissance dans les pays en développement, en vue d'établir un dialogue à deux voix et dépasser le dialogue Nord-Sud traditionnel.

Une étude que nous menons actuellement sur le terrain en Indonésie montre des écosystèmes similaires à ceux de l'Inde. Il existe également trois niveaux d'agrégateurs, mais les agrégateurs de niveau 1 sont beaucoup plus petits qu'en Inde. C'est important que l'Indonésie et l'Inde puissent apprendre de leurs expériences mutuelles et accroître ainsi les possibilités de réplication. Par ailleurs, dans les années à venir, les pays développés pourraient également s'intéresser au secteur informel des déchets dans le cadre d'une approche décentralisée et concurrentielle.

LE PLASTIQUE SELON UNE PERSPECTIVE PLANÉTAIRE

Erin Simon
Directrice de la recherche et du développement durable, WWF

Le Fonds Mondial pour la Nature (WWF) est une organisation internationale non-gouvernementale dont l'objectif consiste à stopper la dégradation de l'environnement dans le monde et à construire un avenir où les êtres humains pourront vivre en harmonie avec la nature.

Erin Simon œuvre au quotidien pour susciter des changements positifs dans tous les secteurs, via le programme sur la science des matériaux et des emballages qu'elle dirige au sein du WWF. En tant que Directrice de la recherche et du développement durable, Erin travaille en lien avec le secteur privé afin d'améliorer la durabilité des chaînes logistiques industrielles et d'aider les entreprises à prendre des décisions éclairées et responsables pour leurs produits et leurs emballages.

MOTS CLÉS

- BIOPLASTIQUE
- RECYCLAGE
- GESTION DES MATÉRIAUX
- ÉCONOMIE CIRCULAIRE

Comme tous les matériaux, le plastique présente à la fois des inconvénients et des avantages[1, 2, 3]. Cependant, la plupart des plastiques actuels sont produits à partir de ressources fossiles non renouvelables et, chaque jour, des quantités énormes de plastique s'ajoutent aux déchets marins existants[4]. Le plastique mal géré représente également une occasion manquée de récupérer et de réutiliser des matériaux précieux[5]. Pour résoudre ce problème d'envergure mondiale, il convient de faire preuve d'innovation dans la conception des produits et dans la gestion des déchets. Deux solutions peuvent nous aider à réduire les contraintes que nous exerçons sur la planète : l'approvisionnement responsable de nouveaux plastiques et un système circulaire où les matériaux sont utilisés plusieurs fois[6, 7].

Pour tenter de résoudre le problème du plastique à l'échelle mondiale, il convient de procéder à une analyse globale et de mettre en place des changements à toutes les étapes du cycle de vie de ce matériau. Le WWF a créé deux plateformes qui s'efforcent de résoudre les problèmes liés à l'approvisionnement en matières premières et aux déchets plastiques : l'alliance pour les matières bioplastiques (« Bioplastic Feedstock Alliance ») et la vision circulaire des matières (« Cascading Materials Vision »). Via ces projets, le WWF collabore avec de nombreux partenaires en vue d'identifier et de mettre en œuvre des changements durables et d'instituer un marché mondial pour la gestion durable des matériaux. Ces initiatives rassemblent des entreprises, des organisations non gouvernementales, des chercheurs et des décideurs engagés. Leur objectif : un avenir où nous pourrons nous approvisionner et utiliser les plastiques de façon plus réfléchie et responsable.

« Bioplastic Feedstock Alliance » (BFA) explore l'utilisation et les impacts du bioplastique. Le WWF a développé une méthodologie visant à aider les membres de BFA à évaluer les risques de la chaîne d'approvisionnement associés à des matières premières bioplastiques spécifiques.

« Cascading Materials Vision » est une plateforme qui aspire à instituer un système global de gestion efficace des matériaux. Ce cadre commun est utilisé pour amener les secteurs concernés à se tourner vers des solutions réalisables, durables et inclusives, susceptibles de s'attaquer aux problèmes systémiques qui empêchent la création, la commercialisation et l'utilisation des matériaux secondaires (c'est-à-dire des matières qui ont déjà été utilisées au moins une fois). BFA et « Cascading Material Vision » s'inscrivent dans le cadre d'une économie circulaire.

INTRODUCTION

La majorité des plastiques utilisés aujourd'hui sont fabriqués à partir de ressources fossiles non renouvelables. Le plastique mal géré se retrouve dans les écosystèmes, perturbant inutilement l'environnement et ses habitants. Pour ces deux raisons, il s'avère indispensable de s'attaquer au plus vite à l'utilisation du plastique et à la pollution par le plastique, deux questions majeures sur le plan de la préservation de l'environnement.

La demande mondiale de plastique met à mal nos ressources limitées et la pollution par le plastique constitue une menace sérieuse pour la santé des écosystèmes et de la faune. 275 millions de tonnes de déchets plastiques[8] sont produits chaque année et on estime que 8 millions de tonnes de ces déchets plastiques finissent chaque année dans nos océans. Selon les scientifiques, ce volume annuel de déchets plastiques s'ajoute aux 150 millions de tonnes de déchets plastiques déjà accumulés dans les milieux marins[4].

Toutefois, le plastique joue un rôle important dans notre vie quotidienne. Son élimination ou son remplacement par d'autres matériaux entraînerait des compromis non négligeables qu'il convient de garder à l'esprit. Tout d'abord, le plastique est un matériau à la fois léger et solide. C'est pourquoi le fait de le privilégier par rapport à d'autres matériaux permet de limiter la consommation de carburant et les émissions de gaz à effet de serre[3, 9]. Par ailleurs, le plastique prolonge la durée de conservation des aliments frais et contribue ainsi à garantir leur salubrité. Le choix de matériaux alternatifs pour les emballages alimentaires, qui seraient peut-être moins efficace pour préserver la salubrité et la fraîcheur, pourrait contribuer au gaspillage alimentaire. Celui-ci aurait alors un impact sur l'approvisionnement, et donc sur l'environnement[9]. Le plastique a également des applications importantes dans le domaine de la santé, notamment sur le plan de la stérilisation des dispositifs médicaux et des médicaments. L'utilisation d'autres matériaux pour ces fonctions pourrait entraîner une hausse des coûts en ressources et en personnel[10].

L'élimination de certains plastiques à usage unique tels que les pailles, les gobelets et les sacs constitue un pas en avant dans la lutte contre les déchets de matériaux. L'identification et l'élimination de ces plastiques à usage unique sont devenues depuis quelques années une véritable question d'intérêt public et le phénomène prend de plus en plus d'ampleur[11, 12]. Cependant, pour les plastiques plus difficiles à remplacer, il faudra mettre en place un approvisionnement responsable en vue de réduire les impacts négatifs du processus traditionnel de production. Le bioplastique fait partie des candidats, mais il faudra d'abord évaluer la durabilité des matières premières bioplastiques pour confirmer ses avantages environnementaux, sociaux et économiques par rapport au plastique traditionnel. La récupération et la réutilisation du plastique de façon circulaire nous permettraient de faire plus avec moins d'énergie. Les matériaux secondaires, ceux qui ont été utilisés et recyclés en vue d'une deuxième vie, offrent la possibilité de réduire notre impact environnemental et de redonner une valeur économique à des matériaux autrefois considérés comme des déchets. Enfin, il conviendra de chercher et de mettre en œuvre des systèmes visant à réduire les fuites de plastique dans les milieux naturels, afin de réduire les impacts du plastique à l'échelle mondiale.

LA POLLUTION LIÉE AU PLASTIQUE

La production de plastique a augmenté d'environ 10 % par an depuis 1950, année où la production mondiale n'était que de 1,5 million de tonnes[13]. Aujourd'hui, la production mondiale annuelle est estimée à 275 millions de tonnes[4]. Par comparaison, 150 millions de tonnes sont déjà présentes dans nos océans et environ 8 millions de tonnes s'y ajoutent chaque année[4].

Ces dernières années, la sensibilisation de l'opinion publique à la pollution liée au plastique s'est considérablement accrue. Les déchets plastiques en milieu marin créent des problèmes à tous les niveaux de la chaîne alimentaire, entravant ou étouffant la faune marine[14]. Les plastiques peuvent mettre des centaines d'années à se dégrader, avoir un impact négatif sur la qualité de l'eau, voire influer négativement sur la santé humaine via des espèces marines contaminées par des plastiques contenant des métaux[14, 15]. Le Sud-Est asiatique fait partie des régions enregistrant le plus de fuites de plastique dans le milieu naturel : la moitié des déchets plastiques terrestres proviennent de Chine, d'Indonésie, des Philippines, de Thaïlande et du Vietnam[16]. Dans ces pays, le développement économique, très rapide, a pris de court les systèmes de gestion des déchets susceptibles de soutenir ces nouvelles économies[16].

LA RÉPONSE DU WWF

Le WWF en a conscience : pour satisfaire les besoins croissants d'une population en hausse, il faut de plus en plus de ressources. Grâce à une prise de décision éclairée et à une gestion responsable des ressources naturelles, le WWF estime qu'il est possible d'atténuer les problèmes liés au plastique. L'organisation a développé deux plateformes grâce auxquelles nous pouvons réduire les impacts de la production et de l'utilisation du plastique. « Cascading Materials Vision » (Vision circulaire des matières) et « Bioplastic Feedstock Alliance » (Alliance des matières bioplastiques) rassemblent des entreprises, des organisations non gouvernementales, des chercheurs et des décideurs bien décidés à bâtir un avenir où l'approvisionnement et l'utilisation du plastique seraient plus réfléchis et responsables.

« Bioplastic Feedstock Alliance » (BFA) explore, sous la direction du WWF, l'utilisation et les impacts des bioplastiques. BFA entend faciliter le recours à des recherches scientifiques crédibles et à la pensée critique pour évaluer de façon responsable les matières premières du bioplastique. Les membres de BFA s'engagent à sélectionner de façon responsable les matières premières pour les plastiques d'origine végétale et ils bénéficient d'outils techniques et de conseils pour faciliter leur processus d'évaluation.

« Cascading Materials Vision » a pour mission d'encourager des décisions visant à utiliser de façon accrue des matériaux secondaires de haute qualité. Actuellement, les matériaux secondaires ne sont pas utilisés dans de nombreuses industries

Fourchette en bioplastique et boîte à déjeuner biodégradable sur feuille de bananier

Biopolymère réalisé à partir de feuilles et de bois

à cause de problèmes systémiques. La réutilisation à grande échelle de ces matériaux pourrait réduire considérablement notre recours à des matériaux vierges et aider les entreprises à exploiter la valeur économique des matériaux recyclés.

« Cascading Materials Vision » et « Bioplastic Feedstock Alliance » rassemblent des entreprises, des organisations non gouvernementales, des chercheurs et des décideurs bien décidés à bâtir un avenir où l'approvisionnement et l'utilisation du plastique seraient plus réfléchis et responsables.

L'APPROVISIONNEMENT RESPONSABLE AVEC « BIOPLASTIC FEEDSTOCK ALLIANCE »

Dirigée par le WWF, « Bioplastic Feedstock Alliance » regroupe certaines des plus grandes marques mondiales de biens de consommation. Il s'agit d'un forum collaboratif multipartite dont l'objectif est d'informer sur les performances environnementales et sociales des sources potentielles de matières premières destinées à la fabrication de bioplastiques. Parmi les membres du BFA figurent notamment The Coca-Cola Company, PepsiCo, Danone, Ford Motor Company, Nestlé, Procter & Gamble, Unilever, le Groupe LEGO, McDonald's Corporation et Target Corporation. Ces multinationales, en lien avec des ONG et des chercheurs reconnus, se sont engagées à prendre des décisions responsables, reposant sur des données scientifiques et une pensée critique éclairée, au moment de choisir les matières premières des bioplastiques. L'objectif est d'encourager le recours à des matériaux plus durables, contribuant ainsi à créer une valeur durable pour les générations actuelles et futures.

Bien que la bioéconomie offre des solutions prometteuses à certains problèmes environnementaux majeurs de notre époque, elle a également mis en lumière des questions centrales telles que la concurrence pour les ressources alimentaires, terrestres, hydriques et énergétiques. Ces questions représentent des défis de taille pour la croissance future de l'industrie des bioplastiques dans le cadre de cette bioéconomie. BFA cherche à identifier les impacts potentiels de l'industrie des bioplastiques et les mesures d'atténuation possibles. De cette façon, BFA peut aider la récente chaîne d'approvisionnement de l'industrie des bioplastiques à évoluer dans le bon sens.

Le WWF a mis au point une méthodologie visant à aider les membres de BFA à évaluer les risques de la chaîne d'approvisionnement en bioplastique. Cette méthodologie a été créée pour aider les entreprises à trouver des matières premières ayant un impact plus positif sur l'environnement, la société et l'économie. Il est important de bien noter que, même si les bioplastiques apportent une réponse à la question de l'approvisionnement en plastique, ils sont susceptibles de

connaître le même sort en fin de vie que les plastiques classiques. Si les bioplastiques finissent également dans la nature ou se retrouvent dans des sites d'enfouissement au lieu d'une installation de recyclage où leur valeur peut être récupérée, ils peuvent également avoir un impact environnemental significatif. La question de la valorisation des plastiques, qu'ils soient d'origine biologique ou non, demeure donc un enjeu majeur. C'est là qu'intervient la deuxième initiative du WWF : « Cascading Materials Vision ».

Il est urgent de prendre des décisions plus éclairées concernant les matériaux et d'améliorer nos systèmes de gestion des déchets afin de permettre la réutilisation des matériaux et de préserver leur valeur tout au long du cycle de vie.

LA RÉCUPÉRATION DES MATÉRIAUX AVEC « CASCADING MATERIALS VISION »

Le WWF envisage un système mondial de réutilisation circulaire des matériaux, permettant à chaque entreprise et secteur de protéger ses profits, l'environnement et la richesse future de nos ressources naturelles. « Cascading Materials Vision » est une plateforme qui vise à mettre en place un système efficace pour la gestion des matériaux, à l'échelle mondiale. Il est urgent de prendre des décisions plus éclairées concernant les matériaux et d'améliorer nos systèmes de gestion des déchets afin de permettre la réutilisation des matériaux et de préserver leur valeur tout au long du cycle de vie. Dirigé par le WWF, le projet « Cascading Materials Vision » réunit des marques d'envergure mondiale, des décideurs, des fournisseurs de solutions de gestion des matériaux, ainsi que des organisations environnementales à but non lucratif du monde entier.

Dix principes fondamentaux ont été énoncés en vue d'aider les chefs de file de l'industrie et les autres intervenants à s'approvisionner en matériaux secondaires. Ce cadre commun est utilisé par le WWF pour orienter les secteurs concernés vers des solutions réalisables, durables et inclusives qui s'attaquent aux problèmes systémiques empêchant la création, le commerce et l'utilisation des matériaux secondaires. Le projet « Cascading Materials Vision » vise à éclairer la prise de décision qui permettra d'accroître la disponibilité de matériaux secondaires de haute qualité.

« Cascading Materials Vision » est également utilisé pour sensibiliser les décideurs aux enjeux systémiques auxquels font face la création et l'utilisation des matériaux secondaires, ainsi que pour préparer le dialogue visant à élaborer des politiques concrètes pour relever ces défis. « Cascading Materials Vision » constitue un socle de promotion d'une législation en mesure de soutenir des programmes de gestion des matériaux durables sur les plans social, environnemental et économique.

L'ÉCONOMIE CIRCULAIRE

Les plateformes BFA et « Cascading Material Vision » s'inscrivent dans le cadre d'une économie circulaire qui cherche à réduire les déchets au maximum et à régénérer la valeur tout au long du cycle de vie des produits et des matériaux que nous utilisons. L'économie circulaire est également responsable sur les plans environnemental et social. Pour aboutir à une économie circulaire, il faut poursuivre l'innovation en matière de conception et améliorer les systèmes afin de pouvoir faire

L'économie circulaire

plus avec moins. L'économie circulaire comprend la biosphère et la technosphère, illustrées par les côtés gauche et droit, respectivement de l'illustration à la page 39. Comme la plupart des matériaux se dégradent avec le temps, de nouveaux matériaux doivent entrer dans le système à partir de la biosphère. Les biomatériaux d'origine responsable réduisent notre demande en ressources non renouvelables, ce qui nous garantit l'entrée de nouveaux produits de grande valeur dans le système, partout où cela s'avère nécessaire. Dans la technosphère, il est impératif de récupérer et de réutiliser les matériaux déjà présents dans le système afin de réduire la demande globale de matériaux vierges et de s'assurer qu'ils ne se retrouvent pas sous forme de pollution dans la nature. En soutenant la production durable de biomasse et la réutilisation des matériaux, le WWF aide les producteurs à comprendre leur rôle et leurs responsabilités dans une économie circulaire.

INITIATIVES EN PLACE

Le WWF est fier de s'associer à des organisations de premier plan par le biais des projets BFA et « Cascading Material Vision » en vue de susciter l'action et d'encourager la définition d'objectifs ambitieux. Par exemple, en mars 2018, le groupe LEGO, membre de BFA, a annoncé une nouvelle initiative dans le domaine des bioplastiques[17]. En plus de son engagement d'augmenter son efficacité carbone, de réduire ses émissions de CO_2 tout au long du processus de production et de son achat d'une quantité d'énergie renouvelable supérieure à celle qu'il utilise à l'échelle mondiale, le groupe LEGO a commencé à produire des briques LEGO à partir de matériaux durables. Plus de 150 pièces de LEGO, y compris des accessoires sur le thème de la botanique comme les feuilles, les arbres et les arbustes sont désormais produits à partir de canne à sucre provenant de sources durables. Grâce à son partenariat avec BFA, le groupe LEGO a pu faire en sorte que la canne à sucre utilisée dans la production des briques en bioplastique soit certifiée par une tierce partie. Cette démarche illustre bien les possibilités de production durable de polyéthylène qui existent déjà. D'ici à 2030, l'entreprise danoise espère atteindre l'objectif de zéro déchet mis en décharge et faire en sorte que l'ensemble des matériaux de base et des emballages soient produits de manière durable. Le passage au bioplastique pour les pièces sur le thème de la botanique de LEGO constitue un grand pas vers l'atteinte de ses ambitieux objectifs. Le WWF est impatient d'apporter sa contribution aux projets menés par LEGO, en vue de fournir des produits durables sans compromettre la qualité mondialement reconnue de ses pièces de jeu.

Membre fondateur de BFA, The Coca-Cola Company a donné l'exemple dans l'utilisation des bioplastiques[18]. The Coca-Cola Company a soutenu BFA dans son travail d'identification et d'évaluation des options durables en termes de bioplastiques. À travers cette initiative, l'entreprise de boissons a exploré les options liées aux bioplastiques et a développé une bouteille en PET appelée PlantBottle. Cette bouteille entièrement recyclable contient jusqu'à 30 % de matière végétale. Cela aide Coca-Cola à réduire sa consommation de pétrole, le matériau non renouvelable à partir duquel sont fabriqués les plastiques traditionnels. Des travaux sont en cours pour commercialiser une bouteille

recyclable fabriquée exclusivement à partir de matériaux durables. Entre-temps, l'entreprise s'est fixé comme objectif d'augmenter drastiquement la proportion de biomatériaux et de contenus recyclés utilisés pour la production de nouvelles bouteilles. Avec l'adhésion de Coca-Cola au projet BFA, les décisions sur l'approvisionnement en biomatériaux font l'objet d'une analyse approfondie, afin de disposer des informations nécessaires à une prise de décision éclairée et responsable.

Grâce à leur implication dans le projet « Cascading Material Vision », de nombreuses entreprises de rayonnement mondial ont lancé des initiatives de réutilisation des matériaux et se sont fixé des objectifs ambitieux en matière de contenu recyclé pour leurs produits et emballages. Par exemple, Nestlé a pour ambition d'atteindre 100 % d'emballages recyclables ou réutilisables d'ici à 2025. En outre, Nestlé a reconnu que son rôle dans la mise en place d'une économie circulaire va au-delà de sa propre production. Nestlé s'est associée à des gouvernements locaux et à Green Antz Builders, Inc. en vue de produire des matériaux de construction à partir de déchets plastiques. Ce projet de collaboration est basé aux Philippines, où sont produites, à partir de laminés déchiquetés, des briques emboîtables écologiques et comprimées. Des sites de production ont été mis en place partout aux Philippines, notamment dans des villes telles que Cagayan de Oro, Cauayan, Isabela et Baliwag. En plus de générer de nouveaux produits fiables à partir de déchets, la production de ces éco-briques crée des emplois et des revenus pour les communautés locales. Ce projet offre un bon exemple d'alternative à la fin de vie typique du plastique, qui passe généralement par l'élimination ou par la pollution. Ce programme met en avant la valeur de ces matériaux qui seraient autrement considérés comme des déchets, et apporte des bénéfices pour l'économie locale, assurant ainsi son succès à long terme.

CONCLUSION

Bien que le plastique représente une menace pour nos écosystèmes, son interdiction pure et simple aurait des conséquences sur la santé et la sécurité humaines, ainsi que sur le gaspillage alimentaire. Les matériaux alternatifs ont eux aussi des impacts environnementaux importants. Le plastique présente de nombreux avantages, que les autres matériaux ne sauraient offrir sans graves répercussions sur l'environnement. Quelle que soit la solution retenue, elle impliquera forcément des compromis.

Deux actions parallèles semblent se dessiner : d'une part, l'élimination du plastique à chaque fois que cela est possible et, d'autre part, la réduction de l'empreinte écologique du plastique que nous utilisons encore. En outre, l'approvisionnement responsable en bioplastiques et la mise en place d'un nouveau système de réutilisation des matériaux offrent des solutions prometteuses aux principaux problèmes posés par le plastique aujourd'hui. L'approvisionnement responsable de nouveaux matériaux doit aller de pair avec le recyclage et la réutilisation du plastique, car celui-ci se dégrade avec le temps et ne peut être recyclé à l'infini. Par conséquent, il sera nécessaire de réapprovisionner le plastique avec du bioplastique de source responsable.

Pour réduire les impacts négatifs du plastique tout au long de son cycle de vie, il convient de repenser l'ensemble du système. Le WWF utilise son leadership au sein des projets « Bioplastic Feedstock Alliance » et « Cascading Materials Vision » pour contribuer à un avenir dans lequel le monde entier trouvera et mettra en œuvre des solutions aux problèmes posés par le plastique. Ce travail correspond pleinement à la mission du WWF, qui vise à préserver la diversité biologique mondiale, à inscrire dans la durée l'utilisation des ressources naturelles renouvelables et à promouvoir la réduction de la pollution et de la consommation inutile.

RÉFÉRENCES

1. « The New Plastics Economy: Rethinking the future of plastics », Fondation Ellen MacArthur.
2. P. Roy *et al.*, « A review of life cycle assessment (LCA) on some food products », *J. Food Eng.*, vol. 90, n° 1, p. 1–10, janvier 2009.
3. K. Marsh et B. Bugusu, « Food Packaging—Roles, Materials, and Environmental Issues », *J. Food Sci.*, vol. 72, n° 3, p. R39–R55, avril 2007.
4. « Plastics in the Ocean », 2017. Ocean Conservancy. 7 mars 2017. https://oceanconservancy.org/trash-free-seas/plastics-in-the-ocean/.
5. « Cascading Materials: Extending the life of our natural resources | Projects | WWF », *World Wildlife Fund*. [en ligne]. Disponible : https://www.worldwildlife.org/projects/cascading-materials-extending-the-life-of-our-natural-resources. [consulté le 16 février 2018].
6. « La stratégie UE sur les matières plastiques dans une économie circulaire », Commission européenne, janvier 2018.
7. A. Grabowski, « Responsible Bioplastics », p. 10, novembre 2015.
8. http://science.sciencemag.org/content/347/6223/768 https://oceanconservancy.org/trash-free-seas/plastics-in-the-ocean/.
9. « food_packaging_11.11.13_web.pdf. » [en ligne]. Disponible : http://www.comunidadism.es/wp-content/uploads/downloads/2014/01/food_packaging_11.11.13_web.pdf. [consulté le 16 février 2018].
10. « Validating Medical Device Packaging », UL.
11. « Home », n.d. Plastic Pollution Coalition. Consulté le 2 juillet 2018. http://www.plasticpollutioncoalition.org/.
12. « National Geographic Launches Planet or Plastic?, A Multiyear Initiative to Reduce Single-Use Plastics and Their Impact on the World's Oceans – National Geographic Partners Press Room ». 16 mai 2018. http://press.nationalgeographic.com/2018/05/16/national-geographic-launches-planet-or-plastic-a-multiyear-initiative-to-reduce-single-use-plastics-and-their-impact-on-the-worlds-oceans/.
13. « The Compelling Facts About Plastics », 2008. PlasticEurope.
14. « Ocean Pollution | National Oceanic and Atmospheric Administration », n.d., consulté le 18 juin 2018.
15. Beurteaux, Danielle. 2018. « Is Plastic Waste Poisoning Our Seafood? - Pacific Standard ». 19 avril 2018. https://psmag.com/environment/is-plastic-poisoning-our-oci.
16. « Stemming the Tide: Land-Based Strategies for a Plastic-Free Ocean ». 2016. Ocean Conservancy.
17. « LEGO Plants Made From Plants » 2018. 1er mars 2018. https://www.lego.com/en-us/aboutus/news-room/2018/march/pfp.
18. « PlantBottle Frequently Asked Questions ». 2012. The Coca-Cola Company. 12 janvier 2012. https://www.coca-colacompany.com/stories/plantbottle-frequently-asked-questions.

2. INTÉRÊTS ET LIMITES DES PLASTIQUES

Le plastique est devenu un matériau indispensable de notre vie moderne. Il permet d'économiser de l'énergie, de réduire les émissions de CO_2 et de préserver les ressources. Il est ainsi devenu un allié incontournable de l'industrie agroalimentaire en réduisant le gaspillage alimentaire grâce à un allongement de la durée de conservation des aliments. Le secteur automobile en utilise – il représente environ 20 % des matériaux d'une voiture – afin de réduire le poids des véhicules et ainsi consommer moins de carburant. De même, le plastique représente 60 % des matériaux utilisés pour la fabrication des textiles (soit plus de 70 millions de tonnes de plastique par an) et réduit ainsi le recours aux fibres naturelles (ex : coton, laine, etc.) dont la production utilise d'importantes terres agricoles.

Selon Trucost, le coût environnemental du plastique dans les biens de consommation est 3,8 fois moins élevé que celui des matériaux alternatifs qui seraient nécessaires pour le remplacer. Il estime par exemple que le remplacement des composants en plastique par des matériaux alternatifs dans les véhicules de tourisme vendus en Amérique du Nord en 2015 entraînerait une augmentation de plus de 336 millions de litres de la demande de carburant pour la durée de vie de ces véhicules, pour un coût environnemental de 2,3 milliards de dollars.

Pourtant, le plastique autrefois providentiel s'est désormais transformé en une bombe à retardement. L'ironie de la situation est que ses avantages initiaux sont aussi devenus ses principaux inconvénients : plus de 100 milliards de sacs en plastique sont consommés chaque année en Europe alors que leur durée d'utilisation n'excède généralement pas plus d'une quinzaine de minutes et qu'ils mettent environ 450 ans à se décomposer dans la nature. La pollution plastique est désormais tellement présente dans les sols et sédiments géologiques qu'elle est devenue un marqueur stratigraphique de l'anthropocène, époque géologique postérieure au XVIII^{e} siècle caractérisée par l'impact de l'activité humaine sur l'écosystème naturel.

Les emballages plastiques engendrent d'importantes externalités négatives, estimées à 40 milliards de dollars par an par le Programme des Nations Unies pour l'environnement – un montant supérieur aux profits de l'industrie des emballages plastiques.

Au-delà des pertes économiques, la question de l'impact des plastiques sur l'environnement et la santé humaine est un axe majeur de la controverse autour des plastiques. Les connaissances scientifiques actuelles permettent de démontrer que la toxicité de la pollution plastique, y compris au niveau des nanoplastiques, a un effet négatif sur la faune marine. Par exemple, pour les coraux étant en contact avec du plastique, le risque de contracter des maladies passe de 4 à 80 %. Par ailleurs, les débris de plastique représentent des vecteurs pour les microbes et micro-organismes, participant ainsi à la diffusion de maladies d'espèces invasives ou entraînant des problèmes fonctionnels dans les écosystèmes.

Les effets sur la santé humaine de la présence de fragments de plastique tout au long de la chaîne alimentaire restent mal évalués à l'heure actuelle. Des micro et nanoparticules de plastique ont déjà été identifiées dans l'eau potable, le miel, le sel, les produits de la mer, mais aussi dans l'air et les intestins humains... sans trop savoir évaluer les effets négatifs de leur présence.

La poursuite des efforts de recherche scientifique, avec une meilleure coordination au niveau mondial, apparaît ainsi nécessaire pour mieux comprendre notre empreinte plastique et l'impact de cette pollution sur l'écosystème marin et la santé humaine.

Fanny Arnaud
Coordinatrice de la revue

ACCÉLÉRER LA TRANSITION VERS L'ÉCONOMIE CIRCULAIRE DU PLASTIQUE

Nicolas Grégoire et Igor Chauvelot
Organisation du « cycle du plastique », Danone

Après avoir rejoint Danone en 2006, Nicolas Grégoire a notamment contribué au développement de l'usage du PET recyclé et à la création de l'alliance pour le développement du BioPET. Il dirige aujourd'hui l'organisation du « cycle du plastique » en charge d'assurer la transition vers une économie circulaire du plastique.

Titulaire d'un diplôme d'ingénieur en chimie des polymères et après avoir occupé différents postes au sein de Danone, Igor Chauvelot rejoint l'organisation du « cycle du plastique » en 2016 où il devient responsable de la définition et de la mise en œuvre de la stratégie d'économie circulaire pour les emballages de l'entreprise.

MOTS CLÉS

- CYCLE DU PLASTIQUE
- CIRCULARITÉ DES EMBALLAGES
- MATÉRIAUX RECYCLÉS
- ÉCO-CONCEPTION

Figurant parmi les leaders mondiaux du secteur alimentaire, au service de millions de consommateurs, Danone a recours à des quantités importantes d'emballages, dont près de la moitié est en plastique. Engagée à agir de manière efficace et responsable pour créer de la valeur durable et la partager, Danone a récemment annoncé une série de nouveaux engagements et d'actions visant à garantir la circularité de ses emballages et à accélérer la transition vers une économie 100 % circulaire à l'échelle mondiale d'ici 2025. Cela comprend des initiatives pour améliorer la conception de ses produits et développer des emballages réutilisables ainsi que des modèles alternatifs de distribution et de consommation, des investissements pour développer des filières efficaces et inclusives afin d'augmenter la collecte et le recyclage, et des actions pour préserver les ressources naturelles en réintégrant des matériaux recyclés dans nos emballages et en développant l'usage de matériaux renouvelables.

INTRODUCTION

Symbole de modernité au XX^{e} siècle, le plastique a révolutionné le quotidien dans tous les secteurs et notamment le secteur de l'agroalimentaire. Matériau d'emballage léger et peu coûteux, il a augmenté la sécurité alimentaire et réduit le gaspillage. Autrefois considérés comme novateurs et source de progrès, les emballages plastiques sont de plus en plus remis en question en raison de leur empreinte environnementale. Les emballages plastiques représentent aujourd'hui 26 % du volume total des déchets plastiques et seulement 14 % des emballages plastiques sont collectés pour être recyclés. Convaincue de l'importance de l'enjeu, Danone s'engage à accélérer la transition vers une économie circulaire et faire de la circularité des emballages la nouvelle norme.

LE PLASTIQUE, UN MATÉRIAU DEVENU INCONTOURNABLE ?

DU VERRE AU PLASTIQUE

La relation de Danone avec le plastique est intrinsèquement liée à son histoire et ses évolutions récentes.

Issue de la fusion en 1972 de Danone et BSN, groupe verrier de taille européenne, Danone a historiquement utilisé des emballages en verre pour commercialiser ses produits, et en particulier ses yaourts. Avec l'apparition des emballages plastiques au début des années 1980, Danone a progressivement investi dans ce matériau innovant à l'empreinte carbone bien plus faible que celle du verre. Aujourd'hui, près de la moitié des emballages utilisés par Danone sont en plastique.

DES FONCTIONNALITÉS RECONNUES

Le plastique joue un rôle essentiel pour l'emballage de produits alimentaires, tant pour les producteurs que pour les consommateurs. Peu coûteux, léger et performant, le plastique, par son faible poids, réduit la consommation de carburant dans les transports et ses propriétés de barrière permettent de garder les aliments frais plus longtemps, réduisant ainsi le gaspillage.

La Fondation Ellen MacArthur, figure de proue de l'économie circulaire, reconnaît l'utilité de ce matériau, tout en appelant à son utilisation responsable, afin que les emballages en plastique deviennent une ressource valorisée et non un déchet dans l'environnement.

PLASTIQUE : LA GRANDE CONTROVERSE

Longtemps considéré comme un allié de nos sociétés, le plastique est devenu, en très peu de temps, l'un des symboles de la menace environnementale liée à nos modes de consommation auprès des consommateurs et des pouvoirs publics. En cause notamment, la pollution environnementale. On estime qu'environ un tiers des déchets d'emballage plastique finit déversé dans l'environnement. À cet égard, l'utilisation d'emballages plastiques à usage unique est au cœur des débats.

Les enjeux liés à la gestion des déchets plastiques sont relayés par les médias depuis plus d'une dizaine d'années, et pourtant le sujet des plastiques est devenu, en moins de trois ans, dans plusieurs régions du monde, la priorité numéro un de l'agenda environnemental, dépassant ainsi les sujets liés au changement climatique.

L'explication est simple. Les emballages plastiques les plus répandus ne sont effectivement pas durables puisqu'ils répondent à une logique linéaire : ils sont fabriqués le plus souvent à partir de matières premières vierges, sont consommés, puis jetés. Ce modèle pose donc un certain nombre de problèmes et se doit d'être entièrement repensé.

C'est dans cette optique que Danone se mobilise pour accélérer la transition vers une économie circulaire en investissant dans des solutions innovantes et en collaborant avec l'ensemble des acteurs impliqués (ses pairs, les gouvernements, les ONG, de jeunes entreprises innovantes et le secteur de la finance) afin de faire de la circularité des emballages la nouvelle norme.

L'ÉCONOMIE CIRCULAIRE : UNE SOLUTION ?

Conscient du véritable enjeu que représente le plastique du point de vue environnemental, Danone s'est depuis plusieurs années mobilisée pour réduire l'impact environnemental de ce matériau.

L'objectif est clair : proposer des emballages 100 % circulaires. Pour atteindre cet objectif, Danone agit pour éliminer les emballages inutiles, innove pour concevoir des emballages réutilisables, recyclables ou compostables, et veille à ce que les matériaux produits restent en circulation et ne deviennent pas source de pollution.

RECYCLAGE OU RÉUTILISATION : LES *MUSTS* DE LA NOUVELLE GÉNÉRATION D'EMBALLAGES

L'emballage de demain devra être circulaire, c'est-à-dire conçu pour ne pas se transformer en déchet ou source de pollution.

En 2017, 86 % des emballages plastiques utilisés par Danone étaient recyclables, réutilisables ou compostables. Plus de la moitié des volumes d'eaux vendus dans le monde a été commercialisée dans des bonbonnes réutilisables.

Danone s'est récemment engagée à ce que 100 % de ses emballages soient recyclables, réutilisables ou compostables d'ici 2025. Un défi technique et opérationnel important sur lequel les équipes recherche et innovation sont pleinement mobilisées. Une énergie qui se déploie en premier lieu à Evian, au cœur des Alpes, où est implanté le *Plastic Material Techno Center* (centre névralgique de la recherche sur l'avenir des matériaux plastiques de l'entreprise), mais aussi partout dans le monde, où se nouent des alliances stratégiques pour inventer les matériaux de demain. Alliances scientifiques, accords pré compétitifs, Danone multiplie les accords de collaboration pour accélérer la recherche et identifier des solutions efficaces et durables. Une stratégie payante qui a permis d'identifier des technologies et approches extrêmement prometteuses.

Pour encourager la gestion des déchets, améliorer les conditions de travail et les conditions de vie des chiffonniers au Brésil, Novo Ciclo propose des formations ainsi qu'un soutien technique et infrastructurel.

Danone généralise aujourd'hui la mise en place de programmes d'éco-conception pour ses emballages, comme le programme pilote d'evian® visant à éliminer le film d'emballage non recyclable par des micro-points adhésifs qui permettent d'assembler les bouteilles vendues en pack.

En parallèle, Danone améliore la conception de ses produits afin d'optimiser les matériaux utilisés et de limiter les déchets. Danone développe ainsi des emballages réutilisables ainsi que des modèles innovants de distribution et de consommation, et agit pour éliminer les emballages plastiques problématiques (car non recyclables) ou superflus (qui n'apportent pas de valeur ajoutée au produit ou à sa préservation). Dans cette optique, Danone travaille au développement d'alternatives aux pailles en plastique dans le cadre d'un programme pilote qui sera lancé en 2019 par sa marque AQUA en Indonésie.

CRÉER LES CONDITIONS D'UNE ÉCONOMIE CIRCULAIRE EN PRATIQUE

Le travail sur la conception des emballages est nécessaire, mais ne suffira pas à lui seul à garantir leur circularité. Pour y parvenir et assurer que le recyclage, la réutilisation ou le compostage des emballages aient effectivement lieu, des filières efficaces et inclusives doivent être mises en place et pleinement opérationnelles.

À ce titre, Danone collabore avec les autorités publiques et des partenaires privés afin d'optimiser les filières fondées sur le concept de Responsabilité Élargie du Producteur (REP) ou les modèles de consignes. En France par exemple, Danone a été la première à lancer le concept de la REP, avec la création d'Eco-emballages (aujourd'hui CITEO).

Dans les pays où les systèmes de recyclage sont encore informels, Danone travaille avec les communautés et les gouvernements locaux (comme la Banque interaméricaine de développement), pour améliorer les filières de collecte des déchets, et soutenir des infrastructures de recyclage. Danone et le Fonds Danone pour l'écosystème ont investi dans des initiatives de recyclage inclusif dans 7 pays, veillant à développer un cadre de travail sécurisé, une rémunération décente ainsi qu'une protection sociale convenable pour les chiffonniers (c'est-à-dire les personnes qui collectent les déchets). À ce jour, ces projets ont permis à Danone de soutenir et développer les compétences de près de 6 000 personnes, et permettent de recycler plus de 45 000 tonnes de déchets chaque année.

Enfin, les marques de Danone jouent un rôle fondamental pour impliquer les consommateurs et soutenir la recherche et l'innovation. Par exemple, evian® participe à une mission de recherche en partenariat avec The Ocean Cleanup, une start-up néerlandaise à but non-lucratif qui développe des solutions innovantes et à fort potentiel pour participer à l'élimination du plastique dans les océans. La marque Danone AQUA s'est par ailleurs engagée à collecter plus de plastique qu'elle n'en produit en Indonésie, y compris en récupérant des déchets en milieu marin.

En outre, Danone veut contribuer à atteindre ou dépasser les objectifs de collecte définis par les pouvoirs publics, par exemple l'objectif visant plus de 90 % de bouteilles collectées au sein de l'Union européenne d'ici 2025. Pour cela, Danone soutient les filières les plus efficaces mises en place par le secteur public et s'est fixé pour objectif de renforcer ses investissements dans des initiatives privées qui développent des infrastructures d'économie circulaire – en particulier dans les pays où les systèmes de collecte sont encore informels et ceux qui présentent un risque élevé de déversement de plastiques dans la nature. À ce titre, Danone a récemment investi plus de 5 millions de dollars dans le Fonds Closed Loop, qui déploie des structures de recyclage à grande échelle aux États-Unis, et cherche par ailleurs à investir dans des initiatives similaires, par exemple via Circulate Capital en Asie du Sud-Est.

D'ici 2025, Danone aura lancé ou soutenu des initiatives de collecte et de recyclage dans ses 20 principaux marchés, qui représentent environ 90 % de son chiffre d'affaires.

PRÉSERVER LES RESSOURCES NATURELLES

Passer à une économie circulaire signifie ne plus utiliser d'emballages issus de ressources non renouvelables. Cela permet de préserver les ressources naturelles et de maintenir les emballages déjà existants en circulation. Pour ce faire, Danone poursuit ses efforts pour augmenter la proportion de matériaux recyclés dans ses emballages, et développe également des emballages fabriqués à partir de matériaux renouvelables. En 2017, les emballages Danone contenaient en moyenne 36 % de matières recyclées, et les bouteilles 14 % de PET recyclé.

Passer à une économie circulaire signifie ne plus utiliser d'emballages issus de ressources non renouvelables.

Parallèlement, Danone soutient le développement et l'utilisation de matières renouvelables et biosourcées pour réduire sa dépendance aux plastiques issus de combustibles fossiles. À ce titre, Danone s'est associée à Nestlé Waters, PepsiCo et Origin Materials afin de commercialiser en 2021 la première bouteille contenant 75 % de plastique biosourcé.

Danone compte significativement augmenter la quantité de plastiques recyclés et biosourcés utilisés dans ses emballages. D'ici 2021, l'entreprise commercialisera des bouteilles en PET 100 % recyclé dans tous ses marchés majeurs. D'ici 2025, ses emballages plastiques contiendront en moyenne 25 % de matériaux recyclés (50 % pour ses bouteilles et 100 % pour les bouteilles d'evian®). Danone s'efforcera également de proposer des bouteilles fabriquées entièrement en plastique biosourcé.

LA NÉCESSITÉ D'UNE ACTION COLLECTIVE ET CONCERTÉE

La collaboration est la clé du succès en matière d'économie circulaire. Conscient de l'importance d'avoir une approche systémique pour développer une économie circulaire, Danone a entrepris une démarche d'innovation ouverte et collaborative. Danone a ainsi conclu en 2015 une alliance stratégique mondiale avec Veolia pour explorer ensemble toutes les solutions innovantes dans la gestion de l'eau, des plastiques et des déchets. Cela a notamment abouti au développement d'un nouveau modèle commercial pour l'achat de rPET en Indonésie.

Plus récemment, Danone a signé, à l'occasion de la conférence Our Ocean à Bali, l'Engagement mondial de la Nouvelle économie des plastiques initié par la Fondation Ellen MacArthur en collaboration avec le Programme des Nations Unies pour l'environnement. Les signataires, dont fait partie Danone, s'engagent à œuvrer en faveur d'une nouvelle norme pour les emballages plastiques.

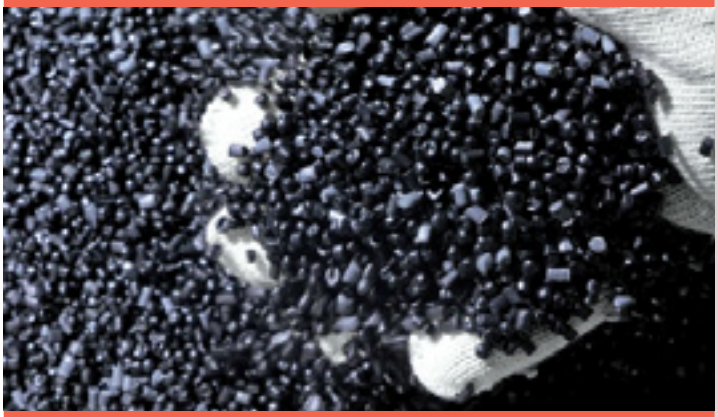
CONCLUSION

Les emballages plastiques jouent un rôle fondamental dans la préservation des qualités nutritionnelles des produits alimentaires. Cependant certains acteurs industriels prennent conscience du véritable enjeu qu'ils représentent du point de vue environnemental, à l'image de Danone. La priorité est donc de continuer à repenser les usages du plastique pour qu'il soit utilisé de façon circulaire, afin de tirer parti de ses atouts, tout en réduisant son empreinte environnementale. La transition vers une économie circulaire s'accélèrera grâce à de nouvelles alliances, à la maîtrise de nouvelles technologies et au développement de solutions innovantes. C'est pourquoi Danone a rejoint en 2017 l'initiative « Nouvelle économie des plastiques » sous l'égide de la Fondation MacArthur qui réunit de nombreux acteurs de l'industrie agroalimentaire pour promouvoir une vision ambitieuse : une économie circulaire des plastiques. Danone a également rejoint l'Engagement mondial de la Nouvelle économie des plastiques, prenant des engagements concrets pour éliminer la pollution plastique à la source.

LE POLYPROPYLÈNE EN BOUCLE COURTE[1], UNE OPPORTUNITÉ POUR LE SECTEUR AUTOMOBILE

Toni Gallone
Développement Industriel
Renault environnement

Agathe Zeni-Guido
Ingénieur INSA Lyon
Master ISIGE Fontainebleau



Toni Gallone travaille au sein du Groupe Renault depuis 1994 et a occupé de nombreux postes, notamment en R&D fonderie, management environnemental & prévention risques des usines Renault, pour le plan recyclage et du développement de l'économie circulaire. Il a œuvré pour l'intégration de matières recyclées au sein des ingénieries Renault, a développé en coopération avec Synova SA de nouveaux grades plastiques recyclés, a industrialisé le tissu « siège » cardé recyclé et a initié l'industrialisation de nouvelles pièces composites.

Agathe Zeni-Guido, ingénieure diplômée de l'INSA de Lyon en Science et Génie des Matériaux (2015) et du Mastère Spécialisé Ingénierie et Gestion de l'Environnement de l'ISIGE, Mines Paristech (2016), a travaillé dans le secteur automobile tour à tour chez Renault, Segula Technologies et Plastic Omnium. Son intérêt pour les thématiques environnementales, plus précisément dans le champ du recyclage, l'a poussée à mettre ses connaissances liées aux matériaux plastiques au service du Groupe Renault lors de cette étude.

MOTS CLÉS

- VÉHICULES HORS D'USAGE
- BOUCLE COURTE
- POLYPROPYLÈNE
- RECYCLAGE
- AUTOMOBILE

1 Boucle courte : terme utilisé au sein du Groupe Renault pour signifier que les opérations de recyclage, collecte, logistique, préparation et transformation de la matière sont des opérations courtes (géographiquement et réintroduction dans le même secteur).

Chaque année, plus d'un million de tonnes de plastique est utilisé par les constructeurs automobiles européens. Deuxième famille de matériau majoritaire au sein des véhicules après le métal, le plastique voit sa part augmenter dans la composition des voitures. Il répond à de nouvelles fonctionnalités techniques avec des grades à haute performance mécanique. Cependant son recyclage est complexe et les méthodes utilisées (déchiquetage, broyage, tri) ne s'avèrent pas assez sélectives, induisant des pertes importantes. La régénération des plastiques automobiles et notamment du polypropylène présente un gros potentiel pour une nouvelle source d'approvisionnement du domaine automobile tout en permettant de répondre aux objectifs réglementaires de valorisation des Véhicules Hors d'Usage (VHU).

Face à ce constat, le Groupe Renault a lancé une étude visant à augmenter le rendement et la valeur de transformation des matières de type polypropylène (PP), dans le cadre de sa politique volontariste d'intégration de matières recyclées dans ses véhicules. Cette étude a permis de mettre en avant des points indispensables pour la mise en place d'une ligne de traitement et de tri optimisée pour la valorisation des plastiques. L'optimisation du schéma de traitement et de tri contribue à la compétitivité de ces matières recyclées. L'augmentation du rendement de récupération du PP se traduit ainsi par une meilleure rentabilité, un renforcement de la chaîne de valeur du recyclage et une ouverture au développement de nouveaux grades techniques.

INTRODUCTION

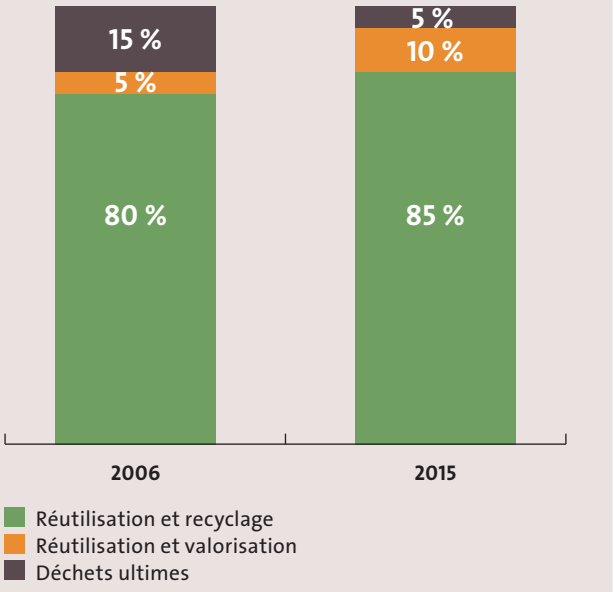
Le plastique, deuxième famille de matériau majoritaire au sein des véhicules après le métal, voit sa part augmenter dans la composition des voitures. Il répond à de nouvelles fonctionnalités techniques avec des grades à haute performance mécanique. Cependant son recyclage est complexe et les méthodes utilisées (déchiquetage, broyage, tri) ne s'avèrent pas assez sélectives, induisant des pertes importantes. Face à ce constat, le Groupe Renault a lancé une étude visant à augmenter le rendement et la valeur de transformation des matières de type polypropylène (PP) dont l'automobile est un gros consommateur. Chaque année plus d'un million de tonnes est utilisé par les constructeurs européens.

Le recyclage des plastiques PP (polypropylène) s'appuie sur certaines entreprises et entités scientifiques ayant la volonté de faire émerger une filière industrielle française de produits techniques issus du recyclage des plastiques de véhicules en fin de vie. Ces industriels ont décidé de collaborer pour échanger les meilleures techniques et envisager des solutions viables et rentables.

DES OBJECTIFS RÉGLEMENTAIRES AMBITIEUX

Une fois arrivés en fin de vie, les Véhicules Hors d'Usage (VHU), considérés comme des déchets dangereux au regard de la réglementation, doivent être dépollués et valorisés. Afin de répondre aux exigences de la Directive Européenne 2000/53/CE, les gestionnaires de VHU sont tenus depuis le 1er janvier 2015 de les valoriser à 95 % en masse ; dont 85 % recyclé et 10 % valorisé énergétiquement. Conformément au principe de la responsabilité élargie du producteur (REP), les constructeurs automobiles doivent ainsi organiser et favoriser le processus de gestion des déchets issus de leurs produits.

Objectifs de valorisation des véhicules hors d'usage
selon la directive 2000/53/CE



Le Groupe Renault a une politique volontariste d'intégration de matières recyclées dans ses véhicules depuis « Mégane II » avec un taux moyen de matières recyclés de 30 % à fin 2014. Il est aussi devenu un acteur de référence dans le domaine du recyclage des Véhicules Hors d'Usage (VHU) via Indra et le projet Life+ « Icarre 95 » (démonstrateur industriel de l'atteinte des 95 % de valorisation des VHU) et aussi sur la mise en œuvre de programmes d'économie circulaire (remanufacturing de pièces, pièces de réemploi, boucles courtes matières...).

LE COURS DES MATIÈRES, UN ENJEU DE COMPÉTITIVITÉ

Le cours des matières premières influence le prix de la matière recyclée. En effet, le marché des plastiques recyclés n'est pas encore mature et les prix ne sont pas tout à fait corrélés à la réalité technique ; plutôt que d'être fonction des coûts de transformation, ils sont en grande partie indexés sur le prix de la résine vierge. L'usage de matière recyclée sera uniquement privilégié lorsqu'elle présente un coût inférieur à celui de la matière vierge. En réponse à ces enjeux, le Groupe Renault travaille activement à l'émergence et à l'optimisation des filières de recyclage pour la valorisation des VHU. Plus d'un million de VHU sont traités chaque année en France, ceci équivaut à un potentiel de matières supérieur à un million de tonnes. L'objectif est double : accroître la valorisation des Véhicules Hors d'Usage et augmenter la quantité de matière recyclée disponible pour un nouvel usage automobile.

La stratégie développée dans ce but par Renault s'inscrit dans le cadre de l'économie circulaire.

DÉVELOPPER DES BOUCLES COURTES POUR LE POLYPROPYLÈNE (PP)

La demande pour les plastiques recyclés dans l'automobile est croissante. Mais plus de 80 % du gisement utilisé est aujourd'hui issu de rebuts de fabrication. L'ambition de Renault est de proposer une alternative qui soit issue des déchets de sa propre filière : les Véhicules Hors d'Usage (VHU). C'est ce que l'on appelle un schéma de recyclage en boucle courte, par opposition à la boucle ouverte où la matière recyclée est utilisée dans un autre secteur industriel. Dans les années 90, le groupe Renault a initié l'introduction du plastique recyclé dans les véhicules. Depuis 2011 il a été plus loin dans sa démarche et a mis en place des boucles courtes de réutilisation de pièces et de matières à travers le projet Icarre 95 cofinancé par le programme européen Life+. Les filières ont été développées de la collecte jusqu'au produit final pour trois familles de matières : plastiques, métaux et mousses & textiles. La boucle courte développée pour le plastique de type polypropylène (PP) consiste à transformer des pare-chocs automobiles (boucliers) et des écrans de passage de roue (EPDR) en matière directement réutilisable pour l'injection de nouvelles pièces automobiles. Les pièces hors d'usage sont compactées en balle pour faciliter le transport puis broyées et introduites dans une cuve de flottaison afin de trier les différentes qualités de plastique en fonction de leur densité. La matière triée est enfin compoundée : ajout de charges, additifs et/ou matière vierge, pour améliorer les caractéristiques techniques du plastique et correspondre au cahier des charges client.

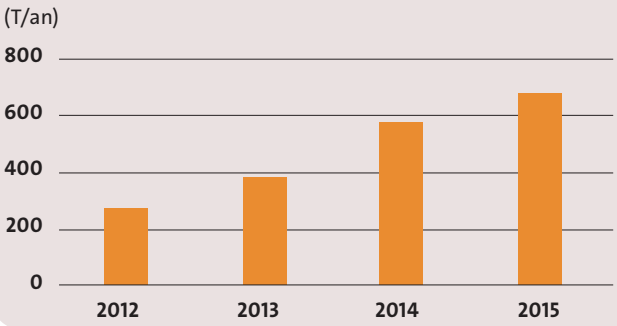
Balles de boucliers automobiles

La boucle courte sur le PP est le résultat d'une coopération étroite entre divers acteurs, chacun apportant sa compétence :

- INDRA pour le démontage matière : joint-venture de Renault et SITA/Suez Environnement spécialisée dans la déconstruction automobile.
- SYNOVA pour le développement et la transformation de la matière : chimiste transformateur qui crée des compounds à partir de la matière recyclée issue de la boucle.
- Les ateliers des concessions Renault : ils récupèrent des Pièces Hors d'Usage (PHU) sur les véhicules qu'ils réparent. Elles contribuent à alimenter la boucle de recyclage.
- Gaia coordonnateur et acteur de la préparation de la matière : filiale à 100 % de Renault, elle gère la logistique et la vente de matière issue du modèle d'économie circulaire du Groupe. Gaia s'assure également que le processus respecte les différentes attentes des acteurs de la chaîne.

Les volumes de PP récoltés par Gaia augmentent chaque année. Les 680 tonnes de PP récupérées en 2015 représentent l'équivalent de près de 42 000 véhicules auxquels on aurait retiré les pare-chocs avant et arrière ainsi que les EPDR.

Quantité annuelle de PP récoltée



LES FREINS AU RECYCLAGE DU POLYPROPYLÈNE

La préparation de la matière génère de nombreuses pertes : lors du broyage et du séchage de la matière mais surtout lors de l'étape de flottaison. Cette méthode densimétrique est utilisée pour séparer les différents grades plastiques. Plusieurs difficultés affectent cette séparation. Tout d'abord les plages de densité des différents plastiques sont concentrées entre 0,9 et 1,4. D'autre part la présence de charges dans les matériaux comme les charges minérales, les fibres naturelles, les fibres de verre va augmenter la densité de la matière qui va couler lors de la flottaison. Une part non négligeable de PP (chargé au-delà de 15 %) va ainsi couler dans les bains de densité 1,02, valeur généralement fixée dans les installations de flottaison (densité de l'eau sale). La fraction coulante sera considérée comme du déchet et perdue pour une éventuelle valorisation.

Le schéma de traitement suivi actuellement par la majorité des recycleurs est basé quasi-exclusivement sur la densimétrie et les coulants sont peu voire non valorisés. Ainsi en moyenne un quart de la matière injectée dans la boucle courte est écartée. Cela constitue une perte importante qui se traduit par un double coût : d'abord pour son achat, son transport et le traitement qu'elle subit ; ensuite pour la gestion de sa fin de vie par stockage ou valorisation énergétique.

Les perspectives d'optimisation du traitement et du tri des plastiques automobiles doivent se focaliser sur un taux de récupération de matière le plus élevé possible tout en conservant une bonne qualité de produit en sortie. Afin d'optimiser ces paramètres, il est nécessaire de connaître les caractéristiques du flux entrant, pour pouvoir adapter le tri à la récupération des matières visées et l'élimination des autres.

À QUOI RESSEMBLERONT NOS VÉHICULES HORS D'USAGE EN 2030 ?

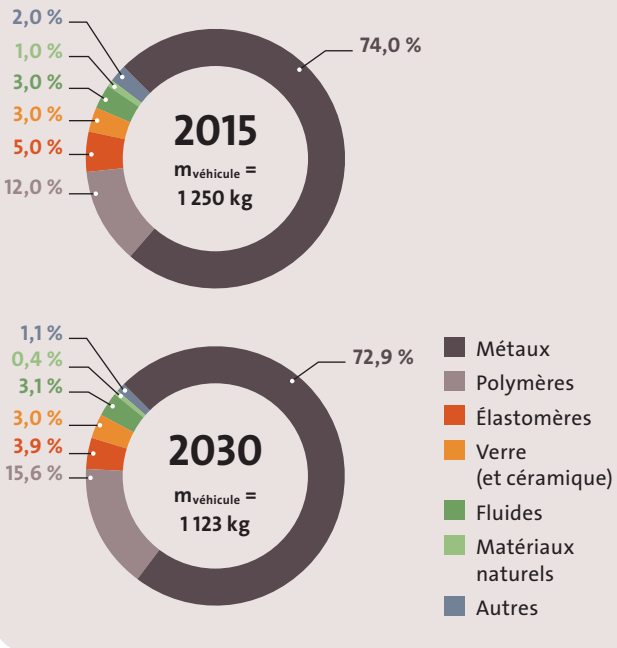
L'âge moyen des véhicules réceptionnés en centre VHU a tendance à augmenter, il est de 17,5 ans en 2014.

C'est-à-dire que les véhicules actuellement sur le marché arriveront en fin de vie à l'horizon 2030.

Une analyse de la composition des véhicules récents a permis d'identifier l'évolution probable de la composition des futurs VHU ; ils contiendront en moyenne 25 kilogrammes de plastique supplémentaires. Ces estimations rendent compte d'un accroissement de l'utilisation de matières plastiques dans l'automobile, souvent en substitution de pièces auparavant en métal ou bien pour ajouter des pièces esthétiques et/ou de confort à l'intérieur de l'habitacle.

Il faut cependant bien distinguer la fraction facilement démontable constituée de plastiques homogènes, de celle plus hétérogène : plastiques multi-matières, inserts métalliques, élastomères...

Estimation de la composition des véhicules hors d'usage



À quoi ressembleront nos véhicules hors d'usage en 2030 ?

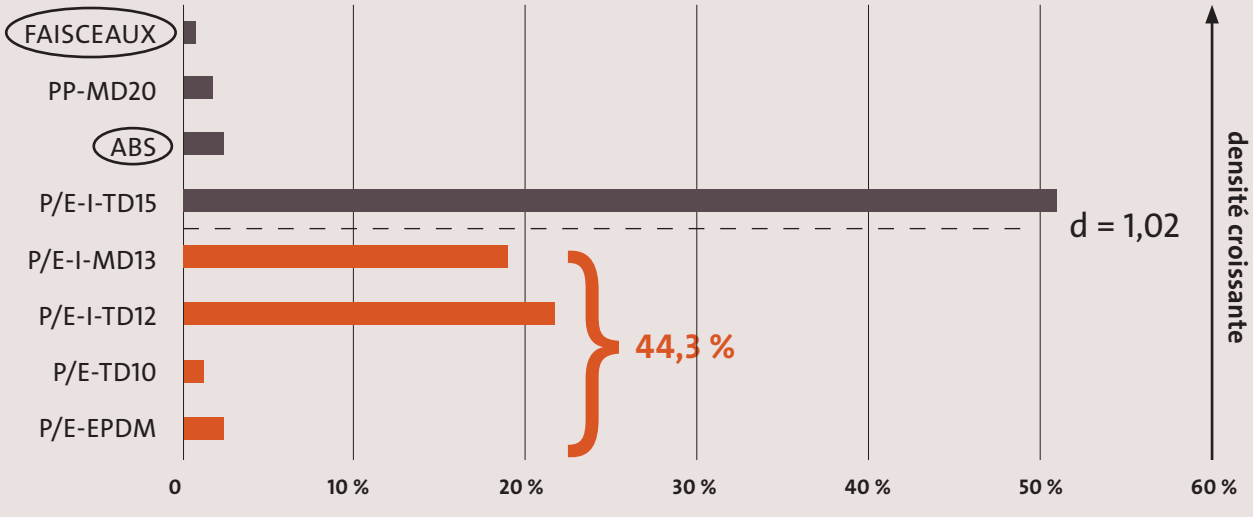
FOCUS SUR LE BOUCLIER AUTOMOBILE

Le bouclier automobile est un élément de sécurité obligatoire sur tous les véhicules, il s'agit de la partie basse de la carrosserie à l'avant et à l'arrière qui permet de protéger contre les chocs car il est déformable. Il est généralement en plastique mais sa matière et sa décoration sont variables : peint ou non dans la couleur de la carrosserie, insertions chromées ou aluminium, pièces décoratives...

L'étude de la composition de boucliers sur différentes marques et modèles montre qu'ils sont constitués quasi-exclusivement de polyoléfines[2], que ce soit à l'avant comme à l'arrière (à plus de 91 %). Cette concentration est intéressante dans le cadre de la valorisation matière des pièces, d'autant que cette tendance est constatée sur plusieurs véhicules de marques différentes. Par exemple, le bouclier avant du Renault Captur contient seulement 44,3 % de matière dont la densité est inférieure à 1,02 ; ce qui signifie que 4,7 kg de matière vont couler dans le bain et être perdus.

2 Les polyoléfines sont une famille de polymères dont font notamment partie le polypropylène (PP) et le polyéthylène (PE). Ils ont la particularité de flotter dans l'eau claire (densité inférieure à 1).

Composition du bouclier avant du Renault Captur



UN CHANGEMENT DE SCHÉMA DE TRAITEMENT NÉCESSAIRE

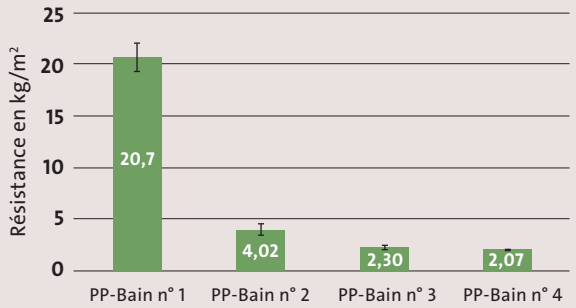
L'étude estime que si l'on traitait un lot de boucliers multi-constructeur de futurs VHU 2030 selon le procédé actuel, il y aurait au final une perte supplémentaire de matière de 9,5 % en moyenne. C'est-à-dire que si l'on ne fait aucune modification, les rendements de récupération de matière vont inévitablement baisser dans le futur. Ce phénomène va s'aggraver dans le temps, il faut donc dès maintenant réfléchir à des modifications du process de broyage / lavage / flottaison permettant de diminuer les pertes pour une meilleure valorisation du PP issu de VHU.

La proposition de l'étude s'attache à éliminer les impuretés : polymères styréniques[3], mousses et films. En effet, les styréniques ont un effet néfaste s'ils restent dans le compound final de PP ; la résistance au choc par exemple chute drastiquement.

Pour éliminer ces indésirables, l'usage de technologies de type aéraulique comme le zig zag ou la table densimétrique sont particulièrement intéressants. Une autre proposition est l'usage de la séparation électrostatique pour un surtri des coulants.

Résistance au choc Charpy entaillé 1eA

Résultat des caractérisations au choc Charpy d'éprouvettes issues de quatre lots.



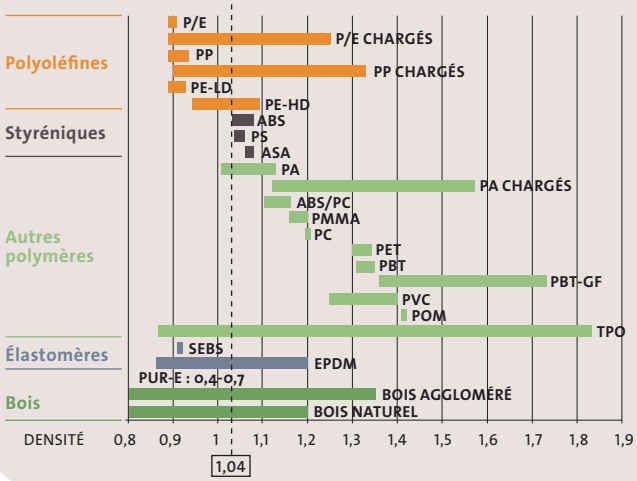
La densité moyenne des échantillons va croissant : 1,008 / 1,046 / 1,052 / 1,056 avec la densité des bains de séparation. La résistance au choc est divisée par plus de quatre entre le bain 1 et les autres, ceci est dû à une densité de bain supérieure dans les bains 2, 3 et 4 qui a engendré la flottaison de matières de type styrénique.

Cette technique permet de trier les particules selon la charge qu'elles acquièrent, au lieu de la densité habituellement utilisée. Or c'est bien le recouvrement des plages de densités des polymères (et d'autres éléments à écarter comme les élastomères ou le bois) qui pose le plus de problèmes.

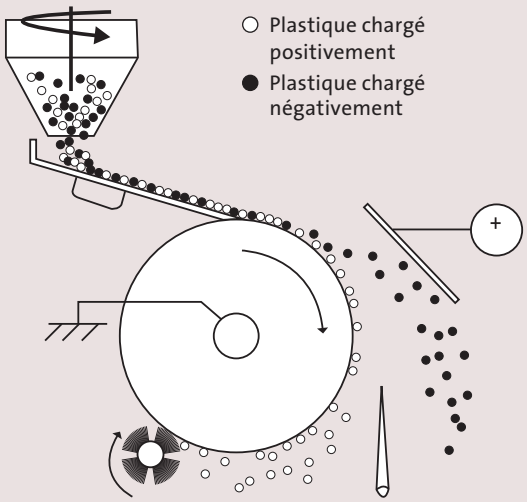
Le tri électrostatique repose sur l'aptitude des particules à se charger positivement ou négativement, il existe deux moyens de charger les particules : les soumettre à un champ électrique (charge Corona) ou bien les charger par friction intensive entre elles (charge électrostatique). La première technique est adaptée à la séparation des conducteurs des non-conducteurs, la deuxième convient bien à la séparation des plastiques. Dans tous les cas, les matières à traiter doivent impérativement être propres et sèches (humidité inférieure à 0,1 %). La taille des fragments est variable entre 1 mm et 1 cm.

L'usage de cette technique permettrait d'obtenir divers flux à valoriser séparément. Elle présente un intérêt pour la réduction de la quantité de déchets et permettrait d'ouvrir la voie à une nouvelle opportunité : créer un marché pour le PP chargé régénéré. De plus, l'ABS également contenu dans les coulants de flottaison pourrait être récupéré de la même manière et bénéficier des avancées techniques réalisées pour le PP.

Recouvrement des plages de densité



Principe de la séparation électrostatique



Les particules de plastique sont chargées par friction dans un tambour rotatif. Elles échangent des électrons entre elles : une matière devient positivement chargée et l'autre négativement. Les particules chargées - sont attirées par l'électrode chargée +.

Source : http://www.hitachizosen.co.jp/english/technology/hitz-tech/material.html

3 La famille des polymères styréniques comprend tous les polymères issus du monomère styrène, comme par exemple le polystyrène (PS), l'acrylonitrilebutadiène-styrène (ABS), l'acrylonitrile-styrèneacrylate (ASA)...

TRAITER DES FLUX MULTI-SOURCING

La matière plastique issue de pièces démontées sur les VHU devra être traitée en complément d'autres sources pour massifier davantage les flux, utiliser la capacité maximale de traitement de la ligne et augmenter l'intérêt de l'optimisation de la ligne de tri. Ceci doit s'accompagner d'une demande client plus importante pour la matière recyclée. L'augmentation de volumes « entrants » pourrait provenir des Déchets d'Équipements Électriques et Électroniques (DEEE) ou bien des déchets d'emballage divers, comme par exemple ceux issus de l'extension des consignes de tri (barquettes, films plastiques, pots de yaourts...). Ces déchets pourraient être traités en différentes campagnes sur la ligne. Ces secteurs sont en effet confrontés aux mêmes problématiques : diversité des matériaux sur un produit et tri de matériaux mélangés en fin de vie, même si les résines polymères employées sont assez différentes de celles du secteur automobile.

AUGMENTER LA TECHNICITÉ DES RÉSINES RECYCLÉES

Les plastiques recyclés sont pour le moment utilisés surtout pour des pièces peu techniques ou non visibles. Lorsque les flux de matières à transformer ou à transporter ont une valeur relativement faible, la compétitivité est plus difficile à atteindre (coûts fixes de transport). Il est alors intéressant de s'orienter sur des applications à plus haute valeur ajoutée comme les pièces visibles en intérieur habitacle.

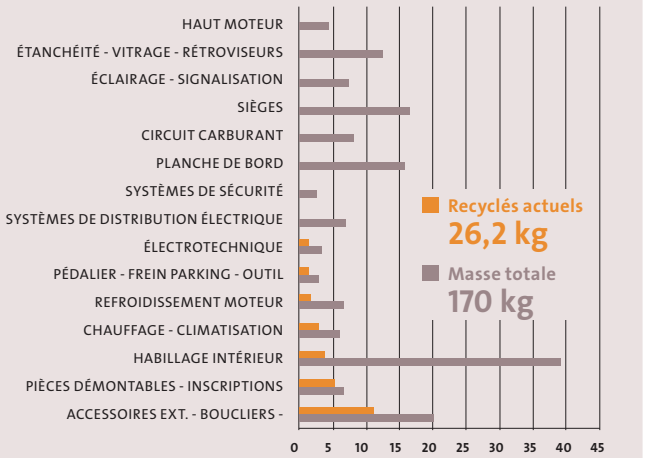
Par exemple, dans la Clio IV restylée (2016) les plastiques recyclés sont utilisés majoritairement dans le bouclier ou les EPDR. L'habillage intérieur, premier débouché en masse des plastiques de la Clio avec près de 40 kilogrammes, contient au contraire très peu de matières recyclées. Il y a donc une grande marge de progression et surtout un débouché très important pour des polymères techniques à développer en recyclé. Cette évolution est possible à condition de respecter certaines logiques de traitement : exclusion de matières PP souillées (batterie, réservoir, résidus de broyage automobile...) et des matières plastiques indésirables (PUR, POM, PMMA, styréniques...).

La qualité sortante admissible devient incontournable pour des grades techniques, les problématiques rencontrées sont différentes pour les pièces destinées à l'intérieur ou à l'extérieur du véhicule :

- pour la validation des matières en intérieur visible les caractéristiques d'aspect (couleur et texture), l'odeur et les émissions de COV (composés organiques volatils) doivent être maîtrisés,
- pour les accessoires extérieurs les freins sont plutôt liés à la mise en peinture et la durabilité (vieillissement, ensoleillement, tenue de la peinture).

Dans les deux cas, la fluidité des matières doit être contrôlée pour permettre la mise en œuvre des pièces avec ces matières recyclées. Les applications des plastiques automobiles sont multiples et demandent des niveaux de technicité différents. Il est pertinent de développer différentes qualités de matière, ceci permet de limiter les pertes lors du tri et de proposer une réponse pour des applications diverses. Les cahiers des charges automobiles restent néanmoins très exigeants et de nombreux critères doivent être vérifiés pour pouvoir utiliser des matières plastiques recyclées dans ce secteur.

Répartition massique des plastiques vierges et recyclés au sein de la Renault Clio 4 restylée (2016)



Source : Gérard Liraut

ENSEIGNEMENTS DE L'ÉTUDE

L'étude a permis de mettre en avant des points indispensables pour la mise en place d'une ligne de traitement et de tri optimisée pour la valorisation des plastiques :

- la nécessité d'un volume important de matière plastique à traiter,
- des sourcings multiples : VHU, DEEE, déchets ménagers etc.
- une compétence en interne pour l'utilisation d'équipements tels que la flottaison, la table densimétrique, le séparateur électrostatique...
- l'obtention de flux de différentes qualités pour minimiser les pertes,
- la recherche de débouchés pour ces flux : le broyé/flotté de PP ainsi que le flux d'ABS et de PP chargé,
- l'association avec un compounder capable de transformer les flux obtenus pour des besoins spécifiques clients.

CONCLUSION

La régénération des plastiques automobiles et notamment du polypropylène présente un gros potentiel pour une nouvelle source d'approvisionnement du domaine automobile tout en permettant de répondre aux objectifs réglementaires de valorisation des VHU. L'optimisation du schéma de traitement et de tri contribue à la compétitivité de ces matières recyclées. L'augmentation du rendement de récupération du PP se traduit ainsi par une meilleure rentabilité, un renforcement de la chaîne de valeur du recyclage et une ouverture au développement de nouveaux grades techniques. Les recycleurs voient leurs revenus augmenter, les pertes de matière supportées par Renault sont moindres et les grades développés peuvent contribuer à alimenter les 52 000 tonnes de plastiques recyclés consommés annuellement par le Groupe. L'ambition est d'augmenter durablement les tonnages.

EFFETS SUR LA SANTÉ MARINE DES MICROPLASTIQUES PRÉSENTS DANS NOS OCÉANS

Subhankar Chatterjee
Professeur assistant, Université centrale d'Himachal Pradesh

Shivika Sharma
Postdoctorante, Université centrale d'Himachal Pradesh

Le Dr. Subhankar Chatterjee, Professeur assistant, et le Dr. Shivika Sharma, Postdoctorante, travaillent à l'Université centrale d'Himachal Pradesh (Kangra, Himachal Pradesh, en Inde). Leurs travaux relèvent du Groupe de recherche de bioremédiation et de métabolomique du Département de Sciences environnementales et du Département de chimie.

MOTS CLÉS

- MICROPLASTIQUES
- MICROBILLES
- BIOTE MARIN
- SANTÉ MARINE

Si le XX^e^ siècle est considéré comme l'âge d'or de l'industrie du plastique, qui a entraîné une production excessive d'objets en plastique, du seau jusqu'à la voiture, alors c'est au XXI^e^ siècle de payer la facture. En raison d'une gestion déraisonnée, d'un manque d'informations sur les effets négatifs et d'une utilisation irresponsable aboutissant à des rejets dans la nature, notre planète est devenue la « planète du plastique ». Ce matériau n'apparaît pas uniquement sous forme de déchets solides, mais aussi de microplastiques, qui constituent aujourd'hui une menace majeure pour la santé humaine et animale. Le plastique pollue non seulement nos routes, nos forêts, nos montagnes, mais aussi nos océans. Les populations humaines, ignorantes du problème, ont toujours jeté les déchets plastiques dans les cours d'eau, suivant la logique bien connue : « si je ne le vois plus, ce n'est plus mon problème ». Or, la présence des microplastiques dans l'écosystème marin est une source de grande inquiétude aujourd'hui.

Dans cet article, nous étudions les différentes sources de microplastiques dans les océans et leurs impacts nocifs sur les organismes marins. En raison de leur dimension microscopique, ces fragments de plastique peuvent être ingérés par un ensemble d'organismes marins, ce qui a des effets néfastes sur leur santé. En outre, la capacité de ces microplastiques à absorber divers polluants hydrophobes nocifs provenant du milieu environnant fait entrer des agents polluants directement dans la chaîne alimentaire. Il est donc nécessaire de mettre en place des politiques et des réglementations pour lutter contre le grave problème de la pollution de l'écosystème marin par les microplastiques. Enfin, pour diminuer cette menace, il est urgent d'arrêter la production du plastique et de le remplacer par des matériaux plus respectueux de l'environnement.

INTRODUCTION

La fabrication et l'utilisation du plastique ont augmenté de façon spectaculaire en raison de son faible coût. Nous constatons aujourd'hui une augmentation de la présence de ces polymères plastiques synthétiques (traités) non recyclés dans l'écosystème terrestre et aquatique[1]. Les petits fragments de plastiques jetés dans l'habitat marin ayant des dimensions ≤ 5 mm sont définis comme des microplastiques[2]. Ces petits morceaux de plastique peuvent être ingérés par différents biotes marins tels que les coraux, le plancton, les invertébrés marins, les poissons et les baleines et remontent ainsi la chaîne alimentaire[3]. Ces polymères plastiques constituent une menace directe pour les organismes marins et affectent aussi indirectement l'écosystème en absorbant d'autres polluants marins. En raison de leur ratio surface/volume élevé, les microplastiques absorbent les polluants hydrophobiques présents dans le système aquatique. Ainsi, la pollution par les microplastiques devient une source d'inquiétude en raison des effets nocifs sur la santé et le biote marins.

LES MICROPLASTIQUES

Les plastiques sont des polymères synthétiques souples ou malléables (flexibles) par nature, qui peuvent adopter différentes formes. Le plastique est constitué d'une longue chaîne de polymères composés de carbone, d'oxygène, d'hydrogène, de silicium et de chlorure provenant du gaz naturel, du pétrole et du charbon[4]. Les principaux plastiques synthétiques sont le polyéthylène (PE), le polypropylène (PP), le polystyrène (PS), le polyéthylène téréphtalate (PET), le chlorure de polyvinyle (PVC), le polyéthylène basse densité (LDPE) et le polyéthylène haute densité (HDPE). Ils constituent 90 % de la production mondiale de plastique[5]. En raison de ses propriétés (flexibilité, durabilité, coût, facilité d'utilisation, légèreté et résistance à la corrosion), le plastique est un composant très utilisé. Comme il isole également de la chaleur et de l'électricité à un niveau élevé, il a également de nombreuses applications industrielles et commerciales[6]. La production de plastique a suivi une courbe exponentielle, passant de 1,5 à 322 millions de tonnes entre 1950 et 2015[7]. Ce sont justement les propriétés du plastique, sa durabilité et sa résistance à la corrosion, qui compliquent les choses quand il faut s'en débarrasser. Des années sont nécessaires pour que des morceaux de plastique se décomposent en petits fragments[8], avec des dimensions variables qui se mesurent en mètres ou en micromètres, sous l'effet du changement des conditions environnementales. Les fragments dont les dimensions sont inférieures à 5 mm sont connus sous le nom de microplastiques[9] et ont une persistance élevée dans l'écosystème. Ils se différencient par leur forme, leur dimension et leur composition chimique.

LES DIFFÉRENTS TYPES DE MICROPLASTIQUES

En fonction de leur origine, on peut classer les microplastiques dans deux catégories : microplastiques primaires ou secondaires[10]. Les microplastiques primaires sont des polymères synthétiques microscopiques utilisés comme exfoliants dans divers procédés : formulations chimiques, produits de sablage, entretien de divers produits plastiques et fabrication de vêtements synthétiques. Les microbilles sont un autre type de plastique primaire (dimension < 2 mm). Il s'agit de billes de polyéthylène (PE), polypropylène (PP), polystyrène (PS) utilisées dans les produits cosmétiques et de soin. Les microplastiques secondaires sont le produit fragmenté des macro ou mésoplastiques, principalement sous l'effet de divers processus environnementaux : biodégradation, photo-dégradation, dégradation thermo-oxydative, dégradation thermique et hydrolyse[3] (cf. schéma 1). D'autres nanoplastiques sont des fragments de plastique de dimension < 1 µm. Tous ces microplastiques et nanoplastiques peuvent avoir des implications dans la bioamplification et la bioaccumulation de divers produits chimiques et polluants en raison de leur rapport surface/volume élevé[11].

Diagramme présentant les différents types de plastiques et leurs effets sur les organismes marins

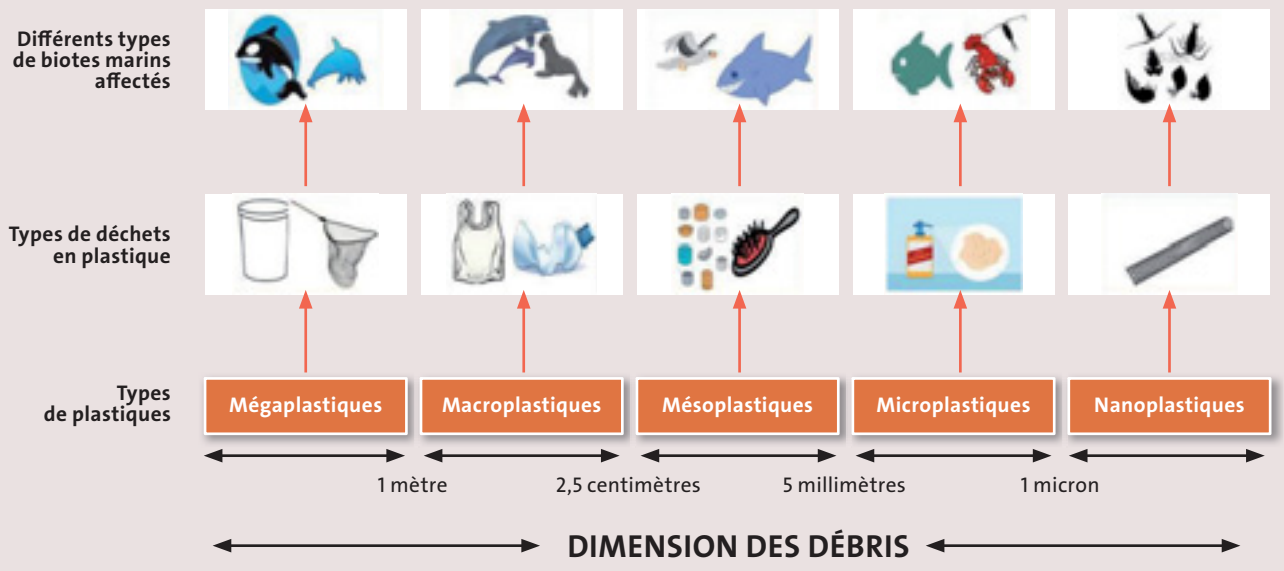


Schéma 1

LES ORIGINES DES MICROPLASTIQUES

La présence de ces fragments de plastique dangereux dans l'écosystème (terrestre et aquatique) est due à différentes activités anthropiques, c'est-à-dire les activités domestiques, industrielles et côtières. L'introduction des microplastiques dans l'écosystème aquatique s'explique principalement par l'écoulement des eaux usées domestiques, qui contiennent des microbilles et des fragments microplastiques (utilisés dans les produits cosmétiques et autres produits de consommation), et par la fragmentation des gros déchets plastiques[12]. L'industrie fabrique le plastique à partir de pastilles et de poudres de résine produites par sablage à air[13] qui finissent par contaminer le milieu aquatique. Les activités côtières, qui comprennent les différentes formes de pêches, les activités du tourisme nautique et les industries marines polluent également l'écosystème marin par les microplastiques.

Une fois entrés dans l'habitat marin, les microplastiques sont exposés à différents processus physico-chimiques comme l'encrassement biologique, le lessivage ou l'incorporation de polluants secondaires. Les microplastiques ont des formes, des tailles et des densités différentes. En fonction de leurs caractéristiques, les fragments se répartissent dans différents compartiments de l'écosystème marin (pour finalement se fixer au benthos), à disposition du biote marin[3]. Le biote marin pélagique, composé de planctons et de crustacés, est exposé à des microplastiques de faible densité, tandis que les organismes benthiques comme les vers polychètes et tubifex, les amphipodes et les mollusques sont exposés à des microplastiques[14] de densité élevée. Le taux de sédimentation des microplastiques tout au long de la colonne d'eau varie en fonction de différents facteurs tels que le type de polymère, l'encrassement biologique et la chimie de la surface des particules[15]. Dans la plupart des études, des microplastiques ont été détectés dans des milieux benthiques et des sédiments. L'environnement benthique est l'un des écosystèmes d'alimentation les plus importants pour un ensemble de biotes marins. Des études récentes révèlent que le biote benthique marin ingère des microplastiques présents dans la mer sous la forme de microbilles et de microfibres[16].

L'EFFET DES MICROPLASTIQUES SUR LA SANTÉ DU BIOTE MARIN

Ces minuscules fragments de plastique sont persistants dans l'écosystème marin et, en raison de leur taille micrométrique, sont confondus avec de la nourriture et ingérés par le biote marin qui comprend les coraux, les phytoplanctons, les zooplanctons, les oursins, les homards, les poissons etc. Ces substances passent alors au niveau trophique suivant. L'impact des microplastiques sur le biote marin est inquiétant car il entraîne des entraves et étouffements, qui peuvent être mortels pour la vie marine. Comme les fragments microplastiques proviennent principalement de sources terrestres, les écosystèmes côtiers (qui comprennent des récifs coralliens) sont particulièrement menacés par cette pollution. Les coraux survivent en association symbiotique avec les algues unicellulaires présentes dans les tissus de la cavité corallienne. L'association algale est une source d'énergie, via le processus de photosynthèse. Les coraux obtiennent également de l'énergie en se nourrissant de plancton pour acquérir des nutriments importants, essentiels à leur croissance, à leur développement et à leur reproduction[3]. Le mécanisme complet comprend l'ingestion, la rétention de fragments plastiques et l'évacuation[17]. Les effets nocifs des microplastiques sur les coraux sont dus à la rétention de fragments de plastique dans les tissus mésentériques, qui entraînent une diminution de la capacité à s'alimenter et une baisse des réserves d'énergie[18].

Les microplastiques nuisent également aux planctons, qui sont la composante essentielle de l'habitat marin.

Par ailleurs, les biofilms microbiens associés aux microplastiques peuvent aussi avoir des effets négatifs sur le récif coralien en accélérant la transmission des agents pathogènes[19]. C'est sur la Grande barrière de corail d'Australie qu'a été signalée pour la première fois la présence de microplastiques dans des coraux scléractiniaires. Les expériences réalisées montrent que les coraux exposés aux microplastiques consomment ces minuscules fragments à un rythme d'environ 50 µg de plastique cm^{-2} h^{-1}. Ces fragments de plastique ingérés, détectés dans le tissu mésentérique de la cavité intestinale du corail, ont des effets négatifs sur la santé du corail[20].

Les microplastiques nuisent également aux planctons, qui sont la composante essentielle de l'habitat marin. La pénétration des microplastiques le long de la paroi cellulaire des phytoplanctons entraîne une diminution de l'absorption de chlorophylle[21]. Par ailleurs, le plancton hétérotrophe exposé aux microplastiques subit également le processus de phagocytose et retient ces minuscules fragments de plastique dans ses tissus[22]. Le zooplancton joue un rôle essentiel dans l'écosystème marin, car ces microorganismes sont des

consommateurs primaires de la chaîne alimentaire aquatique. Les zooplanctons ont des mécanismes d'alimentation variés et utilisent des récepteurs chimiques et mécaniques pour la sélection des proies[23]. L'omniprésence des microplastiques dans l'habitat marin entraîne une interaction des microplastiques avec ces zooplanctons, car les deux sont de même dimension (> 333 µm). Des études expérimentales ont révélé que le zooplancton ingérait des billes de latex quand il était exposé aux microplastiques[25]. Une autre étude a révélé que le zooplancton (qui appartient à la classe des invertébrés marins) avait tendance à ingérer des billes de polystyrène de 1,7 à 30,6 µm. Il a été aussi constaté que quand le *Centropages typicus*, un copépode bien connu, ingérait des microplastiques (de 7,3 µm), il perdait sa capacité à se nourrir, avec des effets négatifs sur sa santé[24]. Les effets des microplastiques sur *Gammarus fossarum* ont tendance à augmenter la croissance de son organisme quand il est exposé au polyméthacrylate de méthyle (PMMA) et au polyhydroxybutyrate (PHB)[26]. En revanche, l'ingestion de microplastiques de polyéthylène (PE) par les organismes benthiques *Hyalella azteca* a tendance à entraîner un ralentissement de la croissance et du processus de reproduction[27]. L'absorption de microplastiques par l'*Arenicola marina* entraîne une réduction de la capacité à s'alimenter, qui débouche sur une perte de poids[28].

Certaines caractéristiques des microplastiques, comme leur dimension microscopique, leurs couleurs attrayantes et leur grande flottabilité les rendent facilement accessibles aux poissons, qui les ingèrent en les prenant pour des planctons ou d'autres proies naturelles. Une étude a révélé la présence dans la cavité intestinale des *Acanthochromis polyacanthus*, des poisons planctonivores, de microplastiques de dimension < 300 µm[29]. L'une de ces expériences montrait que l'ingestion de microplastiques par le poisson entraînait des modifications histopathologiques de l'intestin, causant le détachement de l'épithélium de la lamina propia et provoquant son élargissement, ainsi que la réduction et le gonflement des villosités, l'augmentation du nombre de cellules globulaires et certaines altérations de la structure normale de la membrane séreuse des poissons[30]. Les effets du polystyrène sur la perche commune (*Perca fluviatilis*) ont été étudiés en exposant des œufs et des alevins de perche à divers niveaux de concentration de microplastiques trouvés sur la côte suédoise, à savoir 10 000 particules par m^3 et 80 000 particules par m^3. Il a été constaté que les œufs exposés à de fortes concentrations de microplastiques avaient un taux d'éclosion plus lent que les œufs témoins. De plus, les alevins exposés aux microplastiques étaient plus petits et plus lents que les autres. La capacité de réaction à l'alarme chimique (présence d'un prédateur) des alevins de perche exposés aux microplastiques se révèle très faible, ce qui a un effet négatif sur le taux de survie des poissons. D'autres études ont montré que l'ingestion de microplastiques par les poissons provoquait des altérations métaboliques induisant une hausse ou une baisse des acides gras et des acides aminés respectivement[31]. L'ingestion de micro et de nanoplastiques entraîne des altérations du taux de triglycérides et de cholestérol dans le niveau de sérum sanguin des poisons et cause également des variations dans le transfert de cholestérol entre leurs muscles et leur foie[32].

Les effets nocifs de l'ingestion de microplastiques sont un problème particulièrement préoccupant, surtout chez les

oiseaux marins, car la moitié de ces espèces est menacée et que la toxicité des fragments de plastique peut affecter leur organisme, ce qui peut altérer leur alimentation, leur reproduction et faire augmenter leur taux de mortalité[33]. Les résultats des recherches font apparaître que la région stomacale de six espèces d'oiseaux marins (*Phalacrocorax bougainvillii, Pelecanoides garnotii, Pelecanoides urinatrix, Pelecanus thagus, Spheniscus humboldti* et *Larus dominicanus*) contient des fragments de plastique. Le taux le plus important a été relevé chez le *Larus dominicanus*, qui se nourrit généralement sur les filets de pêche, les dispositifs d'élimination des déchets et les conteneurs en plastique[34]. L'ingestion de débris plastiques par ces espèces dépend largement de certains facteurs tels que la taille, le poids et l'habitat des oiseaux marins. Par exemple, les espèces d'oiseaux marins telles que les pingouins *Spheniscus* et les albatros *Thalassarche*, de petite taille, affichent des taux d'ingestion inférieurs à ceux des gros oiseaux marins. Les espèces tels que les fulmars *Fulmarus*, les macareux *Cyclorrhynchus*, les *Oceanodroma*, les prions *Pachyptila* et les *Pelagodroma* affichent un taux d'ingestion de débris plastiques plus élevé en raison de leur taille et de leur poids plus importants[33].

Les créatures les plus imposantes du biote marin, dont les requins, les baleines, les phoques, les tortues marines et les ours polaires, sont également vulnérables à l'ingestion des microplastiques dans les océans du monde entier. La présence de microplastiques a été détectée dans l'estomac et l'intestin du phoque commun, *Phoca vitulina*[35]. Cette classe de mammifères marins est filtrante et ingère donc des quantités importantes de microplastiques, soit directement (en avalant de l'eau de mer), soit indirectement (en consommant des proies dont le corps contient des microplastiques). La présence des microplastiques dans l'estomac des requins de la Mer de Cortez et des baleines de la Méditerranée a prouvé que la plupart des déchets plastiques jetés dans le monde finissent par se retrouver dans la mer[36] et constituent une grande menace pour les animaux marins. Une étude a révélé une concentration élevée de phtalates chez le rorqual commun (*Balaenoptera physalus*), ce qui témoigne de la gravité de la pollution des océans du monde par les microplastiques[37].

Les créatures les plus imposantes du biote marin, dont les requins, les baleines, les phoques, les tortues marines et les ours polaires, sont également vulnérables à l'ingestion des microplastiques dans les océans du monde entier.

MESURES DE CONTRÔLE

La quantité de déchets plastiques entrant dans les gyres océaniques a été estimée entre 4,8 et 12,7 millions de tonnes. Avec l'utilisation accrue des produits en plastique, le volume total de déchets plastiques présents dans les écosystèmes marins devrait augmenter substantiellement d'ici à 2025[38]. Cette question cruciale a été abordée à l'occasion de la 16e réunion mondiale des conventions et plans d'action pour les mers régionales, qui visait à informer les nations du monde entier sur la menace que représente la pollution par le plastique pour l'habitat marin. Les dégâts financiers pour les écosystèmes marins ont alors

été estimés à quelque 13 milliards de dollars par an[39]. Au vu des constatations récentes sur la pollution océanique par des déchets plastiques, il est capital de lancer des travaux de recherche spécifiques en vue de limiter cette pollution et de contribuer au nettoyage de plusieurs masses d'eau à l'échelle mondiale. Les États doivent prendre des mesures novatrices afin de sensibiliser la société aux effets néfastes des débris plastiques sur les écosystèmes marins. Il est indispensable d'adopter des mesures législatives et politiques fortes permettant de limiter l'utilisation excessive des objets en plastique, sans quoi la santé des écosystèmes marins continuera à se dégrader au cours des années à venir[3]. Il convient de mettre en place un système fiable pour la collecte des déchets, afin de mieux contrôler ceux qui contiennent du plastique. Des processus de gestion, de recyclage et d'élimination respectueux de l'environnement pourraient contribuer à limiter la pollution par le plastique. Un certain nombre de politiques ont été formulées dans les pays en développement pour lutter contre l'utilisation du plastique et de ses produits, comme l'interdiction totale des sacs et des bouteilles en plastique ou la mise en place d'amendes sur l'utilisation du plastique[40]. Malheureusement, les biens de grande consommation sont encore vendus dans des emballages en plastique. En outre, il serait nécessaire de tendre vers une interdiction totale des microbilles dans les cosmétiques et dans les autres produits de soin tels que les dentifrices, les nettoyants pour le visage et les shampoings. Les systèmes de gestion des déchets tels que la REP (responsabilité élargie du producteur), qui encouragent le recours à des matériaux d'emballage alternatifs pour l'alimentation et les boissons, doivent être généralisés. Les organisations gouvernementales et non-gouvernementales doivent organiser des campagnes de sensibilisation de l'opinion publique aux effets néfastes et chroniques de la pollution par les microplastiques. Enfin, il convient d'encourager les innovations scientifiques permettant de produire des matériaux respectueux de l'environnement plutôt que des matériaux plastiques (cf. schéma 2).

Vue d'ensemble des sources et des effets néfastes des microplastiques sur le biote marin et mesures de contrôle possibles

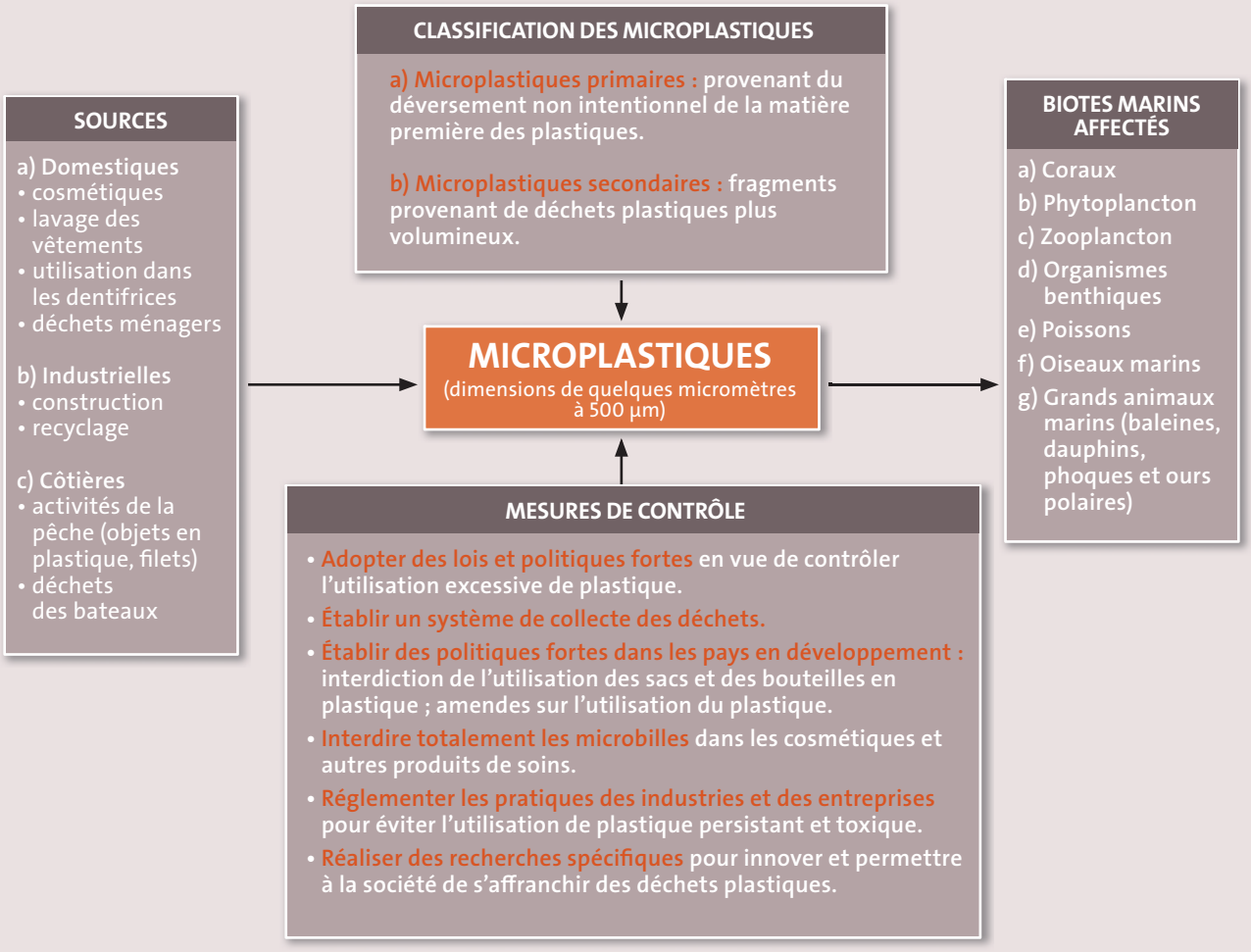


Schéma 2

CONCLUSION

Le problème de la pollution des écosystèmes marins par le plastique constitue aujourd'hui un sujet d'inquiétude majeur en raison de ses effets néfastes sur le biote marin. Les microplastiques sont ingérés par un ensemble d'organismes marins tels que les coraux, le plancton, les poissons, les oiseaux marins et les mammifères marins, avant de se diffuser via la chaîne alimentaire. En raison de leur taille microscopique, leur potentiel de bioaccumulation est très élevé. En outre, les polymères plastiques contiennent différents additifs chimiques et stabilisants qui absorbent les substances polluantes et toxiques situées dans l'environnement immédiat. Ces polluants nocifs se déposent sur les microplastiques, qui deviennent ainsi des vecteurs. Longtemps ignoré, le problème des microplastiques est reconnu depuis peu. Aujourd'hui, l'eau potable, le sel de table et bien d'autres denrées alimentaires utilisées au quotidien sont contaminées par des microplastiques. Nombre de plateformes telles que *Plastic Pollution Coalitions, Plastics for change, Plastic Oceans, Surfers Against Sewage, Greenpeace, By the Ocean We Unite, One More Generation, One Green Planet, Surf Rider Foundation* et *Earth Guardians* travaillent aujourd'hui sur cette question et apportent leur contribution. La pollution par les microplastiques dans l'environnement marin a des effets nocifs au niveau moléculaire des organismes et des conséquences physiologiques qui se traduisent par une dégradation de la santé des organismes. Il convient donc d'agir de façon immédiate contre l'utilisation superflue du plastique et de ses produits. Des mesures doivent être mises en œuvre aux échelles nationale et internationale pour interdire l'utilisation des plastiques. Il faut également mener des études scientifiques afin d'identifier les facteurs qui influent sur la présence des microplastiques dans les écosystèmes marins et leurs conséquences biologiques sur le biote marin. De nouvelles méthodologies de recherche doivent être développées en vue de mieux gérer la préservation de la nature et de soutenir un ensemble de programmes éducatifs portant sur la protection des écosystèmes contre ces polymères nocifs. Il est urgent de sensibiliser au plus vite l'opinion publique aux effets nocifs des microplastiques. Ces mesures encourageraient les innovations en vue de réduire l'utilisation et la consommation du plastique et de ses produits. Pour limiter l'introduction de plastique dans les écosystèmes, il convient avant tout de collecter et réutiliser les déchets. S'agissant de l'avenir, la meilleure solution passe par un arrêt de la production de plastique et la recherche d'un matériau alternatif.

REMERCIEMENTS

Le soutien financier a été apporté par SS by SERB-DST, Gouvernement indien (PDF/2016/000818).

Conformité avec les normes éthiques

Conflit d'intérêts : les auteurs déclarent n'avoir aucun conflit d'intérêts

RÉFÉRENCES

1. Dokyung Kim, Yooeun Chae et Youn-Joo An, Mixture toxicity of nickel and microplastics with different functional groups on *Daphnia magna*, Environment Science and Technology, DOI: 10.1021/acs.est.7b03732, 2017
2. Karen Duis et Anja Coors, Microplastics in the aquatic and terrestrial environment: sources (with a specific focus on personal care products), fate and effects, Environmental Sciences Europe, 28:2, 2016
3. Shivika Sharma et Subhankar Chatterjee, Microplastic pollution, a threat to marine ecosystem and human health: a short review, Environment Science and Pollution Research, DOI 10.1007/s11356-017-9910-8, 2017
4. Aamer Ali Shah, Fariha Hasan, Abdul Hameed et Safia Ahmed, Biological degradation of plastics: A comprehensive review, Biotechnology Advances, DOI. org/10.1016/j.biotechadv.2007.12.005, 2008
5. Anthony L Andrady et Mike A Neal, Applications and societal benefits of plastics, Philosophical Transactions of the Royal Society: B, DOI:10.1098/rstb.2008.0304, 2009
6. Richard C Thompson, Charles J Moore, Frederick S vom Saal et Shanna H Swan, Plastics, the environment and human health: current consensus and future trends, Philosophical Transactions of the Royal Society: B, DOI: 10.1098/rstb.2009.0053, 2009
7. Plastics Europe, Plastics—the Facts 2014/2015: an analysis of European plastics production, demand and waste data. (Extrait) http://issuu.com/plasticseuropeebook/docs/final_plastics_the_facts_2014_19122/1?e=5245759/13757977, 2014
8. David K A Barnes, Francois Galgani, Richard C Thompson et Morton Barlaz, Accumulation and fragmentation of plastic debris in global environments, Philosophical Transactions of the Royal Society: B, DOI: 10.1098/rstb.2008.0205, 2009
9. Maria Sighicelli, Loris Pietrelli, Francesca Lecce, Valentina Iannilli, Mauro Falconieri, Lucia Coscia, Stefania Di Vito, Simone Nuglio et Giorgio Zampett, Microplastic pollution in the surface waters of Italian Subalpine Lakes, Environmental Pollution 236: 645-651, 2018
10. Carlo Giacomo Avio, Stefania Gorbi et Francesco Regoli, Plastics and microplastics in the oceans: From emerging pollutants to emerged threat, Marine Environmental Research, Doi.org/10.1016/j.marenvres.2016.05.012, 2016
11. Joso Pinto da Costa, Patricia S M Santos, Armando C Duarte et Teresa Rocha-Santos, (Nano)plastics in the environment – Sources, fates and effects, Science of the Total Environment, DOI.org/10.1016/j.scitotenv.2016.05.041 0048-9697, 2016
12. Anthony L Andrady, Microplastics in the marine environment, Marine Pollution Bulletin 62:1596–1605, 2011

13. Michiel Claessens, Steven De Meester, Lieve Van Landuyt, Karen De Clerck et Colin R Janssen, Occurrence and distribution of microplastics in marine sediments along the Belgian coast, Marine Pollution Bulletin, DOI:10.1016/j.marpolbul.2011.06.030, 2011

14. Luis Carlosde Sa, Miguel Oliveira, Francisca Ribeiro, Thiago Lopes Rocha et Martyn Norman Futter, Studies of the effects of microplastics on aquatic organisms: What do we know and where should we focus our efforts in the future?, Science of the Total Environment, DOI.org/10.1016/j.scitotenv.2018.07.207, 2018

15. Andrew Turner et Luke A Holmes, Adsorption of trace metals by microplastic pellets in fresh water, Environmental Chemistry, DOI.org/10.1071/EN14143, 2015

16. Winnie Courtene-Jones, Brian Quinn, Stefan F Gary, Andrew O M Mogg et Bhavani E Narayanaswamy, Microplastic pollution identified in deep-sea water and ingested by benthic invertebrates in the Rockall Trough, North Atlantic Ocean, Environmental Pollution, DOI.org/10.1016/j.envpol.2017.08.026, 2017

17. Amy L Lusher, Gema Hernandez-Milian, Joanne O Brien, Simon Berrow, Ian O Connor et Rick Officer, Microplastic and macroplastic ingestion by a deep diving, oceanic cetacean: The True's beaked whale *Mesoplodon mirus*, Environmental Pollution, DOI.org/10.1016/j.envpol.2015.01.023, 2015

18. Jessica Reichert, Johannes Schellenberg, Patrick Schubert et Thomas Wilke, Responses of reef building corals to microplastic exposure, Environmental Pollution, DOI.org/10.1016/j.envpol.2017.11.006, 2017

19. Jesse P Harrison, Melanie Sapp, Michaela Schratzberger et Mark A Osborn, Interactions between microorganisms and marine microplastics: A call for research, Marine Technology Society Journal, Doi.org/10.4031/MTSJ.45.2.2, 2011

20. N M Hall, K L E Berry, L Rintoul et M. O. Hoogenboom, Microplastic ingestion by scleractinian corals, Marine Biology, DOI:10.1007/s00227-015-2619-7, 2015

21. Inger Lise Nerland, Claudia Halsband, Ian Allan et Kevin V Thomas, Microplastics in marine environments: occurrence, distribution and effects project no. 14338 report no. 6754-2014 Oslo, 2014

22. Dawid W Laist, Overview of the biological effects of lost and discarded plastic debris in the marine environment, Marine Pollution Bulletin, DOI.org/10.1016/S0025-326X(87)80019-X, 1987

23. William R DeMott, Discrimination between algae and detritus by freshwater and marine zooplankton, Bulletin of Marine Science, 14: 486-499, 1988

24. Matthew Cole, Pennie Lindeque, Elaine Fileman, Claudia Halsband, Rhys Goodhead, Julian Moger et Tamara S. Galloway, Microplastic Ingestion by zooplankton, Environmental Science and Technology, DOI.org/10.1021/es400663f, 2013

25. Vivian S. Lin, Research highlights: impacts of microplastics on plankton, Environmental Science Processes & Impacts, DOI: 10.1039/c6em90004f, 2016

26. Sandrine Straub, Philipp E Hirsch and Patricia Burkhardt-Holm, Biodegradable and petroleum-based microplastics do not differ in their ingestion and excretion but in their biological effects in a freshwater invertebrate *Gammarus fossarum,* International Journal of Environmental Research and Public Health, DOI:10.3390/ijerph14070774, 2017

27. Sarah Y Au, Terri F Bruce, William C Bridges , Stephen J Klaine, Responses of *Hyalella azteca* to acute and chronic microplastic exposures, Environmental Toxicology, DOI.org/10.1002/etc.3093, 2015

28. Ellen Besseling, Anna Wegner, Edwin M Foekema, Martine J van den Heuvel-Greve et Albert A Koelmans, Effects of microplastic on fitness and PCB bioaccumulation by the lugworm *Arenicola marina* (L.), Environmental Science and Technology, DOI: 10.1021/es302763x, 2013

29. Kay Critchell and Mia O Hoogenboom, Effects of microplastic exposure on the body condition and behaviour of planktivorous reef fish (*Acanthochromis polyacanthus*), PLoS One, DOI.org/10.1371/journal.pone.0193308, 2018

30. Cristina Peda, Letteria Caccamo, Maria Cristina Fossi, Francesco Gai, Franco Andaloro, Lucrezia Genovese, Anna Perdichizzi, Teresa Romeo and Giulia Maricchiolo, Intestinal alterations in European sea bass *Dicentrarchus labrax* (Linnaeus, 1758) exposed to microplastics: Preliminary results, Environmental Pollution, DOI.org/10.1016/j.envpol.2016.01.083, 2016

31. Yifeng Lu, Yan Zhang, Yongfeng Deng, Wei Jiang, Yanping Zhao, Jinju Geng, Lili Ding et Hongqiang Ren, Uptake and accumulation of polystyrene microplastics in zebrafish (*Danio rerio*) and toxic effects in liver, Environmental Science and Technology, DOI: 10.1021/acs.est.6b00183, 2016

32. Tommy Cedervall, Lars-Anders Hansson, Mercy Lard, Birgitta Frohm et Sara Linse, Food chain transport of nanoparticles affects behaviour and fat metabolism in fish, PLoS One, DOI.org/10.1371/journal.pone.0032254, 2012

33. Chris Wilcox, Erik Van Sebille et Britta Denise Hardesty, Threat of plastic pollution to seabirds is global, pervasive, and increasing, Proceeding of National Academy of Sciences: USA, DOI.org/10.1073/pnas.1502108112, 2015

34. Martin Thiel, Guillermo Luna-Jorquera, Rocío Alvarez-Varas, Camila Gallardo, Ivan A. Hinojosa, Nicolas Luna, Diego Miranda-Urbina, Naiti Morales, Nicolas Ory , Aldo S. Pacheco, Matias Portflitt-Toro et Carlos Zavalaga, Impacts of marine plastic pollution from continental coasts to Subtropical Gyres—fish, seabirds, and other vertebrates in the SE Pacific, Frontiers in Marine Science, DOI: 10.3389/fmars.2018.00238, 2018

35. Elisa L Bravo Rebolledo, Jan A Van Franeker, Okka E Jansen et Sophie M J M Brasseur, Plastic ingestion by harbour seals (*Phoca vitulina*) in The Netherlands, Marine Pollution Bulletin, DOI.org/10.1016/j.marpolbul.2012.11.035, 2013

36. Josh Gabbatiss, Microplastics 'pose major threat' to whales and sharks, scientists warn, INDEPENDENT, Monday 5 February 2018 06:15. [Consulté le 1/11/2018]

37. Maria Cristina Fossi, Cristina Panti, Cristiana Guerranti, Daniele Coppola, Matteo Giannetti , Letizia Marsili et Roberta Minutoli, Are baleen whales exposed to the threat of microplastics? A case study of the Mediterranean fin whale (Balaenoptera physalus), Marine Pollution Bulletin, DOI.org/10.1016/j.marpolbul.2012.08.013, 2012

38. Jenna R. Jambeck, Roland Geyer, Chris Wilcox,Theodore R. Siegler, Miriam Perryman, Anthony Andrady, Ramani Narayan, Kara Lavender Law, Plastic waste inputs from land into the ocean, Science , DOI: 10.1126/science.1260352, 2015

39. UN Environment, Ocean Experts Call for Greater Local Government Role in Fight against marine waste 2014, https://europa.eu/capacity4dev/unep/blog/ocean-experts-call-greater-local-government-role-fight-against-marine-waste [Consulté le 13/09/2018].

40. Plastic Polution Coalition, California introduces National Trash Reduction act http://www.plasticpollutioncoalition.org/pft/2015/11/6/california-introduces-national trash-reduction-act. 2016 [Consulté le 02/09/2018]

LES MICRO-PLASTIQUES DANS L'OCÉAN : LES SOLUTIONS SONT À TERRE !

André Abreu
Directeur des politiques internationales,
Fondation Tara Expéditions

Maria Luiza Pedrotti
Chercheuse, CNRS /
Observatoire océanologique de Villefranche-sur-Mer

Tara sous voiles
© F.Latreille - Fondation Tara Expéditions

La Fondation Tara Expéditions, fondation reconnue d'utilité publique, travaille depuis quinze ans pour la connaissance de l'océan et sa préservation.

André Abreu est Directeur des politiques internationales à la Fondation Tara Expéditions, avec pour mission de développer sur le long terme un plaidoyer sur les principaux enjeux écologiques liés à la mer. Expert en gouvernance de l'océan, il travaille depuis plus de quinze ans sur des projets de coopération internationale dans le domaine de l'environnement, notamment en participant à différentes commissions de l'ONU sur les océans.

Maria Luiza Pedrotti, chercheuse au Centre national de la recherche scientifique (CNRS), travaille au Laboratoire d'océanographie de Villefranche-sur-Mer. Elle est spécialiste en océanographie avec une expertise en écologie du plancton. Elle est coordinatrice scientifique de l'expédition Tara Méditerranée, une évaluation à grande échelle de l'impact des débris plastiques sur l'écosystème de la mer Méditerranée.

MOTS CLÉS

- MICROPLASTIQUES
- OCÉANS
- POLLUTION
- SAC PLASTIQUE
- MÉDITERRANÉE

5 250 milliards[1] de particules plastiques flottent à la surface des mers et océans, équivalant à 268 940 tonnes de déchets. Ces fragments circulent au gré des courants, avant d'échouer sur les plages, les îles, les atolls de récifs coralliens ou encore dans l'une des cinq grandes « gyres » océaniques. Sujet peu étudié par les scientifiques, la Fondation Tara Expéditions s'est positionnée, dès 2010, en véritable précurseur dans l'analyse scientifique de la pollution liée aux microplastiques dans les océans. À travers son programme d'étude sur les océans, la Fondation a souhaité comprendre l'impact de cette pollution sur la vie marine. En 2014, pour mieux saisir les conséquences sur un bassin semi-fermé, Tara a réalisé une expédition de 7 mois en Méditerranée. Cette expédition a mis en évidence que ces microplastiques sont le lieu d'une intense colonisation par les bactéries.

Depuis, la recherche sur les plastiques en mer est partie intégrante du programme de la Fondation Tara. La surconsommation de plastique et les déchets qu'elle génère ont un impact très important sur la nature, et en particulier sur l'environnement marin. À ce titre, la Fondation mène des études scientifiques pour mieux comprendre les risques pour l'écosystème marin et l'homme. Face au constat alarmant, cette dernière est convaincue que pour éviter que les déchets plastiques ne finissent leur vie en mer, les solutions sont à terre. Cela suppose ainsi de repenser collectivement nos modes de production et de consommation, comme par exemple en supprimant les sacs plastiques à usage unique.

INTRODUCTION

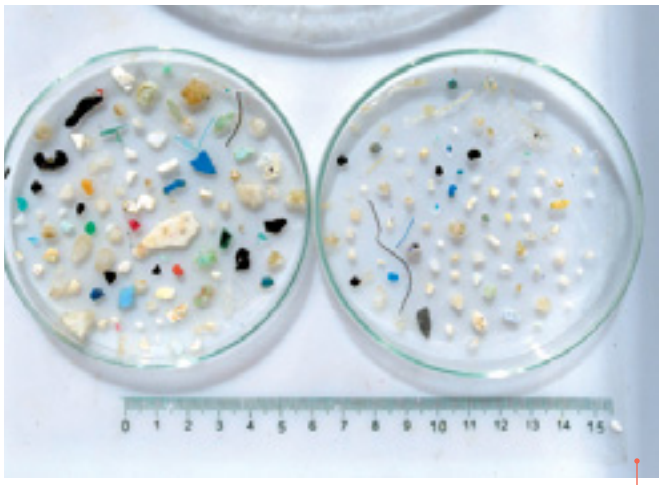
MICROPLASTIQUES : DE QUOI PARLE-T-ON ?

La grande majorité des fragments plastiques présents en mer existe sous forme de microplastiques. Ces micro-déchets (taille inférieure à 5 mm) sont constitués d'un assemblage hétérogène de pièces qui varient en taille, forme, couleur, densité et composition chimique. Si certains de ces fragments échouent sur les plages et les rivages, la plus grande partie des microplastiques dérive en mer avant d'être détériorés, un processus qui peut prendre entre 100 et 1 000 ans.

On distingue les microplastiques primaires, directement libérés dans l'environnement sous forme de petites particules plastiques (microbilles dans les cosmétiques, fragments textiles, érosion des pneus sur les routes...), des microplastiques secondaires provenant principalement de la dégradation de gros déchets plastiques en fragments plastiques plus petits, une fois exposés au milieu marin. Les sacs plastiques à usage unique sont parmi les sources les plus importantes car ils se décomposent très facilement avec le soleil et le sel marin.

1 Jambeck, J.R., Geyer, R., Wilcox, C., Siegler, T.R., Perryman, M., Andrady, A., Narayan, R., Law, K.L., 2015. Plastic waste inputs from land into the ocean. Science 347, 768–771. doi:10.1126/science.1260352

Des travaux récents[1] estiment à 5 250 milliards le nombre de particules plastiques qui flottent à la surface des mers et océans, équivalant à 268 940 tonnes de déchets. Ces fragments circulent au gré des courants, avant d'échouer sur les plages, les îles, les atolls de récifs coralliens. D'autres fragments finissent par se retrouver dans les cinq grandes « gyres » océaniques, dont la plus grande et plus connue se situe dans l'océan Pacifique nord. Si cette pollution croissante a un impact encore peu connu sur la biodiversité et la santé humaine, les dégâts économiques sont considérables. Des études récentes estiment que les dommages financiers engendrés par le plastique sur les écosystèmes marins sont de l'ordre de 13 milliards de dollars chaque année. Les impacts négatifs affectent les pêcheurs, les plaisanciers, mais aussi les îles et villes côtières qui dépendent des revenus du tourisme.



Échantillon de microplastiques prélevé dans le vortex de déchets du Pacifique nord à 34°42'210 N - 142°21'004 W.
© Samuel Bollendorff - Fondation Tara Expéditions

I - LES MICROPLASTIQUES DANS L'OCÉAN : UN ENJEU ENCORE PEU ÉTUDIÉ

Le plastique est un matériau au potentiel immense. Pour un faible coût de production, ses propriétés sont idéales : léger, solide, résistant, souple ou rigide, opaque ou transparent, il s'adapte à tous les produits. En conséquence, il s'est rapidement imposé dans l'industrie mondiale. Depuis leur apparition au XX^{e} siècle, la production et la consommation de matières plastiques ont explosé dans tous les secteurs – bâtiment, automobile, électronique – jusqu'à atteindre aujourd'hui le chiffre annuel de près de 300 millions de tonnes. Conçus pour durer, les plastiques sont pourtant principalement produits pour un usage court : près de la moitié est destinée à devenir des emballages, jetés aussitôt le produit acheté. Bien que leur utilisation soit éphémère, leur présence dans l'environnement, elle, est durable : une fois consommés, s'ils ne sont pas collectés et recyclés, les plastiques finissent systématiquement leur vie dans la nature, et notamment en mer.

POURQUOI IL EST IMPORTANT D'ÉTUDIER CET ENJEU ? LA FONDATION TARA ET LE PROGRAMME « PLASTIQUE EN MER »

La Fondation Tara est la première et la seule fondation reconnue d'utilité publique dédiée à l'océan en France.

En s'appuyant sur les nouvelles technologies, génétique, génomique, séquençage nouvelle génération, big data, la Fondation soutient le développement d'une science innovante et inédite pour comprendre l'océan, l'impact du changement climatique et de la crise écologique sur cet écosystème, vital pour l'avenir de l'homme. Laboratoire scientifique flottant, la goélette a réalisé 11 expéditions majeures à travers tous les océans du globe, en collaboration avec des laboratoires internationaux d'excellence (CNRS, CEA, ENS, EMBL, MIT, NASA...).

La Fondation est aussi engagée pour la science ouverte (Open Science) et pour la science citoyenne, à travers le partage de tous ses données et de protocoles scientifiques. Tara croit aux bénéfices du partage des connaissances et du dépassement des frontières pour gérer et protéger l'océan. Elle met donc l'ensemble des données acquises durant les expéditions – la plus grande base de données multidisciplinaire sur l'océan aujourd'hui – à la disposition des scientifiques du monde entier.

Toutes ses missions participent pleinement à la mise en œuvre de l'objectif de développement durable n° 14 qui s'intitule « conserver et exploiter de manière durable les océans, les mers et les ressources marines aux fins de développement durable » de l'Agenda 2030, sur lequel la Fondation est fortement mobilisée au niveau international et national. Grâce à son statut d'observateur spécial à l'ONU depuis 2015, elle participe activement aux différentes commissions et conférences onusiennes pour apporter son expertise scientifique lors des négociations multilatérales sur la haute mer, le changement climatique ou encore la réduction de la pollution plastique. Elle est également membre de la plateforme française « Océan et Climat » qui regroupe plus de 80 organisations, parmi lesquelles des instituts de recherche scientifique, des acteurs de la société civile et du monde économique. Elle en assure actuellement la présidence.

Le programme « plastiques en mer » de Tara s'articule autour de la recherche sur les microplastiques, avec un volet régional en Méditerranée et un volet global à travers toutes nos expéditions. Avec l'expédition Tara Méditerranée, le but était de mieux comprendre les impacts du plastique sur l'écosystème méditerranéen. La mission a quantifié les fragments de plastique, ainsi que la taille et le poids de ces fragments. Elle a qualifié aussi les matières plastiques qui se répandent en mer. Encore inconnus, de véritables écosystèmes microscopiques (bactéries, virus, micro-algues, micro-prédateurs) se développent à la surface de ces fragments de plastique posant des questions sur l'entrée probable de ces molécules dans la chaîne alimentaire – ce dernier sujet étant quasiment inexploré en Méditerranée.

Au-delà des aspects scientifiques, l'enjeu des plastiques en mer est aujourd'hui un vecteur important de sensibilisation sur l'océan. Les images de sacs plastiques, bouteilles et autres déchets flottants font le tour des médias et des réseaux sociaux, suscitant l'émotion et l'indignation des citoyens. Cet emballement médiatique est certes positif mais souvent trop hâtif, avec des informations et des chiffres non vérifiés.

Justine Jacquin trie ses échantillons, Jonathan Lancelot et Nils Haentjens sortent le filet Manta de l'eau.
© Samuel Bollendorff - Fondation Tara Expéditions

La Fondation Tara préfère au contraire travailler sur une base scientifique robuste, en respectant la science et évitant de jouer la surenchère sur le danger potentiel des plastiques en mer.

L'océan est sous pression, mais le catastrophisme et les images anxiogènes ne contribuent pas toujours à l'avancée concrète des solutions avec les différentes parties prenantes. Nous croyons profondément que – au-delà des constats – des solutions sont possibles, mais elles sont à terre, avec une économie circulaire, le recyclage, la réutilisation des ressources et la transition vers des emballages éco-conçus et non polluants.

II - LA MÉDITERRANÉE : UN EXEMPLE DE L'IMPACT DES MICROPLASTIQUES EN MER

La Méditerranée est l'une des régions du monde les plus impactées par la pollution marine. 700 tonnes de déchets s'y déversent chaque jour. Du fait de son caractère de mer semi-fermée, la Méditerranée est encore plus vulnérable que les océans à la pollution plastique avec un taux de renouvellement de ses eaux de 90 ans alors que la persistance des plastiques est supérieure à 100 ans. Entre 1 000 et 3 000 tonnes de plastiques flottent actuellement à la surface (fragments de bouteilles, sacs, emballages, fils de pêche...), provenant en grande partie de zones d'accumulation des grandes villes côtières, des zones à forte activité touristique et des décharges à ciel ouvert.

La partie visible de ces déchets flottants – les macro-plastiques – ne constituent pas la majeure partie de la pollution en Méditerranée, celle-ci est dominée par les 250 milliards de fragments de microplastiques qui s'y trouvent.

Ce problème est exacerbé par d'autres facteurs : les côtes densément peuplées, le tourisme fortement développé, le passage de 30 % du trafic maritime mondial et les apports supplémentaires des déchets par les rivières et les zones très urbanisées. En Méditerranée, 95 % des déchets marins sont du plastique, ce qui a amené certains experts à la qualifier de sixième grande zone d'accumulation de déchets marins au monde, après les cinq gyres océaniques.

Cette pollution invisible, ayant de nombreux impacts, a des conséquences mal connues :

- Les microplastiques attirent et accumulent les contaminants déjà présents dans l'eau (produits chimiques, engrais).
- Du fait de leur petite taille, il existe un risque de confusion important entre les microplastiques et le plancton par les organismes filtreurs (poissons, baleines).

- Le rôle des déchets plastiques dans le développement de problèmes de santé humaine demeure incertain en raison d'un manque de connaissances sur :
  - le niveau d'exposition aux contaminants dus aux déchets plastiques ;
  - les mécanismes par lesquels les produits chimiques absorbés par le plastique sont ensuite transférés aux humains et aux espèces marines.

L'EXPÉDITION TARA MÉDITERRANÉE

En 2014, pendant 7 mois, la Fondation a mené une expédition unique dans le bassin méditerranéen pour étudier spécifiquement les microplastiques, avec le soutien de la Fondation Veolia. Cette expédition a permis d'effectuer 2 000 prélèvements dans 350 stations, près de côtes, proches des villes, des embouchures de rivières et dans les ports. Cet ensemble de données représentant 75 000 particules de plastique est la plus large collection de microplastiques collectée en Méditerranée à ce jour.

Ces données sont actuellement analysées dans différents laboratoires : Villefranche-sur-Mer, Banyuls, Université Bretagne Sud, entre autres. Par ailleurs, ces laboratoires effectuent aussi un suivi depuis 2015 dans la région la plus polluée de la Mer Ligure.

Nous croyons profondément que – au-delà des constats – des solutions sont possibles, mais elles sont à terre, avec une économie circulaire, le recyclage, la réutilisation des ressources et la transition vers des emballages éco-conçus et non polluants.

Après le retour de l'expédition Tara Méditerranée, Tara s'est associée à des partenaires actifs en Méditerranée dans l'initiative « Beyond Plastic Med », visant à trouver des solutions concrètes – au-delà du constat – pour réduire la pollution plastique en Méditerranée. Cette initiative regroupe la Fondation Tara, la Fondation du Prince Albert II de Monaco et la Fondation Veolia, Surfrider Foundation, l'Union Internationale pour la Conservation de la Nature (IUCN) et la Fondation Mava. Elle a réalisé depuis de nombreuses initiatives, comme des workshops avec le secteur privé, des films de sensibilisation et a financé des projets concrets menés par la société civile autour de la Méditerranée.

Parallèlement, les institutions scientifiques du projet Tara Méditerranée ont continué la recherche sur les microplastiques et sont en train de consolider les premiers résultats, attendus d'ici les deux prochaines années. Une première découverte a été publiée en février 2018, portant sur la colonisation par les bactéries des fragments de microplastiques. La goélette a par ailleurs poursuivi les collectes en mer et l'analyse d'échantillons collectés dans la région Arctique et applique actuellement de nouveaux protocoles de collecte dans l'océan Pacifique.

Aujourd'hui, face à l'ampleur et la nouveauté de cet enjeu, il est essentiel de soutenir la recherche pour espérer des résultats concrets qui puissent orienter la transition écologique et les politiques publiques.

À ce titre, la Fondation Tara a structuré son programme « plastiques en mer » pour mener une étude scientifique spécifique afin de mieux comprendre d'un côté, les origines et le cheminement des microplastiques jusqu'à la mer, et d'un autre côté, sa dispersion, sa toxicité et ses impacts sur la biodiversité marine et la chaîne alimentaire. Nous pourrons ainsi mieux comprendre les risques pour l'écosystème marin et l'homme.

FOCUS : MICROPLASTIQUES EN MER MÉDITERRANÉE, VÉRITABLE CONVOYEURS D'ESPÈCES INVASIVES

En 2014, après avoir fait le tour de la Méditerranée à bord de la goélette Tara et au bout de 7 mois d'expédition, le constat a été sans appel : que ce soit près des côtes ou plus au large, les plastiques sont partout. 100 % de la Méditerranée est polluée par les plastiques. Plus alarmant encore, la concentration de microplastiques (< 5 mm) est parfois aussi importante que celle trouvée dans le « 7e continent de plastique » et leur nombre est du même ordre de grandeur que le plancton, à la base de la chaîne alimentaire.

En mars 2018, l'équipe scientifique du chercheur Jean-François Ghiglione de l'observatoire océanologique de Banyuls a publié un article dans la revue *Environmental Pollution* qui met en évidence que ces microplastiques sont le lieu d'une intense colonisation par les bactéries. « *Les bactéries adorent vivre sur les plastiques. On en trouve en grande quantité, avec une biodiversité très importante, voire plus importante à volume équivalent que dans l'eau de mer* », décrit le chercheur du CNRS.

Des groupes de bactéries étaient inattendus, tels que certaines cyanobactéries qui vivent habituellement dans les sédiments et qui sont très abondantes sur les plastiques récoltés à la surface de la mer. « *Un des problèmes majeurs de la pollution plastique est la dispersion d'espèces invasives, qui s'accrochent sur ces radeaux artificiels et qui peuvent parcourir de très longues distances. Ces espèces peuvent modifier durablement les écosystèmes qu'ils colonisent* », poursuit le chercheur.

Tara Méditerranée plastique -©N.Sardet/TaraExpeditions

L'équipe a rejoint l'expédition Tara Pacifique au mois de juin 2018 pour prélever des échantillons dans le gyre de plastique et poursuivre leur investigation de la vie des micro-organismes qui colonisent ces nouveaux écosystèmes plastiques qu'on appelle « la plastisphère ». Par ailleurs, ces recherches sur l'interaction entre les microplastiques et le microbiome marin sont importantes aussi pour nous aider à comprendre comment et dans quelles conditions certaines bactéries pourraient dégrader le plastique, voire le digérer, comme ont démontré des études récentes réalisées en laboratoire.

III– LES SOLUTIONS SONT À TERRE !

NOTRE FUTUR : UN OCÉAN DE PLASTIQUE ?

« *Chaque année, entre 10 et 20 millions de tonnes de déchets en tout genre sont déversées dans les océans, dont une grande majorité de matières plastiques. En surface, ces dernières représentent même la quasi-totalité des objets flottants. Si certains détritus proviennent des activités maritimes, en moyenne, 70 à 80 % des déchets rejetés en mer sont arrivés par la terre, acheminés notamment par les fleuves et les rivières* »[1]. La surconsommation de plastique et les déchets qu'elle génère ont un impact très important sur la nature, et en particulier sur l'environnement marin. Les dommages globaux causés par les déchets plastiques sur les écosystèmes marins, liés à la mortalité des espèces, à la destruction des habitats, mais aussi à la contamination chimique, à la propagation des espèces envahissantes et aux dommages économiques sur les industries de la pêche et du tourisme, pourraient représenter plus de 13 milliards de dollars par an[2]. « *Le plastique joue sans aucun doute un rôle crucial dans la vie moderne, mais les impacts environnementaux de la façon dont nous l'utilisons ne peuvent pas être ignorés* », a déclaré Achim Steiner, ancien Directeur exécutif du Programme des Nations Unies pour l'environnement. En Méditerranée, mer soumise à une grande pression humaine, il est devenu urgent d'agir.

LES DÉCHETS PLASTIQUES NE DOIVENT PLUS FINIR LEUR VIE EN MER : LES SOLUTIONS SONT À TERRE !

Face à ce constat alarmant, beaucoup se tournent vers des méthodes technologiques dans l'espoir de nettoyer les mers et les océans du globe du plastique qui y flotte. Cependant, l'océan est immense, les déchets sont toujours plus nombreux, et, avec l'émergence des micro-plastiques, de plus en plus difficiles à collecter. Bien que le nettoyage reste indispensable, s'en contenter serait s'attaquer aux conséquences du problème sans prendre en compte ses causes. Il faut aujourd'hui agir plus en amont : ce n'est qu'en empêchant les déchets d'arriver en mer que nous pouvons espérer préserver et restaurer durablement l'océan. Malgré son apparente simplicité, cette solution, et la stratégie qu'elle implique – réduire la production de plastique, inciter la population à ne pas jeter – n'est pas pour autant facile à mettre en œuvre : elle repose en effet sur un changement profond des comportements, tant de la part des producteurs de plastiques que des consommateurs.

Pour que les plastiques cessent d'envahir l'océan, ce sont nos modes de vie qu'il faut repenser.

Pour que les plastiques cessent d'envahir l'océan, ce sont nos modes de vie qu'il faut repenser.

CHANGER LES COMPORTEMENTS DE CONSOMMATION : RÉDUIRE, RÉUTILISER, RECYCLER

Aujourd'hui, peu de citoyens sont conscients de la quantité de déchets qu'ils produisent, simplement en consommant les produits du quotidien. Pour minimiser cet impact, une prise de conscience et une remise en question sont nécessaires : les comportements doivent évoluer vers la réduction des déchets, le réemploi, la réutilisation et le recyclage. Les consommateurs ont donc un rôle essentiel à jouer. Pour prévenir la production de déchets plastiques, il leur appartient de faire des achats responsables : privilégier les produits avec peu ou pas d'emballages, choisir des produits durables et réutilisables plutôt que des produits jetables (vaisselle en plastique, rasoirs jetables, etc.) très générateurs de déchets, et enfin refuser les sacs plastiques lorsqu'ils effectuent ces achats. En les réutilisant au lieu de les jeter, ils peuvent aussi donner une seconde vie à leurs objets. Entretenir et réparer, vendre ou donner des objets dont on n'a plus l'utilité, réutiliser les emballages, les contenants, les pièces détachées, ou encore déposer les bouteilles à la consigne lorsque cela est possible, sont autant de moyens pour réduire sa production de déchets. Enfin, les consommateurs ont la responsabilité de trier et d'orienter les produits en fin de vie vers les filières de recyclage, lorsqu'elles existent. Pour qu'un tel changement des comportements soit possible, la sensibilisation et la présence d'infrastructures adaptées sont bien sûr essentielles. Et au-delà des plastiques, plus généralement, c'est la vision de la mer qu'il faut changer : un important travail d'éducation reste à faire pour qu'elle ne soit plus perçue comme un grand réservoir dans lequel les déchets peuvent être abandonnés sans conséquence.

LES PLASTIQUES À USAGE UNIQUE : DES PROGRÈS ENCOURAGEANTS

L'usage des sacs plastiques est depuis longtemps ancré dans notre quotidien, sans que nous ayons conscience de ses conséquences. Pourtant, les recherches mettent de plus en plus en lumière leurs impacts préoccupants sur le milieu marin. Devant l'étendue de la pollution plastique observée pendant son expédition, et après la décision de la France d'interdire les sacs plastiques légers à partir de 2016, Tara plaide aujourd'hui pour une action concrète de la part de tous les gouvernements et des institutions multilatérales. Pour une mer et des hommes en bonne santé, l'interdiction globale des plastiques à usage unique, véritable fléau pour l'environnement, est devenue nécessaire.

Au niveau des pays du pourtour Méditerranéen, d'autres pays ont annoncé l'interdiction des sacs à usage unique, comme le Maroc et Monaco, mais de progrès restent à faire avec les gros pays pollueurs de la région, comme l'Égypte ou le Liban, dont la gestion des déchets est encore défaillante. Face à ce fléau, il est toujours important de rappeler que les solutions passent nécessairement par la mise en place d'infrastructures adéquates et coûteuses, comme les usines de recyclage ou les stations d'épuration. Ces investissements sont aujourd'hui plus que jamais nécessaires dans les pays du sud, d'autant plus que l'océan ne connaît pas

1 UNEP, Achin Steiner, 2014

2 http://www.unep.org/newscentre/Default.aspx?DocumentID=2791&ArticleID=10903&l=fr

©Jonathan Lancelot - Fondation Tara Expéditions

de frontière et que les courants marins font circuler les particules très rapidement au niveau de tout le bassin de la Méditerranée.

Les sacs plastiques fins, utilisés en caisse ou pour la vente des fruits et légumes, sont distribués par milliards chaque année en France, et jetés pour la majorité après une seule utilisation. Ils mettent pourtant entre cent et cinq cents ans à se dégrader dans l'environnement. Très légers, ils n'ont pas de valeur dans les systèmes de recyclage monétarisés, contrairement aux bouteilles ou autres emballages rigides, qui peuvent rapporter de l'argent au poids. Ils sont facilement emportés par le vent, et, qu'ils aient été déposés dans une poubelle, dans une décharge, ou bien délibérément abandonnés par terre, ils finissent la plupart du temps leur course dans la mer. Là, leur impact est dévastateur : transportés sur de très longues distances, ils endommagent les fonds marins et mettent en danger les espèces qui les ingèrent, s'y enchevêtrent, ou sont contaminées par les substances toxiques qu'ils libèrent. Au gré des courants, les sacs plastiques sont ensuite fragmentés en microparticules qui se dispersent partout dans l'environnement. Absorbées par les organismes marins, ces microparticules remontent la chaîne alimentaire pour se retrouver finalement dans nos assiettes. Les sacs plastiques jetables représentent donc une potentielle menace pour la santé humaine, et leur coût général pour la société n'est pas non plus négligeable : toutes les activités liées à la mer et au littoral – pêche, aquaculture, loisirs, tourisme – pâtissent de leur présence.

CONCLUSION

Pas de miracle en vue : les solutions réelles viendront d'actions concertées entre la société, les décideurs et le secteur privé.
Face à l'ampleur de l'enjeu de la pollution en mer aujourd'hui, certains proposent des solutions miracles pour nettoyer l'océan, d'autres de développer des enzymes qui « mangeraient » le plastique… d'autres de créer des flottes de bateaux « nettoyeurs ». Même s'il ne faut pas s'interdire d'explorer des solutions technologiques pour le futur, nous croyons que des solutions réalistes existent déjà, et que pour la plupart elles se trouvent à terre, dans la prévention et dans le traitement correct des déchets et de l'eau.
Transformer les habitudes pour une réduction des emballages de chaque ménage et supprimer le geste automatique de jeter suppose un gros travail d'éducation, que ce soit pour les habitants des pays côtiers, ou pour les millions de touristes qui y affluent chaque année en Méditerranée ou dans les îles du Pacifique. Cependant, les citoyens ne sont pas les seuls responsables. La prévention des déchets plastiques doit également se faire en amont, auprès des fabricants, des distributeurs, avant que les produits ne soient vendus. S'il serait illusoire d'exiger des entreprises productrices de plastique l'arrêt de leur activité, la responsabilité industrielle est clé pour ralentir la production de déchets. En réduisant leurs emballages et en créant des produits faciles à entretenir, réparables et durables, adaptés à la réutilisation ou au recyclage, les entreprises peuvent changer la donne.
Selon Achim Steiner, *« la réduction, le recyclage et la reconceptualisation des produits à base de matière plastique peuvent apporter plusieurs avantages écologiques : de la réduction des dommages économiques sur les écosystèmes marins, le tourisme et la pêche – vitaux pour de nombreux pays en développement – à l'apport d'économies et d'opportunités pour l'innovation aux entreprises tout en réduisant les risques ».*
En parallèle d'un remplacement progressif par des matériaux alternatifs, une bonne gestion du plastique – favorisant le recyclage et la réutilisation – permettrait aux entreprises de biens de consommations d'effectuer d'importantes économies, dont le potentiel, aujourd'hui évalué à 4 milliards de dollars chaque année, est appelé à augmenter.

LES DIFFICULTÉS INHÉRENTES À LA MESURE DE LA POLLUTION PLASTIQUE

Guillaume Billard et Julien Boucher
Environmental Action (EA)

Julien Boucher est Directeur fondateur d'EA – Shaping Environmental Action (shaping-ea.com), entité basée en Suisse spécialisée dans l'innovation et l'écoconception ; il est également chercheur au sein de la Haute École Spécialisée de Suisse Occidentale (HES-SO, HEIG-VD).

Guillaume Billard est titulaire d'une maîtrise en sciences avec spécialisation dans le conseil environnemental maritime international obtenue, à l'Université de Newcastle (Royaume-Uni).

Depuis 2014, l'équipe EA travaille à une meilleure intégration de la pollution par le plastique dans les méthodologies de détermination de l'empreinte environnementale et d'évaluation du cycle de vie.

MOTS-CLÉS

- EMPREINTE DU PLASTIQUE
- POLLUTION MARINE
- ÉVALUATION DU CYCLE DE VIE
- ÉCOCONCEPTION

Le terme « plastique » est un mot générique désignant un large éventail de polymères et d'additifs ayant des propriétés chimiques et physiques variées. Une fois manufacturés, ils deviennent entre autres sacs plastique à usage unique, emballages alimentaires et bouteilles, lignes de pêche ou encore fibres synthétiques utilisées dans l'industrie textile par exemple.

Si le plastique est omniprésent dans nos vies, la pollution par le plastique ne l'est guère moins. Chaque année, on estime à 10 millions de tonnes la quantité de plastique déversée dans les océans, contribuant à créer une crise environnementale sans précédents. Or, la mesure ou la prédiction de ce phénomène s'avère particulièrement complexe en raison d'un certain nombre de contraintes techniques et de l'absence de coordination dans les campagnes d'évaluation. Pour y faire face, il convient de se doter d'indicateurs adéquats permettant d'orienter et de hiérarchiser l'action à différents niveaux, allant de la conception de produits précis à la mise en place d'une infrastructure régionale efficace, en passant par l'instauration de politiques et de mesures d'application appropriées.

INTRODUCTION

Il n'y a pas qu'avec nos pieds que nous laissons une trace sur les plages de sable. En effet, notre forte dépendance à l'égard du plastique donne lieu à une empreinte de plus en plus visible dans l'environnement. Ce recours croissant au plastique génère des volumes considérables de déchets, dont une partie termine sa vie dans le milieu marin. Considérée comme une menace majeure pour la faune sauvage et pour le bien-être humain, cette pollution est désormais une réalité dans l'océan mondial (UN Environment, 2018). Il s'agit bel et bien d'une crise environnementale sans précédent, alimentée chaque année par le déversement dans l'environnement marin de quelque 10 millions de tonnes de déchets (Boucher et Friot, 2017).

Soumis aux courants marins et à la houle, entre autres phénomènes, les déchets plastiques peuvent se concentrer à plusieurs niveaux de la colonne d'eau, avant de se décomposer en débris de taille submillimétrique susceptibles d'être ingérés par les organismes marins.

Cette hausse de l'utilisation de plastique n'a rien d'étonnant quand on connaît les nombreux avantages que procure ce matériau en termes de malléabilité, de durabilité, de légèreté et de coût de production. Le plastique offre même une empreinte carbone inférieure à celle d'autres matériaux pour nombre d'applications (Boucher et Friot, 2017).

Depuis les années 1950, la production annuelle de plastique est passée de zéro à plus de 335 millions de tonnes (2017), avec une prévision de croissance annuelle de 4 % pour les années à venir (Geyer, Jambeck et Law, 2017 ; PlasticsEurope, 2017). Cette crise du plastique souligne la nécessité de recourir à des indicateurs de prédiction plus performants pour gérer les équilibres environnementaux, ainsi que pour amener les industriels et les gouvernements à miser sur une conception plus saine des produits et sur des infrastructures de gestion des déchets.

À l'heure actuelle, les méthodes d'évaluation du cycle de vie et de l'empreinte environnementale privilégiées par les industriels et les concepteurs ne tiennent pas compte de la pollution plastique.

Cette analyse vise tout d'abord à offrir un aperçu global de la situation de la pollution plastique, en insistant sur les quantités de plastique déversées dans les océans (ci-après, « les déversements »). Ensuite, elle s'efforce d'évaluer les lacunes actuelles dans les connaissances ainsi que les défis qui sous-tendent l'évaluation des plastiques en mer et les prévisions concernant les déversements de plastique (ci-après, « l'empreinte »). Enfin, la conclusion insiste sur la nécessité d'agir au plus vite, tant dans le développement d'indicateurs pertinents pour la prise de décision que pour la mise en œuvre d'actions concrètes.

ÉTAT DES CONNAISSANCES EN MATIÈRE DE POLLUTION PAR LE PLASTIQUE

QUEL EST LE VOLUME DES DÉVERSEMENTS ?

Plusieurs études ont cherché à inventorier et à quantifier les différentes sources de déversements aux échelles nationale et mondiale (Lassen et al. 2015 ; Essel et al. 2015 ; Magnusson et al. 2016). Le terme « déversements » désigne les volumes de plastique rejetés dans les cours d'eau, puis en mer. Les déversements mondiaux sont estimés à une dizaine de millions de tonnes de plastique par an (Mt/a), avec des ordres de grandeur variant selon plusieurs études :

- de 4,8 Mt/a à 12,7 Mt/a (Jambeck et al. 2015)
- 8,28 Mt/a (UN Environment, 2018)
- 12,2 Mt/a (EUNOMIA, 2016)
- 10 Mt/a (Boucher et Friot, 2017)

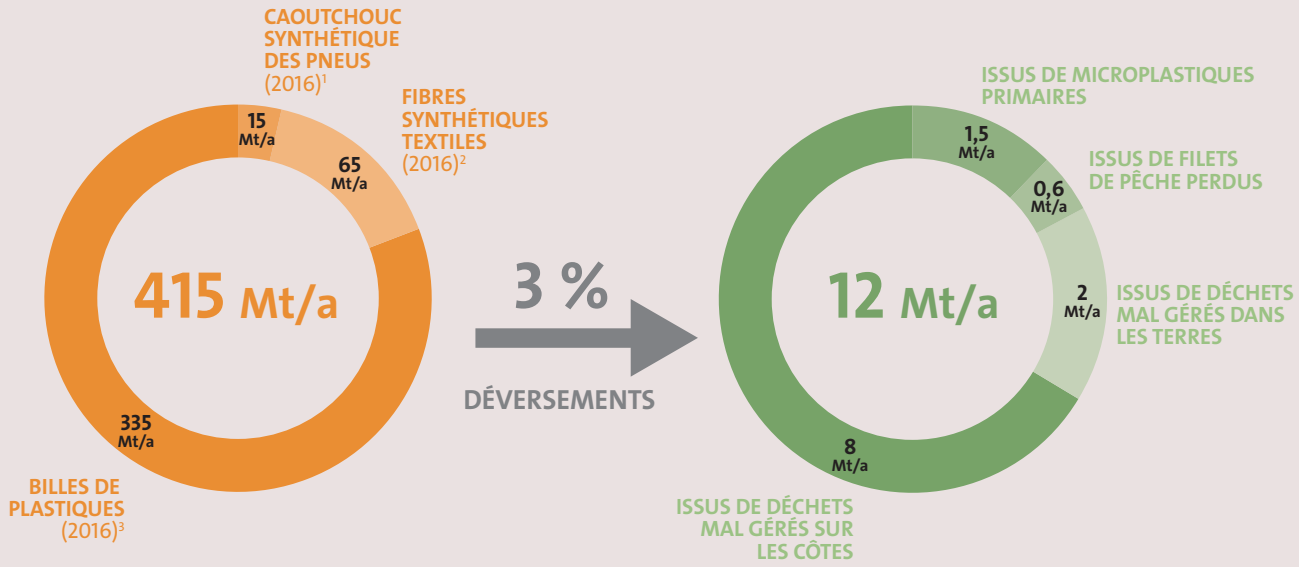
On trouve le plastique sous deux formes différentes : des déchets plastiques de grande dimension appelés macroplastiques, généralement présents dans l'environnement marin tels qu'ils ont été produits, et de petits fragments de plastique de moins de 5 mm appelés microplastiques. Ces derniers se décomposent ensuite en deux types :

- **les microplastiques primaires,** directement libérés dans l'environnement sous la forme de petites particules. Il peut s'agir d'additifs tels que des agents exfoliants dans les articles de toilette et les cosmétiques (par exemple, les gels douche). Ils peuvent également résulter de l'abrasion de grands objets en plastique en cours de fabrication, d'utilisation ou de maintenance, par exemple l'usure des pneus pendant les déplacements en voiture ou des textiles synthétiques lors du lavage ;
- **les microplastiques secondaires,** résultent de la dégradation d'objets en plastique de plus grande dimension en fragments plus petits lors de l'exposition à l'environnement marin. Cela se produit par photodégradation ou encore par d'autres processus d'altération des déchets mal gérés.

QUELLE EST LA CONTRIBUTION DES DIFFÉRENTES SOURCES ?

Cette question reste sujette à débat. Le schéma 1 présente les sources principales et indique les quantités les plus fréquemment citées (vert) par rapport aux volumes globaux de plastique produits (orange). Cette comparaison permet

Déversements annuels de plastique dans l'environnement marin, d'après les données sur la pollution mondiale par le plastique



1 https://www.statista.com/statistics/271651/global-production-of-the-chemical-fiber-industry/ & http://www.rubberstudy.com/documents/WebSiteData_Feb2018.pdf
2 https://www.statista.com/statistics/271651/global-production-of-the-chemical-fiber-industry/
3 https://www.plasticseurope.org/application/files/5715/1717/4180/Plastics_the_facts_2017_FINAL_for_website_one_page.pdf

Source : Boucher et al. in press ; UICN – The marine plastic footprint

Schéma 1

d'identifier un taux de déversement de 3 %, ce qui signifie que 3 % des plastiques commercialisés chaque année finissent dans le milieu marin.

Le Forum Économique Mondial a abouti à une estimation plus élevée, selon laquelle 32 % des emballages à usage unique échappent aux systèmes de collecte (FEM, 2016).

La section ci-dessous décrit les déversements de quatre sources principales et estime les volumes rejetés dans l'environnement marin, selon la littérature scientifique :

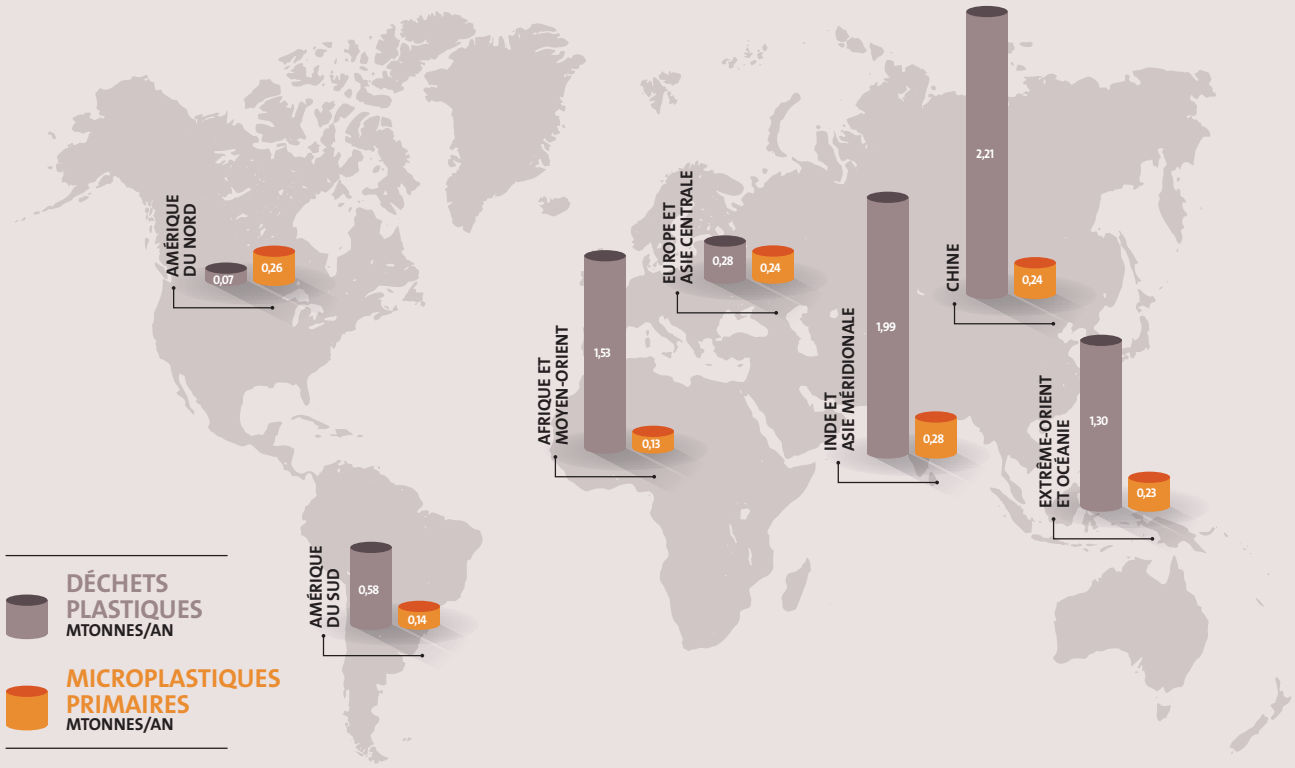
i. **Déchets plastiques mal gérés sur le littoral : 8 Mt/a**
Les ordres de grandeur les plus communément cités ont été publiés par Jambeck et al. en 2015. Cette étude s'est intéressée au volume de déchets plastiques mal gérés susceptible d'être généré par les populations côtières de 192 pays vivant à moins de 50 km du rivage. Les calculs se basent sur la quantité de déchets générés par habitant et par an, sur le pourcentage de matériaux plastiques dans les déchets ainsi que sur le pourcentage de déchets plastiques mal gérés susceptible de s'écouler dans les océans sous forme de débris (ce qui inclut la part des déchets mal gérés par pays et un taux moyen de « littering » par défaut de 2 %).
Cette étude conclut que les déversements annuels de déchets plastiques mal gérés dans l'environnement marin se situent entre 4,8 et 12,7 Mt/a. D'autres estimations de déchets plastiques mal gérés ont été publiées, faisant état de volumes allant de 3,87 Mt/a (UN Environment, 2018) à 9 Mt/a (EUNOMIA, 2016) sur un total de déversements mondiaux de plastique de 8,28 Mt/a et de 12,2 Mt/a, respectivement.

ii. **Déchets plastiques continentaux mal gérés : 2 Mt/a**
La contribution des cours d'eau aux déversements varie en fonction de la saison et de la situation géographique. Globalement, les cours d'eau seraient responsables d'un flux de déchets plastiques oscillant entre 1,15 Mt/a et 2,41 Mt/a, sachant que 67 % de ces émissions se produisent en Asie (Lebreton et al. 2017).
Cette étude s'appuie sur des mesures de terrain montrant une bonne corrélation entre les densités démographiques, les données sur la gestion des déchets et les résultats des prélèvements de débris plastiques dans les cours d'eau.
Une autre étude a estimé l'apport des cours d'eau entre 0,41 Mt/a et 4 Mt/a (Schmidt, Krauth et Wagner, 2017). Les divergences entre ces deux études sont liées à l'utilisation de paramètres différents, notamment le nombre de pays côtiers retenus.

iii. **Matériel de pêche perdu : 0,6 Mt/a**
Les secteurs de la pêche et de l'aquaculture émettent de grandes quantités de déchets (par exemple, les filets

Rejets mondiaux de microplastiques primaires et de déchets plastiques dans l'océan mondial

Comparaison avec les plastiques issus de déchets mal gérés



Source : Boucher, J. et Friot D. 2017

Schéma 2

abandonnés). Les pertes microplastiques liées à l'industrie de la pêche sont estimées à 0,6 Mt/a (Boucher et Friot, 2017). Une grande prévalence de fibres bleues (nylon), spécifiques aux filets, est souvent retrouvée en mer lors d'études de terrain. Concernant ces filets, il est estimé qu'environ 1,15 Mt sont perdues en mer chaque année (EUNOMIA, 2016). Toutefois, les sources sont assez peu nombreuses et les contributions précises, difficiles à définir. De plus, les déchets jetés par-dessus bord, une pratique pourtant interdite, contribuent également à la pollution plastique, à hauteur de 600 Kt/a (EUNOMIA, 2016).

iv. **Microplastiques primaires : 1,5 Mt/a**
Dans cette étude, nous partons du principe que 1,5 Mt/a sont rejetées dans l'environnement marin sous la forme de microplastiques primaires. Toutefois, les sources diffèrent quant à la contribution des microplastiques primaires à la perte globale de plastique. Ces pertes sont estimées à :
- 3,01 Mt sur une perte totale de plastique de 8,28 Mt/a (UN Environment, 2018)
- 1.5 Mt/a sur une perte totale de plastique de 8 Mt/a (Boucher et Friot, 2017)
- 0,95 Mt sur une perte totale de plastique de 12,2 Mt/a (EUNOMIA, 2016)

En pourcentage, cela équivaut à environ 36 %, 15 % et 8 % des déversements (UN Environment, 2018 ; Boucher et Friot, 2017 ; EUNOMIA, 2016). Par sources, les déversements dus à l'abrasion des pneus sont estimés à 1400 / 420 / 270 kt/a (UN Environment, 2018 ; Boucher et Friot, 2017 ; EUNOMIA, 2016). Les déversements dus au marquage des routes sont estimés à 590 / 105 / 80 kt/a et les déversements dus aux pertes de microfibres pendant le lavage à 260 / 525 / 190 kt/a, selon les mêmes sources.

Le déversement de macroplastiques issus de déchets mal gérés prévaut dans les pays côtiers, notamment dans ceux où les installations de gestion des déchets sont les moins performantes (Boucher et Friot, 2017). Le schéma 2 présente la contribution des microplastiques primaires et des déchets mal gérés à la pollution par le plastique à l'échelle mondiale.

Ces divergences régionales sont le reflet de modèles et de choix différents, qui dépendent de caractéristiques telles que la densité démographique, le PIB, les habitudes culturelles et l'efficacité des infrastructures locales en matière de rétention des déchets. Cela confirme également la théorie IPAT [Impact = taille de la Population x richesse de la population (Affluence, en anglais) x Technologie] (Ehrlich et Holdren, 1971).

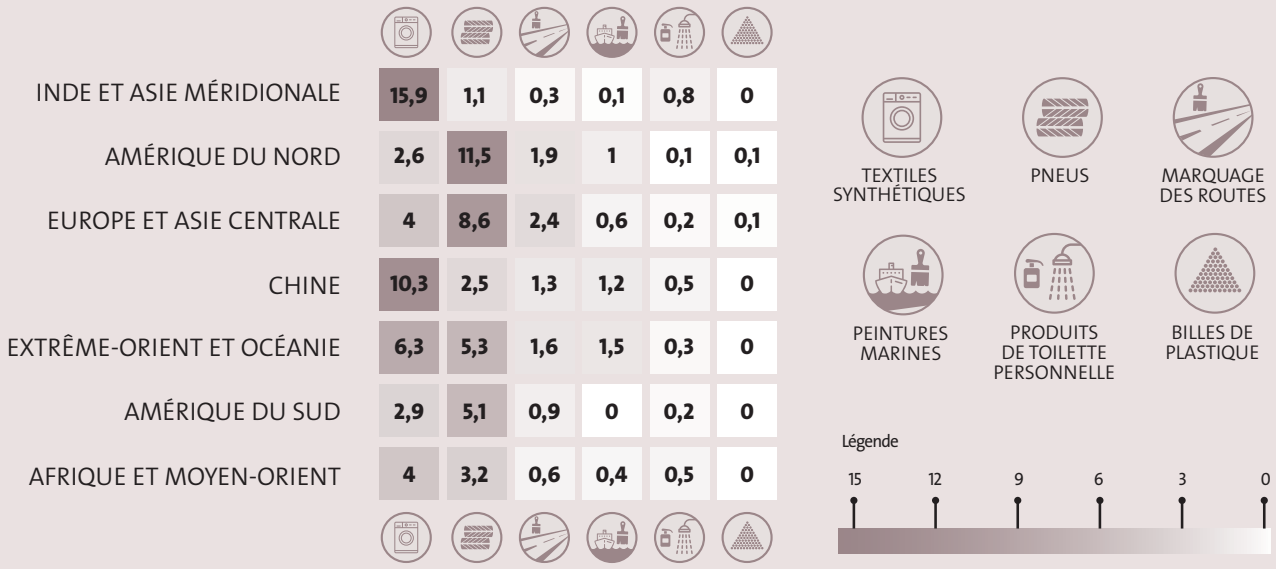
Ces disparités régionales et sectorielles sont illustrées dans le schéma 3, qui porte sur les différentes sources de microplastiques. Avant de définir des actions, il faut pouvoir identifier les principales zones d'émission, ce qui impose le développement urgent d'une méthodologie de détermination de l'empreinte propre à chaque filière et adaptée à chaque région.

Ces approches en matière de détermination de l'empreinte pourraient s'appuyer d'abord sur l'inventaire des quantités de plastique qui fuient dans l'environnement mais aussi à terme intégrer l'évaluation des impacts sur l'environnement et la santé humaine :

i. Macro-débris : ils influent sur la faune sauvage et le bien-être humain. Des pièces de grande dimension peuvent être ingérées par la mégafaune marine (Stephanis et al. 2013), bloquant les trachées gastro-intestinales ou estomacs, menant vers une mort prématurée. La capture accidentelle d'animaux marins dans des filets abandonnés (« pêche

Déversements globaux dans l'océan mondial par secteur géographique et par sources

Sources principales par région (pour un total de 100 %)



Source : Boucher, J. et Friot D. 2017

Schéma 3

fantôme ») fait également partie des préoccupations croissantes. La pollution plastique affecte les communautés humaines côtières, avec quelque 18 millions d'euros consacrés chaque année par le seul Royaume-Uni au ramassage des ordures accumulés sur les côtes (Lee, 2015.).

ii. *Méso-micro-débris :* La présence d'organismes tels que des bryozoaires ou d'algues incrustés sur des débris plastiques a été reportée. Ce phénomène constitue un vecteur pour les espèces envahissantes (Gregory, 2009). Il s'agit d'une menace considérable pour les zones où l'endémisme est important, comme les îles subantarctiques par exemple. En outre, on pressent des impacts sur l'écosystème via l'accumulation de microplastiques dans la chaîne alimentaire, ce qui peut entraîner un transfert aux êtres humains via la consommation directe de fruits de mer. La seule et unique étude consacrée à l'évaluation des risques liés aux microplastiques dans l'environnement prévoit une multiplication par 50 des concentrations de microplastiques en surface d'ici à 2100 (de 0,2-0,9 particules par m^3 en 2010 à 9,6-48,8 particules par m^3 en 2100) (Everaert et al. 2018). Toutefois, on ne s'attend à aucun effet direct lié à des microparticules flottantes (à l'exclusion des polluants chimiques adsorbés à la surface des particules de plastiques – p. ex. pesticides) dans des conditions normales, même si les zones affichant une concentration plus élevée que la moyenne pourraient potentiellement être en danger (Everaert et al. 2018). Une estimation précise des différents impacts potentiels des débris plastiques nécessitera encore plusieurs années de recherche.

Une évaluation détaillée de ces impacts à l'échelle du cycle de vie pourrait permettre (i) de comparer l'impact des différents déversements (par exemple, pour les différents polymères, les différentes formes) et (ii) de faire des arbitrages entre les impacts liés au plastique et les autres problèmes environnementaux potentiellement graves.

Même si le cadre théorique et les voies d'impact semblent relativement clairs, les données pratiques (c'est-à-dire les taux de devenir, les facteurs de caractérisation ou les données écotoxicologiques) ne sont pas encore disponibles. En raison de ces lacunes, il convient de recourir à un indicateur d'inventaire des déversements pour orienter les prises de décisions à court terme (FSLCI, 2018).

La première partie de cet article a décrit l'état actuel des connaissances sur la pollution plastique dans l'environnement marin en vue d'exposer les principaux enjeux et conclusions. La partie suivante offre un aperçu des défis entourant l'utilisation de modèles de prévision des déversements ainsi que des contraintes inhérentes à l'échantillonage du plastique en mer.

LES DIFFICULTÉS INHÉRENTES À LA PRÉVISION DE LA POLLUTION PLASTIQUE

Prévoir la pollution plastique constitue un défi de taille. Tel que nous avons pu le constater ci-dessus, les nombreuses incertitudes existant à l'échelle mondiale sont à l'origine de divergences quantitatives non négligeables. Ces incertitudes peuvent être structurelles (liées à la compréhension des mécanismes et des voies de rejet) ou bien liées aux données (notamment à la disponibilité d'ensembles de données fiables, ce qui s'avère particulièrement difficile à obtenir dans certains pays).

L'élaboration d'une méthodologie simplifiée, standardisée et facilement applicable implique le dépassement de certaines de ces incertitudes. Dans les sections ci-dessous, nous énumérons les principaux défis à relever pour aboutir à une méthode fiable de prévision de l'empreinte.

Le Schéma 4 propose un cadre méthodologique pour l'évaluation de l'empreinte plastique, intégrant pour différentes sources de plastique, des étapes de pertes dans l'environnement, puis de rejet final dans les eaux de surface et les océans.

MODÉLISATION DES DÉVERSEMENTS DE DÉCHETS MAL GÉRÉS ET DES ORDURES

Les déchets mal gérés sont communément définis comme étant des déchets plastiques gérés de telle façon qu'une part finisse dans l'environnement marin. Cela concerne les déchets mis en décharges non-contrôlées, les dépotoirs et les décharges sauvages.

Les limites actuelles de cette approche sont les suivantes :

i. Absence d'une formule ou d'un ensemble normalisé de données permettant de calculer le volume de déchets mal gérés, ce qui aboutit à des résultats différents selon les diverses approches.

ii. Les estimations sur les dépôts sauvages sont, par nature, très difficiles à établir. Ces déchets peuvent être identifiés à partir des statistiques des opérateurs de nettoyage municipaux, mais il n'existe pas de chiffres concernant la part qui « passe entre les mailles du filet » (c'est-à-dire, celle qui correspond aux déversements). Par définition, c'est un volume qui n'est pas mesuré et qui s'avère très difficile à estimer / deviner. Jambeck et al. (2015) ont avancé un pourcentage approximatif de 2 % dans tous les pays pour ces dépôts sauvages.

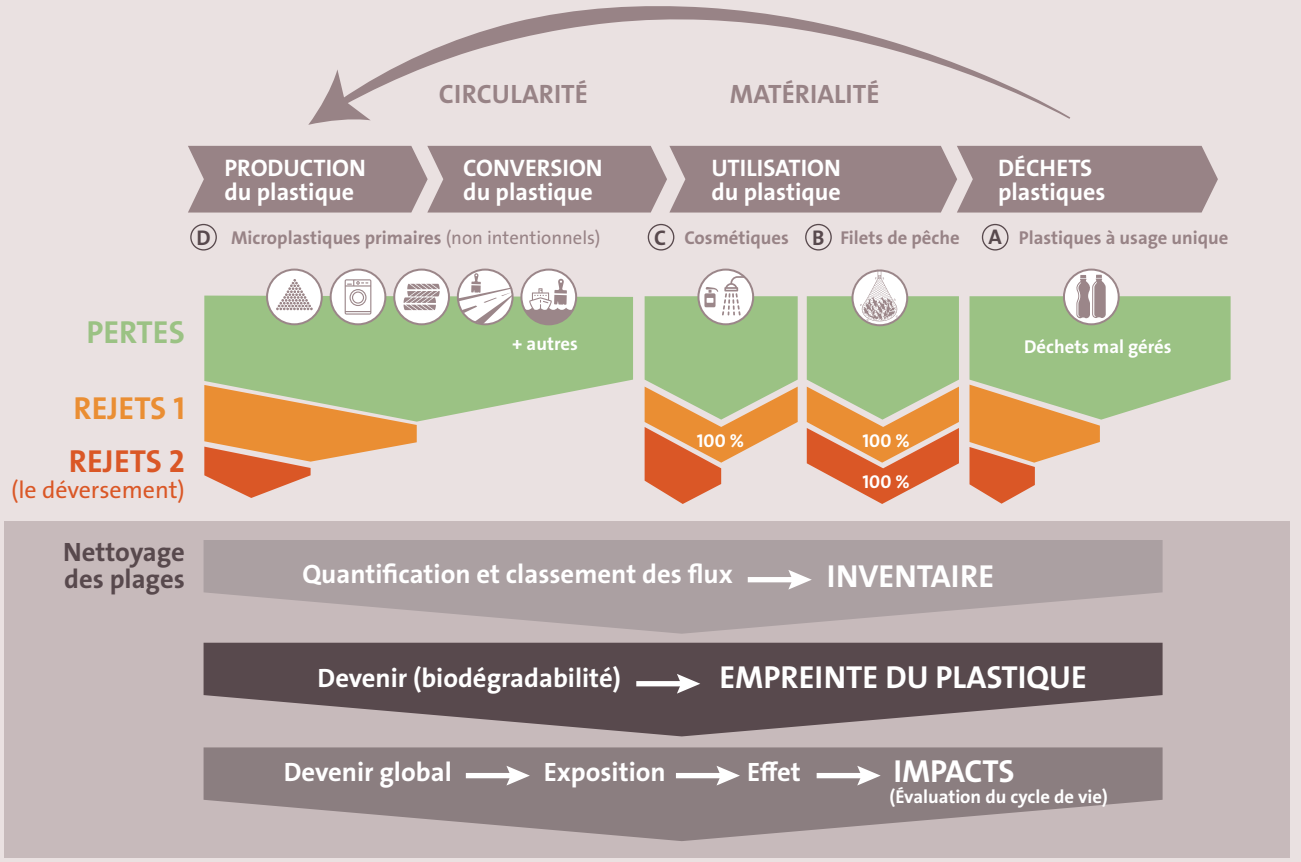
iii. Les taux de rejet des déchets mal gérés sont rarement calculés à partir d'éléments tangibles, donc hautement hypothétiques. Les voies de transport du plastique dans l'environnement sont mal comprises et les taux de rejet constituent davantage des approximations que des indications précises. Ces taux sont généralement évalués entre 10 % et 40 % (Jambeck et al. 2015 ; UN Environment 2018) et il n'y a pas de variations régionales. Pourtant, des facteurs tels que les habitudes culturelles (par exemple, le comportement vis-à-vis des ordures), les conditions climatiques (par exemple, l'effet de la pluie ou du vent dans la dispersion des déchets) et les spécificités géographiques (par exemple, la distance par rapport à un cours d'eau ou au rivage) sont suspectés d'avoir une influence considérable.

Toutefois, les incertitudes fortes de la modélisation ne doivent pas dissuader les parties prenantes d'adopter des actions prioritaires. Le recours à des indicateurs de circularité peut être une bonne option à court terme, du moins le temps de définir des modèles permettant de mieux déterminer les voies de déversement.

SOURCES DES MICROPLASTIQUES ET VOIES DE DÉVERSEMENT

Le déversement de microplastiques primaires se mesure en fonction du taux de perte et du taux de rejet. Le taux de

Cadre de l'empreinte du plastique



Source : Boucher et al. in press ; UICN – The marine plastic footprint

Schéma 4

perte mesure la quantité de plastique perdue par une activité spécifique (par exemple, la circulation automobile, les lessives). Le taux de rejet mesure la part de cette perte qui finit dans l'océan, c'est-à-dire celle qui n'est retenue ni par les installations de traitement des déchets, ni par les autres infrastructures.

Des estimations de taux de perte sont disponibles dans la littérature scientifique, ce qui autorise des calculs génériques de l'empreinte. Toutefois, comme les facteurs entraînant les fluctuations de ces taux demeurent flous, l'utilisation de ces indicateurs dans le cadre de l'éco-conception est encore impossible.

Le taux de rejet est entaché d'incertitudes car il résulte de voies de rejets (transfert dans les stations d'épuration, transport fluvial, sédimentation) encore mal comprises. L'abrasion des pneus des véhicules motorisés illustre bien la problématique. On estime la perte de caoutchouc à 100 mg/km (1 g/10 km) pour un véhicule particulier (Kole et al. 2017). Cependant, la part terminant dans l'environnement marin reste incertaine, puisqu'elle fluctue entre 2 % et 44 % selon les sources. En outre, très peu d'études empiriques ont été menées pour mesurer ces rejets dans l'environnement (Boucher et Friot, 2017 ; Wagner et al. 2018 ; Unice et al. 2018).

LA QUESTION DU DEVENIR ET DES IMPACTS

La modélisation du devenir semble constituer la première étape à franchir avant de passer à l'évaluation de l'impact. Il est indispensable de pouvoir répondre à des questions clés telles que le taux de dégradation de différents polymères dans l'environnement marin, le taux de fragmentation des macroplastiques en microplastiques secondaires, et la durée d'exposition potentielle des organismes. Étant donné la stratification de la colonne d'eau, il s'avère indispensable de mieux comprendre le comportement des débris dans cette dernière.

LES CONTRAINTES INHÉRENTES À LA MESURE DE LA POLLUTION PLASTIQUE SUR LE TERRAIN

L'efficacité des méthodes « top-down » (c.à.d. basée sur des modélisations) doit être validée par des études sur le terrain. Or, les résultats de la modélisation et des approches de terrain sont rarement concordants. Par exemple, la présence de 250 000 à 300 000 kt de débris a été signalée dans l'océan mondial (Eriksen et al. 2014 ; van Sebille et al. 2015).

L'ordre de grandeur de ce chiffre est quasiment vingt fois plus faible que celui des prévisions annuelles basées sur des modèles (4 à 12 Mt, Jambeck et al. 2015). Un débat oppose la communauté scientifique autour de la distribution spatiale et le devenir des plastiques dans la colonne d'eau. On ignore si le plastique coule et s'accumule sur le plancher océanique (auquel cas il ne peut être mesuré par échantillonnage en surface, Woodall et al. 2014 ; Koelmans et al. 2017), s'il se propage dans la chaîne alimentaire ou encore s'il se déplace dans la colonne d'eau (Kooi et al. 2017).

Il convient également de garder à l'esprit que les méthodes d'échantillonnage contemporaines ne sont peut-être pas adaptées à la détection de particules de très petite taille et que les modèles de correction sont parfois omis.

i. Certaines études axées sur la quantification en surface n'utilisent pas de modèles de correction pour les échantillonnages effectués dans des conditions venteuses. Or, les concentrations peuvent être largement sous-estimées en raison du vent et de la houle. Il s'agit d'un vrai désavantage pour ces tentatives d'évaluation de la pollution plastique quand on sait que les concentrations de plastique (principalement des meso – ≤1 cm-≥5 mm et micro plastiques – ≤5 mm) peuvent être 2,5 fois plus élevées quand on applique des modèles de correction du vent pour des vents supérieurs à 8 nœuds (Kukulka et al. 2012).

ii. Lors de l'échantillonnage des débris de surface, les chercheurs ont tendance à proposer les résultats sous la forme d'un nombre moyen de particules par surface (débris par km^2) et d'un nombre total de particules comptées. Le poids des débris est rarement indiqué, même en tant qu'information complémentaire.

iii. Les méthodologies d'échantillonnage (durée et vitesse, dimensions des filets et taille des mailles) varient considérablement d'une étude à l'autre, ce qui influe sur les quantités de débris retenues par les filets d'échantillonnage. Il n'existe pas d'approche standard de l'échantillonnage du plastique en mer et, en raison de différences méthodologiques dans l'élaboration des bases de données, les ensembles de données sont rarement comparables (Whitacre, 2012).

iv. L'abondance des microplastiques semble varier en fonction de la profondeur dans la colonne d'eau. Cela concerne principalement les débris de plus petite taille (10 µm, soit 0,01 mm), qui coulent au fond de la mer différemment comparés aux microplastiques de plus grande taille (Enders et al. 2015). On constate que l'abondance de débris de plus grande taille (par exemple, de 1 mm) décroît à mesure que l'on descend en profondeur, ce qui signifie qu'ils se concentrent à la surface. Les débris plus petits (10 µm) présentent une abondance relativement constante sur la tranche allant de 0 à 100 m de profondeur. Une autre étude a découvert que l'abondance de débris de moins de 300 µm augmentait avec la profondeur et que les fibres artificielles constituaient le principal représentant de la famille des plastiques dans la colonne d'eau (Dai et al. 2018).

v. Il demeure des incertitudes concernant les taux de sédimentation des microplastiques depuis la surface jusqu'au plancher océanique. Ce processus est fonction de deux facteurs principaux : le « biofouling » et la stratification des eaux.

Biofouling : on définit ce processus comme étant « l'accumulation d'organismes sur les surfaces immergées, susceptible d'influer sur l'hydrophobicité et la flottabilité du plastique » (Kooi et al. 2017). Une fois chargées en matière organique, les particules commencent à osciller en fonction des rythmes de la photosynthèse (Kooi et al. 2017).

Stratification et circulation des eaux : des masses d'eau de densité différente sont présentes dans les mers et les océans, notamment en Méditerranée. Par exemple, les masses d'eau de surface et les masses d'eaux profondes présentent des modèles de circulation indépendants, dont les effets sur le transfert de particules de plastiques vers le fond ne sont pas encore connus (El-Geziry et Bryden, 2010).

L'analyse des échantillons de plastique repose sur des procédures manuelles, ralentissant l'effort de collecte et d'analyse des données de terrain. Le développement de protocoles de mesure plus automatisés, basés par exemple sur le « machine learning », pourrait apporter des améliorations considérables dans ce domaine. En outre, le traçage de particules spécifiques telles que les poussières de pneu nécessiterait une validation des ordres de grandeur fournis par les modèles « top-down ».

CONCLUSION

Il n'existe pas de solution simple à ce problème mondial complexe. Aujourd'hui, les décideurs politiques et les industriels prennent des décisions dans un contexte des plus incertains. N'oublions pas que les matériaux plastiques offrent parfois plus d'avantages environnementaux que d'inconvénients, puisque leur légèreté permet de réduire les émissions de CO_2 pendant le transport.

Seul ce qui peut être mesuré peut être résolu. Il faut mettre en place des indicateurs efficaces de la pollution plastique afin d'encadrer les stratégies d'éco-conception et de gestion des déchets, tout en tenant compte des équilibres complexes en matière d'impact environnemental.

Malgré le besoin d'agir vite et de mettre en place des indicateurs efficaces, il ne faut pas oublier les solutions de bon sens, qui recommandent de bien gérer ses déchets et de ne pas surconsommer de plastique. Ces solutions doivent être mises en œuvre sans tarder. En outre, des stratégies rationnelles de gestion des déchets, associées à une campagne de sensibilisation publique, apporteraient des bienfaits dans un grand nombre de domaines. Il s'agit d'actions à petite échelle, mais elles sont réalisables et pourraient nous aider à effacer notre « empreinte plastique » sur le milieu marin.

RÉFÉRENCES

Boucher, Julien, et Damien Friot. 2017. "Primary Microplastics in the Oceans: A Global Evaluation of Sources." UICN.

Dai, Zhenfei, Haibo Zhang, Qian Zhou, Yuan Tian, Tao Chen, Chen Tu, Chuancheng Fu, et Yongming Luo. 2018. "Occurrence of Microplastics in the Water Column and Sediment in an Inland Sea Affected by Intensive Anthropogenic Activities." *Environmental Pollution* 242 (novembre) : 1557–65. https://doi.org/10.1016/j.envpol.2018.07.131.

Ehrlich, Paul R., et John P. Holdren. 1971. "Impact of Population Growth." *Science* 171 (3977) : 1212–17.

El-Geziry, T. M., et I. G. Bryden. 2010. "The Circulation Pattern in the Mediterranean Sea: Issues for Modeller Consideration." *Journal of Operational Oceanography* 3 (2) : 39–46. https://doi.org/10.1080/1755876X.2010.11020116.

Enders, Kristina, Robin Lenz, Colin A. Stedmon, et Torkel G. Nielsen. 2015. "Abundance, Size and Polymer Composition of Marine Microplastics ≥ 10 mm in the Atlantic Ocean and Their Modelled Vertical Distribution." *Marine Pollution Bulletin* 100 (1) : 70–81. https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2015.09.027.

Eriksen, Marcus, Laurent C. M. Lebreton, Henry S. Carson, Martin Thiel, Charles J. Moore, Jose C. Borerro, Francois Galgani, Peter G. Ryan, et Julia Reisser. 2014. "Plastic Pollution in the World's Oceans: More than 5 Trillion Plastic Pieces Weighing over 250,000 Tons Afloat at Sea." Édité par Hans G. Dam. *PLoS ONE* 9 (12) : e111913. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0111913.

Essel, Roland, Linda Engel, Michael Carus, et D. Ralph Heinrich Ahrens. n.d. "Sources of Microplastics Relevant to Marine Protection in Germany", 48.

EUNOMIA. 2016. "Plastics in the Marine Environment"

Everaert, Gert, Lisbeth Van Cauwenberghe, Maarten De Rijcke, Albert A. Koelmans, Jan Mees, Michiel Vandegehuchte, et Colin R. Janssen. 2018. "Risk Assessment of Microplastics in the Ocean: Modelling Approach and First Conclusions". *Environmental Pollution* 242 (novembre) : 1930–38. https://doi.org/10.1016/j.envpol.2018.07.069.

FSLCI. 2018. "Workshop Report: Connecting Expert Communities to Address Marine Litter in Life Cycle Assessment – FSLCI e.V." 2018. https://fslci.org/marinelitter/.

Geyer, Roland, Jenna R. Jambeck, et Kara Lavender Law. 2017. "Production, Use, and Fate of All Plastics Ever Made." *Science Advances* 3 (7) : e1700782. https://doi.org/10.1126/sciadv.1700782.

Gregory, M. R. 2009. "Environmental Implications of Plastic Debris in Marine Settings–Entanglement, Ingestion, Smothering, Hangers-on, Hitch-Hiking and Alien Invasions." *Philosophical Transactions of the Royal Society B : Biological Sciences* 364 (1526) : 2013–25. https://doi.org/10.1098/rstb.2008.0265.

Jambeck, Jenna R, Roland Geyer, Chris Wilcox, Theodore R Siegler, Miriam Perryman, Anthony Andrady, Ramani Narayan, et Kara Lavender Law. n.d. "Plastic Waste Inputs from Land into the Ocean", 4.

Koelmans, Albert A, Merel Kooi, Kara Lavender Law, et Erik van Sebille. 2017. "All Is Not Lost: Deriving a Top-down Mass Budget of Plastic at Sea". *Environmental Research Letters* 12 (11) : 114028. https://doi.org/10.1088/1748-9326/aa9500.

Kole, Pieter Jan, Ansje J. Löhr, Frank G. A. J. Van Belleghem, et Ad M. J. Ragas. 2017. "Wear and Tear of Tyres: A Stealthy Source of Microplastics in the Environment". *International Journal of Environmental Research and Public Health* 14 (10) : 1265. https://doi.org/10.3390/ijerph14101265.

Kooi, Merel, Egbert H. van Nes, Marten Scheffer, et Albert A. Koelmans. 2017. "Ups and Downs in the Ocean: Effects of Biofouling on Vertical Transport of Microplastics". *Environmental Science & Technology* 51 (14) : 7963–71. https://doi.org/10.1021/acs.est.6b04702.

Kukulka, T., G. Proskurowski, S. Morét-Ferguson, D. W. Meyer, et K. L. Law. 2012. "The Effect of Wind Mixing on the Vertical Distribution of Buoyant Plastic Debris: WIND EFFECTS ON PLASTIC MARINE DEBRIS". *Geophysical Research Letters* 39 (7) : n/a-n/a. https://doi.org/10.1029/2012GL051116.

Lassen, Carsten, Steffen Foss Hansen, Kerstin Magnusson, Nanna B. Hartmann, Rehne Jensen Pernille, Torkel Gissel Nielsen, et Anna Brinch. 2015. "Microplastics - Occurrence, Effects and Sources of Releases to the Environment in Denmark". Copenhague : Agence danoise de protection de l'environnement.

Lebreton, Laurent C. M., Joost van der Zwet, Jan-Willem Damsteeg, Boyan Slat, Anthony Andrady, et Julia Reisser. 2017. "River Plastic Emissions to the World's Oceans". *Nature Communications* 8 (juin) : 15611. https://doi.org/10.1038/ncomms15611.

Lee, Jeo. n.d. "Economic Valuation of Marine Litter and Microplastic Pollution in the Marine Environment: An Initial Assessment of the Case of the United Kingdom", 17.

Magnusson, K., K. Eliasson, A. Fråne, K. Haikonen, J. Hultén, M. Olshammar, J. Stadmark, et A. Voisin. 2016. "Swedish Sources and Pathways for Microplastics to the Marine Environment". Stockholm, Suède : IVL Svenska Miljöinstitutet.

PlasticsEurope. 2017. "Plastics - the Facts 2017: PlasticsEurope". https://www.plasticseurope.org/fr/resources/publications/plastics-facts-2017.

Reisser, J., B. Slat, K. Noble, K. du Plessis, M. Epp, M. Proietti, J. de Sonneville, T. Becker, et C. Pattiaratchi. 2015. "The Vertical Distribution of Buoyant Plastics at Sea: An Observational Study in the North Atlantic Gyre". *Biogeosciences* 12 (4) : 1249–56. https://doi.org/10.5194/bg-12-1249-2015.

Schmidt, Christian, Tobias Krauth, et Stephan Wagner. 2017. "Export of Plastic Debris by Rivers into the Sea". *Environmental Science & Technology* 51 (21) : 12246–53. https://doi.org/10.1021/acs.est.7b02368.

Sebille, Erik van, Chris Wilcox, Laurent Lebreton, Nikolai Maximenko, Britta Denise Hardesty, Jan A van Franeker, Marcus Eriksen, David Siegel, Francois Galgani, et Kara Lavender Law. 2015. "A Global Inventory of Small Floating Plastic Debris". *Environmental Research Letters* 10 (12) : 124006. https://doi.org/10.1088/1748-9326/10/12/124006.

Stephanis, Renaud de, Joan Giménez, Eva Carpinelli, Carlos Gutierrez-Exposito, et Ana Cañadas. 2013. "As Main Meal for Sperm Whales: Plastics Debris". *Marine Pollution Bulletin* 69 (1–2) : 206–14. https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2013.01.033.

UN Environment. 2018. "Mapping of Global Plastics Value Chain and Plastics Losses to the Environment (with a Particular Focus on Marine Environment)". Programme des Nations Unies pour l'Environnement. Nairobi, Kenya.

Unice, K. M., M. P. Weeber, M. M. Abramson, R. C. D. Reid, J. A. G. van Gils, A. A. Markus, A. D. Vethaak, et J. M. Panko. 2018. "Characterizing Export of Land-Based Microplastics to the Estuary – Part II: Sensitivity Analysis of an Integrated Geospatial Microplastic Transport Modeling Assessment of Tire and Road Wear Particles". *Science of The Total Environment*, août. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.08.301.

Wagner, Stephan, Thorsten Hüffer, Philipp Klöckner, Maren Wehrhahn, Thilo Hofmann, et Thorsten Reemtsma. 2018. "Tire Wear Particles in the Aquatic Environment - A Review on Generation, Analysis, Occurrence, Fate and Effects". *Water Research* 139 (août) : 83–100. https://doi.org/10.1016/j.watres.2018.03.051.

WEF, 2016, The new plastic economy - rethinking the future of plastics. Available at: http://www.ellenmacarthurfoundation.org/publications

Whitacre, David M. 2012. *Reviews of Environmental Contamination and Toxicology. Volume 220*. New York : Springer.

Woodall, L. C., A.w Sanchez-Vidal, M. Canals, G. L. J. Paterson, R. Coppock, V. Sleight, A. Calafat, A. D. Rogers, B. E. Narayanaswamy, et R. C. Thompson. 2014. "The Deep Sea Is a Major Sink for Microplastic Debris". *Royal Society Open Science* 1 (4) : 140317–140317. https://doi.org/10.1098/rsos.140317.

3. RÉINVENTER L'AVENIR DES PLASTIQUES

Dans la période actuelle de remise en question des plastiques, deux pistes opposées sont souvent évoquées. D'une part, certains rêvent d'un monde « déplastifié » où le plastique pourrait être remplacé au profit de matières alternatives. Même si beaucoup de ces alternatives restent à inventer, l'une des pistes avancées est la production de matériaux plastiques biosourcés (bio-PE, bio-PET etc.). Malgré son expansion récente, elle est controversée car elle utilise des terres agricoles pour l'élaboration de produits non-alimentaires, sans toutefois régler les problèmes d'impact environnemental liés à la gestion de ces déchets.

Par ailleurs, la question du remplacement systématique des plastiques n'est pas aussi simple qu'elle paraît : les analyses de cycle de vie des produits montrent que dans certains cas le plastique représente la meilleure alternative. À titre d'exemple, le remplacement des plateaux-repas dans les avions, qui étaient autrefois en métal, au profit du plastique représente une importante économie de CO_2 et de coûts.

D'autre part, d'autres acteurs, tels que la Fondation Ellen MacArthur, considèrent que la question du plastique illustre notre besoin de sortir de notre société du jetable, reposant sur le triptyque « extraire - consommer - jeter », pour aller vers une économie circulaire, propice à une utilisation plus vertueuse des ressources. 95 % de la valeur des matériaux d'emballage plastiques sont ainsi perdus chaque année, ce qui représente 80 à 120 milliards de dollars.

Comment sortir de notre société du déchet et aller vers une société des ressources ? Cela suppose de repenser l'intégralité de notre système : de la conception des objets à la gestion de leur fin de vie après usage.
Les innovations impactent la chaîne de valeur de la gestion des déchets et obligent à repenser les compétences et les métiers nécessaires à l'avènement d'une économie circulaire. Par exemple, des robots sont déjà utilisés, sur certains sites, pour optimiser le tri et réduire la pénibilité du travail des opérateurs. La blockchain permet notamment de mettre en place des plateformes digitales facilitant l'intégration du secteur informel, maillon essentiel de la chaîne du recyclage des déchets dans les pays en développement, comme le fait Plastic Bank en Haïti et aux Philippines. Cette évolution technologie à un double bénéfice : réduire les quantités de déchets rejetés en mer, tout en fournissant une source de revenus aux plus démunis.

La question de la mobilisation des acteurs est un des éléments de succès du renouveau du modèle économique pour faciliter une approche plus circulaire. Des projets innovants comme Project STOP en Indonésie montrent bien l'importance d'intégrer l'ensemble des acteurs d'un territoire pour développer des solutions de recyclage efficaces et performantes. Les consommateurs sont aussi des acteurs clés dans leur choix de consommation et leurs gestes de tri.

À titre d'exemple, la start-up Yoyo encourage les citadins en France qui trient mieux leurs déchets en leur offrant des récompenses.

La pollution plastique pose évidemment le sujet de l'accompagnement de la croissance des pays émergents dont le développement frénétique s'est fait sans que suivent les infrastructures nécessaires au bon traitement des déchets. De nombreux acteurs se mobilisent pour améliorer les installations de collecte, de stockage et de traitement des déchets plastiques, en particulier dans les pays où les fuites de plastique sont importantes. Par exemple, la récente « Alliance to End Plastic Waste », annoncée en janvier 2019 et qui réuni une trentaine d'entreprises mondiales, s'engage à verser plus de 1 milliard de dollars – avec pour objectif d'atteindre 1,5 milliard de dollars – d'ici cinq ans, pour permettre le déploiement de solutions de réduction et de gestion des déchets plastiques et promouvoir leur recyclage.

Toutefois, se pourrait-il que « l'Homo detritus »[1], face cachée de l'Homo œconomicus, puisse s'illusionner de sauver la planète en « bien jetant » ? Répondre à la question de la pollution plastique va au-delà d'une réponse à une meilleure gestion des déchets et d'un basculement vers une économie circulaire. Elle pose la question de la lutte contre la pauvreté et de l'accès aux services essentiels dans de nombreux pays en développement. Une grande partie des déchets plastiques dans ces pays est issue de sachets unidoses de biens de consommation courante (shampoing, lessive, café, etc.), vendus à des millions d'exemplaires chaque jour. De même, les immenses quantités de bouteilles en plastique vendues dans les pays émergents viennent pallier le manque d'accès à une eau potable de bonne qualité.

Cette récente controverse autour du plastique nous conduit ainsi à nous questionner, une fois de plus, sur notre mode de production et de consommation, et plus largement notre mode de vie, à l'échelle de la planète.

Fanny Arnaud
Coordinatrice de la revue

1 Homo detritus, Baptiste Monsaingeon

VERS UNE NOUVELLE ÉCONOMIE DES PLASTIQUES

Sander Defruyt
Responsable de l'initiative « Nouvelle économie des plastiques »,
Fondation Ellen MacArthur

© warloka79 / Adobe Stock

La Fondation Ellen MacArthur a été créée en 2010 afin d'accélérer la transition vers l'économie circulaire. Organisation renommée, la Fondation est parvenue en quelques années seulement à placer l'économie circulaire à l'ordre des priorités des dirigeants d'entreprises, des gouvernements et de la recherche à l'échelle internationale. La Fondation travaille avec le soutien de ses partenaires du domaine de la connaissance (Arup, IDEO, McKinsey & Company et SYSTEMIQ), de ses grands partenaires du secteur privé (Danone, Google, H&M, Intesa Sanpaolo, NIKE Inc., Philips, Renault, Solvay et Unilever) et de ses principaux partenaires fondateurs philanthropes (SUN, MAVA et les joueurs de la loterie People's Postcode Lottery au Royaume-Uni).

Sander Defruyt est à la tête de l'initiative « Nouvelle économie des plastiques », un ambitieux projet sur trois ans réunissant les principaux acteurs du secteur, en vue de repenser le système actuel et d'imaginer le nouvel avenir des plastiques, en commençant par les emballages.

MOTS CLÉS

- ÉCONOMIE CIRCULAIRE
- NOUVEAU SYSTÈME MONDIAL DE GESTION DU PLASTIQUE
- EMBALLAGES
- INNOVATION
- COOPÉRATION

Notre système actuel de gestion du plastique ne fonctionne plus : si nous ne le changeons pas de façon radicale, il pourrait y avoir plus de plastique que de poissons dans l'océan en 2050. À l'échelle mondiale, seulement 2 % des emballages plastiques sont recyclés en emballages, tandis que la grande majorité finit en décharge, incinérée ou simplement dans la nature. Pour lancer le mouvement vers un système de gestion du plastique plus performant, l'initiative de la Nouvelle économie des plastiques a été lancée en 2016. Celle-ci encourage la transition vers une économie circulaire où le plastique ne devient jamais un déchet. Ce système nécessite la participation des entreprises, des gouvernements, des ONG, des chercheurs et d'autres parties prenantes, afin de concrétiser un fonctionnement qui s'éloignerait définitivement du modèle linéaire actuel consistant à « extraire-utiliser-jeter » et de concevoir un système mondial d'utilisation du plastique reposant sur les principes de l'économie circulaire.

Tous les acteurs du secteur du plastique doivent bien comprendre que nous ne pouvons plus nous contenter d'améliorer la collecte et le recyclage. Ces deux actions sont importantes mais elles ne suffisent pas. Nous devons repenser l'ensemble du système de gestion du plastique en commençant en amont, en réfléchissant à ce que nous mettons sur le marché. Les emballages plastiques problématiques ou inutiles doivent être éliminés grâce à l'innovation et à de nouveaux modèles économiques. Tous les emballages plastiques restants doivent être effectivement réutilisés, recyclés ou compostés. Enfin, pour la fabrication d'emballages en plastique, il convient d'utiliser le plus grand nombre possible de matières recyclées et exemptes de substances nocives. L'objectif : faire en sorte que le plastique ne se transforme jamais en déchet, ou pire, qu'il ne soit jeté dans la nature. Pour y parvenir, il faudra innover, explorer l'utilisation de nouveaux matériaux et de nouveaux modèles économiques.

Quelle est l'ambition de l'initiative de la Nouvelle économie des plastiques lancée par la Fondation Ellen MacArthur en 2016 ?

L'initiative de la Nouvelle économie des plastiques a été créée pour impliquer des entreprises, des gouvernements, des ONG, des chercheurs et d'autres parties prenantes, afin de concrétiser un fonctionnement qui s'éloignerait définitivement du modèle linéaire actuel consistant à « extraire-utiliser-jeter » et de concevoir un système mondial d'utilisation du plastique reposant sur les principes de l'économie circulaire.

Bien que les plastiques fassent désormais partie intégrante de notre économie et de notre quotidien, il est désormais évident que le système ne fonctionne plus.

À l'échelle mondiale, seulement 2 % des emballages plastiques sont recyclés en nouveaux emballages, tandis que la grande majorité finit en décharge, incinérée ou simplement dans la nature. Les trois plus grandes opérations internationales de nettoyage des plages et des océans concernent conjointement moins de 0,5 % des déchets marins. Les efforts entrepris pour se débarrasser de ces déchets sont essentiels pour lutter contre les symptômes, mais ils ne s'attaquent pas à la cause du problème.

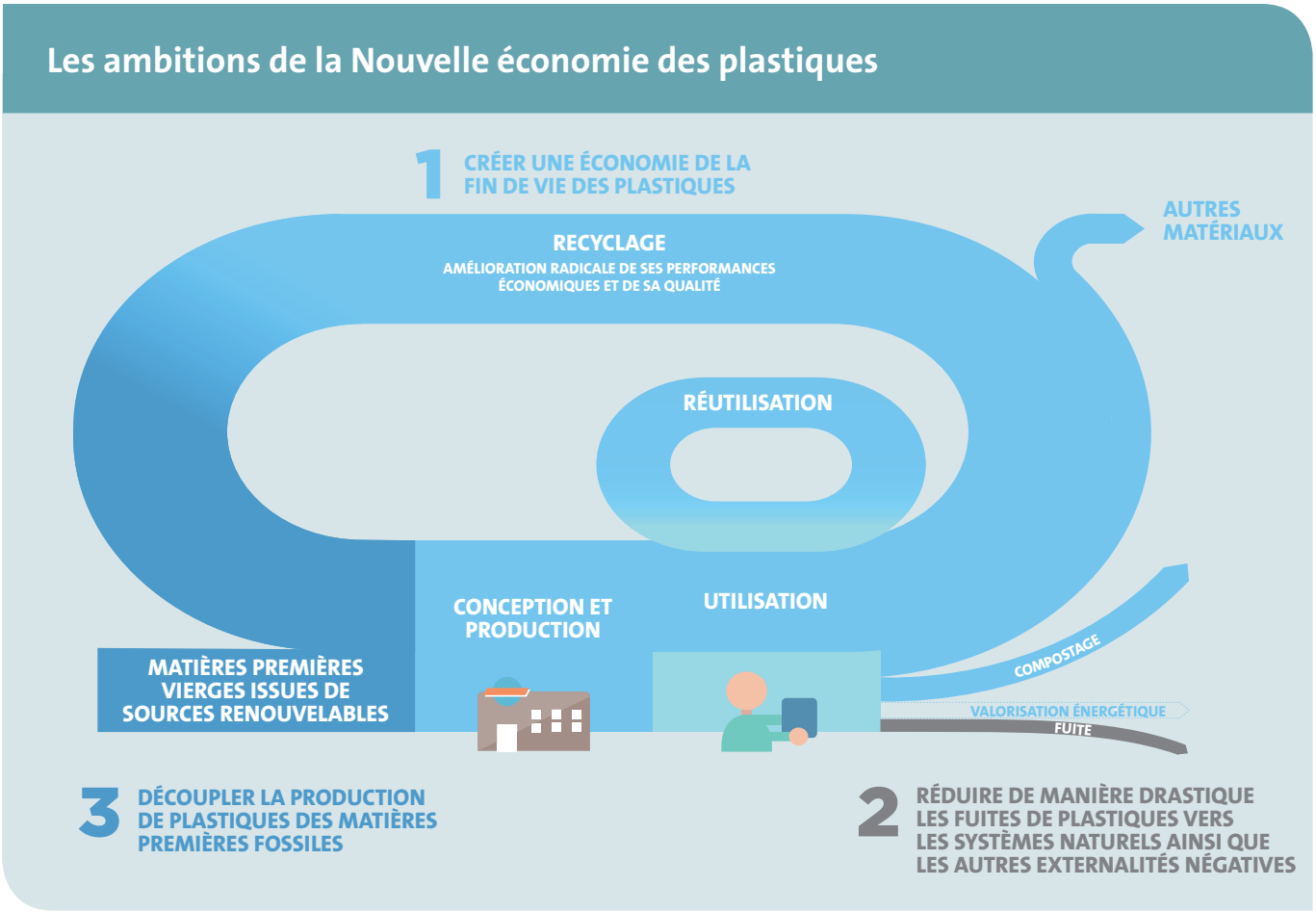
De la même manière, nous devons repenser le système, car nous ne pouvons plus nous contenter d'améliorer la collecte et le recyclage. Ce dernier fait partie de la solution mais ne résout pas notre problème. Nous devons réfléchir de façon approfondie à ce que nous mettons sur le marché. Par exemple, 30 % de tous les objets en plastique aujourd'hui sont soit trop petits (petits emballages, sachets) soit trop complexes (matériaux multicouches) pour être recyclés. Nous devons innover et repenser la conception de nos objets en plastique.

En adoptant une refonte complète du système, telle que préconisée par notre Nouvelle économie des plastiques, nous pouvons faire en sorte que les plastiques ne deviennent jamais des déchets, mais qu'ils restent dans l'économie en tant que matériaux de valeur.

Quels sont les premiers résultats de cette Nouvelle économie des plastiques ?

Notre premier rapport « La Nouvelle économie des plastiques - Repenser l'avenir des plastiques » a été publié en janvier 2016 et présentait les limites du système actuel, qui ne fonctionne plus. La perspective d'un océan contenant plus de plastiques que de poissons en 2050 si nous ne changeons pas rapidement le système, a capté l'attention internationale et fait régulièrement les gros titres. Après avoir mis le doigt sur le problème, le rapport propose une vision d'une gestion performante du plastique : une économie circulaire dans laquelle les plastiques ne deviennent jamais des déchets.

Les ambitions de la Nouvelle économie des plastiques



Début 2017, le deuxième rapport de la Nouvelle économie des plastiques présentait un plan d'action plus concret, reposant sur trois piliers : reconception/innovation, réutilisation et recyclage. Ce rapport a été soutenu par d'importantes entreprises et des gouvernements dans le monde entier.

De plus en plus d'entreprises et de gouvernements, ainsi que des ONG, des chercheurs et d'autres organisations se rallient à cette vision commune, reconnaissant qu'elle offre une solution systémique s'attaquant à la cause du problème (la crise de la pollution par le plastique) et non seulement aux symptômes.

Nous avons également mis en œuvre un prix de l'innovation de 2 millions de dollars américains, qui a conduit d'autres acteurs à s'impliquer dans ce type d'initiative. Suite à ce concours, plusieurs fonds d'investissement de plusieurs millions de dollars ont été créés en vue de concrétiser cette économie circulaire pour les plastiques.

Enfin, nous avons lancé notre engagement mondial pour la Nouvelle économie des plastiques afin de poser une première pierre contre la pollution et les déchets.

Qu'est-ce que l'Engagement mondial pour la Nouvelle économie des plastiques ? En quoi peut-il faire la différence ?

Pour s'attaquer à la source du problème - les déchets et la pollution par les plastiques - la Fondation Ellen MacArthur, en partenariat avec le Programme des Nations Unies pour l'environnement, a lancé son Engagement mondial pour la Nouvelle économie des plastiques lors de la conférence « Our Ocean » à Bali, le 29 octobre 2018. Avec plus de 250 signataires, cet engagement mondial entend catalyser l'action pour changer radicalement l'approche actuelle du plastique consistant à « extraire-utiliser-jeter », afin de laisser la place à un système exempt de pollution et de déchets. Les signataires s'engagent à éliminer les objets en plastique dont nous n'avons pas réellement besoin, à innover pour que le plastique dont nous avons besoin soit réutilisé en toute sécurité, recyclé ou composté et à faire en sorte que tout ce que nous utilisons reste dans l'économie et ne finisse pas dans la nature.

C'est, à ce jour, le plus ambitieux effort de mobilisation des entreprises derrière des objectifs qui pourraient être cruciaux pour mettre fin à la crise de la pollution par les plastiques. Ces signataires, actuellement plus de 250, réunissent à eux seuls plus de 20 % du marché mondial des emballages. L'engagement lui-même a reçu l'approbation du WWF, du Forum Économique Mondial, du Consumer Goods Forum (une organisation dirigée par des chefs d'entreprise, qui représente environ 400 détaillants et fabricants de 70 pays), ainsi que 40 universités. Cinq fonds de capital-risque se sont engagés à investir plus de 200 millions de dollars d'ici 2025 dans la création d'une économie circulaire pour le plastique et plus de 15 institutions financières, dont la Banque européenne d'investissement (qui compte plus de 2 500 milliards de dollars d'actifs sous gestion), ont approuvé notre engagement mondial.

Comment les marques, les détaillants et les fabricants d'emballages peuvent-ils changer leurs habitudes en matière de plastique ?

Compte tenu de l'ampleur du défi, une action immédiate est absolument nécessaire. De nombreux signataires obtiennent des résultats rapides et nous encourageons fortement les autres à suivre leur exemple. Par exemple, Marks & Spencer supprime cette année les couverts et les pailles en plastique à usage unique. Plusieurs fabricants ont déjà éliminé le PVC de leurs emballages et Colgate Palmolive s'engage à le faire d'ici 2020. L'élimination de ces plastiques problématiques et inutiles est une mesure qui peut être prise rapidement. Nous encourageons tous les signataires à accorder la priorité à des actions comme celles-ci, car elles peuvent avoir un impact significatif en un minimum de temps.

Malheureusement, il n'existe pas de solution unique pour réaliser ces engagements. Les entreprises et les gouvernements n'ont pas tous les mêmes principes de fonctionnement. Toutefois, il est clair que pour obtenir des résultats, nous devons collaborer, car nous souhaitons changer un système mondial, qui implique et affecte un grand nombre de personnes et d'organisations. C'est en travaillant ensemble et en partageant des connaissances et des bonnes pratiques que nous pourrons contribuer à réaliser ensemble nos engagements et à développer des solutions circulaires qui, à terme, seront bénéfiques à tous.

Comment pouvons-nous repenser le marché de l'emballage plastique dans le monde ?

Tous les acteurs du secteur du plastique doivent bien comprendre que nous ne pouvons plus nous contenter d'améliorer la collecte et le recyclage. Ces deux actions sont importantes mais elles ne suffisent pas. Nous devons repenser l'ensemble du système de gestion du plastique en commençant en amont, en réfléchissant à ce que nous mettons sur le marché.

Les emballages plastiques problématiques ou inutiles doivent être éliminés grâce à l'innovation et à de nouveaux modèles économiques. Tous les emballages plastiques restants doivent être réutilisés, recyclés ou compostés en pratique. Enfin, pour la fabrication d'emballages en plastique, il convient d'utiliser le plus grand nombre possible de matières recyclées et exemptes de substances nocives.

L'objectif : faire en sorte que le plastique ne finisse jamais comme un déchet, ou pire, jeté dans la nature. Pour y parvenir, il faudra innover, explorer l'utilisation de nouveaux matériaux et de nouveaux modèles économiques.

Quels sont les exemples de collaboration réussie au sein de l'initiative de la Nouvelle économie des plastiques ?

Réunir tous les acteurs pertinents est un aspect essentiel du travail de l'initiative de la Nouvelle économie des plastiques. Nos « projets pionniers » sont un bon exemple de collaboration réussie. Ces projets, qui reposent sur des collaborations croisées au sein de la chaîne de valeur, sont initiés et gérés par les entreprises. Les compétences et les connaissances de ces dernières permettent de surmonter de nombreux obstacles sur la voie de la transition vers une nouvelle économie du plastique. Il s'agit de collaborations pré compétitives, qui invitent les parties prenantes de l'ensemble du secteur du plastique à créer et à tester des innovations qui pourraient changer la manière dont nous concevons, utilisons et réutilisons les emballages en plastique.

Dans le cadre de l'initiative de la Nouvelle économie des plastiques, comment développez-vous des projets à l'échelle locale ?

Pour créer cette nouvelle économie des plastiques, nous avons besoin d'efforts ambitieux dans le monde entier, avec une vision commune. Toutefois, nous avons toujours besoin de solutions adaptées au contexte local. Les « Plastics Pacts », des pactes pour la réduction des plastiques, correspondent précisément à ces attentes : des collaborations innovantes, impliquant de multiples parties prenantes qui contribuent à créer une économie circulaire pour les plastiques dans leur pays ou leur région, dans un délai donné.

Notre équipe se consacre à rassembler tous les acteurs clés du domaine, au niveau national ou régional. En collaborant avec les parties prenantes locales à travers le monde, nous définissons un agenda commun et fixons des objectifs ambitieux pour 2025. Ces pactes permettront de mettre en place un réseau de cadres nationaux et régionaux, afin que les différents pays puissent faire preuve de leadership, s'inspirer les uns des autres et se lancer des défis.

Le pacte britannique pour la réduction des plastiques est la première application concrète de cette vaste initiative internationale. Ce pacte conclu entre des entreprises, des gouvernements, des autorités locales, des ONG et des citoyens du Royaume-Uni répond à la nécessité d'une action collective. Il est piloté par l'organisation caritative britannique WRAP et soutenu par la Fondation Ellen MacArthur. À 12 000 kilomètres de là, au Chili, un deuxième pacte est en préparation. Après le Royaume-Uni et le Chili, d'autres suivront, avec la même vision : la création d'une nouvelle économie pour le plastique.

Quelles approches innovantes permettront de développer de nouveaux modèles pour mieux utiliser les emballages ?

Il existe de nombreuses solutions innovantes pour faire entrer les plastiques dans une économie circulaire. Prenons l'exemple de MIWA, en République tchèque, une application qui permet aux acheteurs de commander les quantités exactes de produits alimentaires dont ils ont besoin, qui sont ensuite livrés par le producteur au client (au magasin le plus proche ou à domicile) dans des emballages réutilisables. C'est un moyen d'aller plus loin que les magasins sans emballages, en reliant directement le producteur au consommateur. Ainsi, les emballages à usage unique sont complètement éliminés de la chaîne de valeur du produit.

Algramo, une entreprise sociale chilienne, propose des produits en petites quantités dans des contenants réutilisables via un réseau de 1 200 épiceries locales au Chili, réunissant plus de 200 000 clients. Ciblant les économies où l'infrastructure de recyclage est limitée et où les petits emballages comme les sachets finissent souvent dans la nature, Algramo vend des conteneurs abordables qui peuvent être récupérés via un système de consigne. Ce système reposant sur des distributeurs existait déjà, mais Algramo s'efforce d'en faire un système économique viable, sur un marché dominé par les sachets à usage unique. C'est dans ces pays que leur élimination aura l'impact le plus important.

La société australienne Splosh propose à ses clients des recharges pour leurs produits ménagers, sous forme de sachets solubles dans l'eau. Ces recharges sont livrées par courrier pour remplir les bouteilles qu'ils ont chez eux.

Comment voyez-vous l'économie mondiale des plastiques dans cinq à dix ans ?

Le jour de son lancement, l'Engagement réunissait déjà 20 % du secteur mondial des emballages en plastique, mais il est nécessaire que de nouvelles entreprises et de nouveaux gouvernements s'associent à cette nouvelle économie et deviennent acteurs de cette dynamique, afin de contribuer à créer un système de gestion du plastique viable, dont pourraient bénéficier la société, l'économie et l'environnement.

Depuis le lancement, de nouvelles organisations ont signé l'engagement, semaine après semaine. En cinq ans, ces entreprises devraient avoir éliminé les emballages plastiques problématiques et inutiles, fait en sorte que le reste de leurs emballages soit réutilisé, recyclé ou composté, et accéléré leur utilisation de matériaux recyclés, ce qui réduira de manière drastique les besoins en matières premières vierges d'origine fossile.

FAIRE DES PAYS-BAS UNE RÉFÉRENCE EN MATIÈRE DE PLASTIQUE CIRCULAIRE

Hildagarde McCarville
PDG, Veolia Pays-Bas

Le groupe Veolia est la référence mondiale de la gestion optimisée des ressources. Présent sur les cinq continents avec près de 169 000 salariés, le Groupe conçoit et déploie des solutions pour la gestion de l'eau, des déchets et de l'énergie, qui participent au développement durable des villes et des industries.

Hildagarde est PDG de Veolia aux Pays-Bas et directrice non-exécutive de Veolia Irlande. Avant cela, elle était PDG de Dalkia aux Pays-Bas, la filiale énergie du groupe Veolia. Hildagarde était auparavant Directrice des finances et des services support de Dalkia en Irlande à Dublin.

MOTS-CLÉS

- ÉCONOMIE CIRCULAIRE
- RÉFÉRENCE CIRCULAIRE
- PAYS-BAS
- INNOVATION
- MATIÈRE PREMIÈRE

Les Pays-Bas s'appuient de longue date sur une politique environnementale ambitieuse misant sur la récupération et le recyclage des matériaux. Aujourd'hui, 79 %[1] des déchets sont recyclés et les déchets résiduels sont utilisés pour la génération d'énergie, une pratique qui contribue également à la transition énergétique vers les énergies renouvelables. L'initiative « Holland Circular Hotspot » vise à faire des Pays-Bas une référence internationale en matière d'économie circulaire à l'horizon 2050. Partant de cette ambition politique, l'écosystème néerlandais a entamé sa transition vers l'économie circulaire. Le marché du recyclage du plastique aux Pays-Bas ne cesse d'évoluer et de nouveaux modèles d'économie circulaire apparaissent chaque jour, pour répondre au double défi du changement climatique et de la raréfaction des ressources.

Bien décidé à accompagner le développement de l'économie circulaire aux Pays-Bas, Veolia a décidé d'acquérir en 2015 une société néerlandaise appelée AKG Polymers qui affiche près de 50 ans d'expérience dans le recyclage du plastique. Son site représente aujourd'hui le centre mondial d'excellence de Veolia en matière de recyclage du polypropylène. Veolia accompagne de nombreuses marques telles que Philips dans leur démarche visant à rendre leurs produits et leurs services plus respectueux de l'environnement. Cette dynamique d'innovation autour du recyclage est également encouragée par une approche plus collaborative, qui vise à casser les silos traditionnels et à créer de nouveaux marchés et modèles économiques aux Pays-Bas et à l'étranger.

INTRODUCTION

Depuis les années 1960, l'économie néerlandaise repose très largement sur le gaz. C'est à cette époque, en effet, qu'a été découvert à Groningue le plus grand gisement gazier d'Europe et le dixième au monde. Les Pays-Bas sont ainsi devenus le principal producteur de gaz naturel de l'Union européenne. Cette abondance de gaz a facilité le développement d'industries très énergivores, notamment la raffinerie, la pétrochimie et l'agriculture. Aujourd'hui, le pays fait partie des principaux fournisseurs européens de produits et de services chimiques, et compte plus de 400 entreprises chimiques de premier plan sur toute la chaîne d'approvisionnement. Le port de Rotterdam, premier port d'Europe, est une référence mondiale en matière de raffinage et de produits chimiques. Devancés par les seuls États-Unis en termes d'exportations agroalimentaires à l'échelle mondiale, les Pays-Bas comptent plus de 4 150 entreprises dans cette filière clé et accueillent les sites de production et de R&D de 12 acteurs majeurs du secteur.

Toutefois, cette économie bien établie et largement dépendante du gaz a connu récemment d'importants changements. Il y a eu, tout d'abord, la décision de réduire progressivement la production de gaz naturel en réponse aux pressions populaires et parlementaires. En mars 2018, le gouvernement néerlandais

1 Ministère néerlandais de l'Infrastructure et de la Gestion de l'eau

a fait part de son intention d'arrêter la production de gaz sur le site de Groningue à l'horizon 2030 dans le cadre des efforts menés pour réduire les risques associés aux séismes dévastateurs malgré leur faible magnitude.

CAP SUR « LES PAYS-BAS : UNE RÉFÉRENCE CIRCULAIRE »[2]

À l'heure actuelle, les Pays-Bas figurent parmi les pays membres de l'Agence Internationale de l'Énergie[3] utilisant le plus de combustibles fossiles (gaz) et émettant le plus de CO_2. L'objectif est d'abandonner ce modèle économique pour aller vers un avenir sans gaz. Pour ce faire, le pays met en œuvre un programme national de transition énergétique visant à aboutir à un système d'approvisionnement énergétique neutre en CO_2 d'ici à 2050. Les premières étapes ont déjà été lancées. Par exemple, en 2017, 10 000 immeubles de la ville d'Amsterdam ont été débranchés du réseau de gaz[4]. Selon le Ministère néerlandais des affaires économiques, la politique énergétique reposera sur trois principes : 1) réduire les émissions de CO_2 ; 2) tirer le meilleur parti des opportunités économiques offertes par la transition énergétique et 3) intégrer l'énergie dans la politique d'aménagement du territoire[5]. Les Pays-Bas mènent une politique climatique rigoureuse visant à réduire les émissions de gaz à effet de serre de 95 % d'ici à 2050 par rapport aux niveaux de 1990. Pour ce faire, une transformation à grande échelle de la production d'énergie a été engagée. Celle-ci mise sur le captage du carbone, les symbioses industrielles et une approche circulaire.

Depuis longtemps, les Pays-Bas ont fait le choix d'une politique environnementale ambitieuse en matière de récupération et de recyclage des matériaux. Aujourd'hui, 79 %[6] de leurs déchets sont recyclés et les déchets résiduels sont utilisés pour la production d'énergie, une pratique qui contribue également à la transition énergétique vers les énergies renouvelables. Cependant, l'objectif principal est de faire des Pays-Bas un pays pionnier en matière d'économie circulaire.

La campagne « Holland Circular Hotspot » (« Les Pays-Bas : une référence circulaire »), lancée pendant la présidence néerlandaise de l'Union européenne en 2016, et parrainée par des entreprises néerlandaises, aspire à faire des Pays-Bas un exemple international en matière de commerce circulaire à l'horizon 2050. Dans son programme national lancé en septembre 2016, le gouvernement a sélectionné cinq secteurs économiques et chaînes de valeur qui seront les premiers à basculer vers l'économie circulaire en raison de leur importance pour l'économie néerlandaise et pour l'environnement. Le plastique en fait partie, l'objectif étant d'utiliser exclusivement du plastique renouvelable (recyclé ou bioplastique) d'ici à l'horizon 2050.

Partant de cette ambition politique, l'écosystème néerlandais a entamé une transition vers l'économie circulaire. De grandes entreprises néerlandaises, telles que Philips, et des entités publiques, comme le port de Rotterdam, ont pris la décision de modifier leur modèle économique et de passer d'une approche linéaire à une approche circulaire. En 2018, l'institution financière néerlandaise ING a mis en place un fonds d'investissement à hauteur de 100 millions d'euros destiné à soutenir la croissance d'initiatives durables ayant déjà fait leurs preuves et ayant un impact environnemental positif. L'objectif est d'accompagner des entreprises dans les secteurs de l'économie circulaire et de la transition énergétique.

DYNAMISER LE RECYCLAGE DU PLASTIQUE AUX PAYS-BAS

Pour accompagner le développement de l'économie circulaire aux Pays-Bas, Veolia a décidé en 2015 d'acquérir la société néerlandaise AKG Polymers, qui affiche près de 50 ans d'expérience dans le recyclage du plastique. Cette entreprise, fondée en 1969 par un entrepreneur qui recyclait des cintres, fait partie aujourd'hui des leaders européens du recyclage et de la fabrication de polypropylène (PP). Le site de recyclage est situé à Vroomshoop, à l'est des Pays-Bas, à proximité du renommé Polymer Science Park (Centre scientifique sur les polymères), un centre d'innovation de premier plan spécialisé dans les technologies liées au plastique et à proximité des installations de lavage et de floconnage de Veolia.

L'usine de production de Veolia fabrique des composés de haute qualité à partir de polypropylène (PP) recyclé, issu de la valorisation de déchets commerciaux, industriels et ménagers (90 % des approvisionnements), et des déchets générés par les fabricants de produits plastiques.

Composés de PP produits sur le site de Veolia à Vroomshoop, Pays-Bas

2 Cette campagne « Holland circular hotspot » lancée pendant la présidence néerlandaise de l'UE, en 2016, visait à faire des Pays-Bas une référence internationale en matière d'économie circulaire.

3 Agence Internationale de l'Énergie

4 www.citylab.com

5 Ministère néerlandais des affaires économiques, Rapport sur la transition énergétique vers une énergie durable, avril 2016

6 Ministère néerlandais de l'Infrastructure et de la Gestion de l'eau

Composés de PP produits sur le site de Veolia à Vroomshoop, Pays-Bas

Le PP est un plastique moderne et polyvalent utilisé dans un large éventail de produits. De nouvelles applications sont découvertes chaque jour. Le PP est idéal dans l'optique du recyclage car ses propriétés peuvent être facilement modifiées en vue d'une deuxième, une troisième, voire une dixième vie, que ce soit pour la même application ou pour une autre application totalement différente. Les composés de PP recyclés sont vendus à différents producteurs de produits plastiques, qui les utilisent à la place du plastique vierge. Ils sont également plébiscités dans de nombreux secteurs, notamment les équipements automobiles, le mobilier de jardin, les appareils électroménagers (aspirateurs, machines à café), le matériel de stockage (caisses, boîtes), les canalisations et les systèmes de drainage de l'eau.

Le marché du recyclage du plastique aux Pays-Bas ne cesse d'évoluer et de nouveaux modèles d'économie circulaire apparaissent chaque jour, pour répondre au double défi du changement climatique et de la raréfaction des ressources.

Un recyclage intelligent permet de conserver la valeur du PP, de préserver les ressources minérales rares telles que le pétrole et de protéger l'environnement. En effet, l'énergie nécessaire à la production d'une tonne de composés de PP à partir de matériaux recyclés et l'empreinte carbone associée sont largement inférieures à celles inhérentes à la production d'une tonne de résine plastique vierge.

Cette usine située aux Pays-Bas représente le centre mondial d'excellence de Veolia en matière de recyclage du polypropylène. Équipé de technologies de pointe, son laboratoire est en mesure de fournir des analyses complètes à chaque étape du processus de production, ce qui garantit des produits de la plus haute qualité pour les clients finaux. Bien que Veolia ne dispose pas aux Pays-Bas d'installations classiques de collecte et de tri des déchets municipaux, elle a un droit de premier refus avec les autres entités de Veolia en Europe, ce qui lui permet de s'approvisionner en matières premières de qualité au prix du marché et, une fois triées sur d'autres sites Veolia, de transformer ces balles de PP en flocons sur le site de Vroomshoop. L'emplacement de l'usine offre également un avantage concurrentiel en raison de la proximité des grands producteurs européens de matières premières (Royaume-Uni, France, Allemagne, Belgique et Luxembourg).

Quelques mois après son acquisition, AKG a été intégrée à l'organisation Veolia et est parvenue, grâce à un programme de croissance pluriannuel, à accroître sa capacité de production de 35 000 tonnes en 2015 à 50 000 tonnes en 2018.

ACCÉLÉRATION DE LA TRANSFORMATION VERS UN MARCHÉ CIRCULAIRE

Veolia accompagne de longue date des marques telles que Philips dans leur démarche visant à rendre leurs produits et leurs services plus respectueux de l'environnement. Philips souhaite éco-concevoir ses produits et services en mettant l'accent sur la circularité. D'ici à 2020, l'entreprise entend réaliser 70 % de son chiffre d'affaires avec des produits « verts » et 15 % avec des produits « circulaires ». Pour y parvenir, Philips a décidé d'accroître la proportion de matériaux recyclés utilisés dans la production.

La coopération entre Philips et Veolia a démarré en 2010 avec le développement d'un aspirateur de nouvelle génération. À l'époque, Veolia développait un matériau constitué à partir de coques de batteries recyclées. Aujourd'hui, après plusieurs générations d'appareils de nettoyage fabriqués à partir de déchets plastiques, les aspirateurs verts de Philips contiennent entre 25 % et 47 % de polypropylène recyclé.

Aux Pays-Bas, Veolia intervient très en amont dans le processus de production, dès la phase de conception. Son rôle consiste à aider Philips à intégrer autant de plastique recyclé que possible, en l'occurrence du polypropylène, dans ses nouveaux modèles d'aspirateurs et de machines à café, à lui fournir les matériaux dont le fabricant a besoin et à assurer un approvisionnement régulier (en quantité) et constant (en qualité). Dans le cadre de ce partenariat, Philips et Veolia étudient actuellement la possibilité d'utiliser du plastique provenant des appareils en fin de vie du fabricant pour produire du plastique recyclé.

Aspirateur Philips

L'approche en boucle fermée de Veolia va encore plus loin avec un partenariat tel que celui développé avec la société Polypipe qui fabrique des canalisations et des systèmes de drainage d'eau. Non seulement cette société utilise les plastiques recyclés du site Veolia de Vroomshoop pour fabriquer ses produits, mais Veolia intègre aussi ces produits dans ses offres aux villes. Pour des entreprises telles que Polypipe, l'utilisation de matériaux recyclés est ce qui leur permet de différencier leur offre commerciale (« Unique Selling Proposition »).

CONCLUSION

Le marché du recyclage du plastique aux Pays-Bas ne cesse d'évoluer et de nouveaux modèles d'économie circulaire apparaissent chaque jour, pour répondre au double défi du changement climatique et de la raréfaction des ressources. En février 2019, plus de 65 entreprises, dont DSM, Philips, ont signé le pacte plastique néerlandais visant à accroître l'utilisation des recyclats. Cette dynamique d'innovation autour du recyclage est également encouragée par une approche plus collaborative, qui vise à casser les silos traditionnels et à créer de nouveaux marchés et modèles économiques aux Pays-Bas et à l'étranger.

Voici deux exemples de cette tendance :

(i) IKEA a acquis une participation minoritaire de 15 % dans l'usine néerlandaise de recyclage de plastique de Morssinkhof Rymoplast, dans le cadre du budget de 3 milliards d'euros alloué par l'entreprise à des investissements favorisant un développement durable. L'investissement d'IKEA au sein de Morssinkhof Rymoplast va dans le sens des objectifs de l'entreprise, qui aspire à produire ses produits en plastique (qui représentent environ 40 % de son utilisation totale de plastique) à partir de matériaux 100 % recyclables et/ou recyclés d'ici à 2020.

(ii) Le rachat par LyondellBasell d'une participation dans QCP, un producteur néerlandais de composés de plastique recyclé qu'il détient conjointement avec Suez. Cette transaction, qui donne lieu à un partenariat entre l'un des leaders mondiaux dans les secteurs du plastique, de la chimie et du raffinage, et un acteur de la gestion des déchets, reflète une volonté commune de contribuer aux objectifs de l'économie circulaire.

Le développement actuel d'une économie circulaire du plastique dépend également de l'innovation technologique, notamment du développement de traitements chimiques du plastique (au lieu des traitements mécaniques), mais aussi de la standardisation et de la certification des plastiques recyclés qui permettront d'améliorer la qualité et la pureté des plastiques.

PROJECT STOP : DES PARTENARIATS AVEC LES VILLES POUR LUTTER CONTRE LA POLLUTION PLASTIQUE DES OCÉANS EN INDONÉSIE

Martin R. Stuchtey
Directeur associé, SYSTEMIQ, Professeur de stratégie et gestion des ressources, Université d'Innsbruck, Innovation Lab for Sustainability
Ben Dixon
Associé, SYSTEMIQ
Joi Danielson
Directeur des programmes, SYSTEMIQ
Jason Hale
Directeur du développement, SYSTEMIQ
Dorothea Wiplinger
Responsable développement durable, Borealis
Phan Bai
Directeur développement commercial, Veolia

SYSTEMIQ a été créé en 2016 pour catalyser les idées innovantes dans les systèmes de l'énergie, de l'utilisation des sols et de l'industrie. La société est implantée à Londres, Jakarta et Munich. www.systemiq.earth
Borealis est un fournisseur de premier plan de solutions novatrices dans les domaines des polyoléfines, des produits chimiques de base et des engrais. Borealis, qui a récemment investi dans le recyclage des plastiques et qui participe activement aux grandes initiatives dans ce domaine, est aujourd'hui reconnu comme un chef de file de l'économie circulaire de son secteur. www.borealisgroup.com
Veolia est le leader mondial de la gestion optimisée des ressources. www.veolia.com
Project STOP est cofinancé par Borealis et SYSTEMIQ, le gouvernement de la Norvège, NOVA Chemicals et Borouge. Il bénéficie également du soutien du Ministère indonésien de l'Environnement et des Forêts et de la régence de Banyuwangi. Veolia et Sustainable Waste Indonesia sont les partenaires techniques du projet. www.stopoceanplastics.com

MOTS CLÉS

- PARTENARIATS ACTION-INNOVATION
- SYSTÈME ZÉRO REJET
- SECTEUR INFORMEL
- CHAÎNE DE VALEUR DU PLASTIQUE

Selon les estimations, 80 % des déchets plastiques marins proviennent de sources terrestres, dont 50 % sont issus de cinq pays asiatiques : la Chine, l'Indonésie, les Philippines, le Vietnam et la Thaïlande[1]. La croissance économique a augmenté dans ces pays, mais aussi la consommation de plastique, qui a pris de vitesse le développement de systèmes efficaces pour la gestion des déchets solides. C'est pourquoi le premier partenariat STOP a été lancé en 2018 à Muncar, une ville de 130 000 habitants de la régence de Banyuwangi, dans la province de Java oriental en Indonésie. L'objectif de Project STOP : créer un système « zéro rejet » économiquement viable, impliquant les systèmes étatiques, les communautés et le secteur informel, soutenu par un financement public sûr, des frais de collecte de la part des ménages et des entreprises et la valorisation des déchets.

Project STOP a trois objectifs : zéro rejet de déchets dans l'environnement ; l'amélioration de l'efficacité des ressources et du recyclage des plastiques ; des bénéfices pour la communauté locale par la création d'emplois dans la gestion des déchets et la réduction des effets des déchets mal gérés sur la santé publique, le tourisme et la pêche.

Les premiers enseignements sur la portée et la conception de Project STOP, ainsi que ses six premiers mois de mise en œuvre, s'articulent autour de trois volets : 1) L'approche intégrée via « l'ingénierie de la chaîne de valeur » est essentielle au changement de système ; 2) Les institutions, la gouvernance et la dimension communautaire sont des facteurs essentiels ; 3) Les incitations économiques sont un excellent outil pour lancer des initiatives de recyclage.

Les partenariats d'action-innovation au niveau des villes, comme Project STOP, offrent un bon aperçu des défis et des solutions qui pourraient accélérer le changement vers un système de gestion du plastique efficace et un environnement sans déchets plastiques.

INTRODUCTION

Le rejet des plastiques dans les écosystèmes naturels, en particulier les océans, s'est rapidement imposé comme un problème environnemental majeur, soutenu par un intérêt public et politique croissant. Chaque année, 8 millions de tonnes de plastiques arrivent dans l'océan[1]. Ils sont le symptôme visible de notre utilisation croissante de plastiques à usage unique et de notre incapacité à fournir des systèmes appropriés de gestion des déchets à de nombreuses communautés dans le monde en développement.

Project STOP est un nouveau programme de partenariat avec les villes, qui se donne pour défi de lutter contre les rejets de plastique en Asie du Sud-Est. Pour son premier partenariat, Project STOP a retenu Muncar, une ville de 130 000 habitants de la régence de Banyuwangi, dans la province de Java oriental

1 Jenna R. Jambeck et al., « Plastic Waste Inputs from Land into the Ocean, » Science 347, n° 6223 (2015) : 768–71, doi:10.1126/science.1260352.

Sensibilisation de la communauté de Muncar

Plage polluée à Muncar

L'objectif de Project STOP : créer un système « zéro rejet » économiquement viable, impliquant les systèmes nationaux, les communautés et le secteur informel, soutenu par un financement public sûr, des frais de collecte de la part des ménages et des entreprises et la valorisation des déchets.

en Indonésie. Le service de collecte des déchets y étant très limité, la plupart des habitants sont contraints de les jeter directement dans la nature. La ville a été choisie comme premier site STOP en raison de sa situation particulièrement préoccupante, mais aussi d'un solide leadership et d'un engagement environnemental prometteur aux niveaux national, régional et local. Une récente étude communautaire révèle que les ménages génèrent environ 40 tonnes de déchets par jour, alors que 90 % de la communauté n'a accès à aucun service de collecte. Par le biais de Project STOP, un nombre croissant de ménages et d'entreprises de Muncar bénéficient pour la première fois de la collecte et du recyclage des déchets.

Les activités de nettoyage offrent un répit de courte durée et une excellente occasion de faire participer le public, mais elles n'ont pas d'effet durable sur le grand défi des déchets plastiques. Nous devons surtout faire cesser l'hémorragie. Parallèlement aux initiatives « en amont », qui visent à éliminer l'utilisation inutile du plastique et à améliorer la conception des produits, il convient de trouver des solutions pour gérer les déchets et le recyclage au niveau municipal, afin d'endiguer la marée des déchets plastiques jetés dans la nature.

Le présent article offre un premier aperçu sur la portée et la mise en œuvre de cette initiative.

LES REJETS DE PLASTIQUE DANS LA NATURE EN INDONÉSIE : UN SYSTÈME DÉFAILLANT ET SES CONSÉQUENCES ENVIRONNEMENTALES ET SOCIOÉCONOMIQUES

Le plastique est un matériau remarquable aux propriétés très appréciées qui en ont fait un élément incontournable de la vie moderne : il est durable, léger et souvent plus abordable que les autres matériaux. Il offre aussi, tout au long de sa phase d'utilisation, des avantages en matière de lutte contre le changement climatique, en permettant de réaliser des économies d'eau et d'énergie[2].

Toutefois, ce sont justement ses propriétés qui posent problème : en raison de sa durabilité, le plastique peut prendre des centaines d'années à se dégrader dans la nature ; en raison de sa légèreté, il est facilement transporté par le vent et l'eau ; enfin son faible coût signifie que la récupération et le recyclage de certains articles en plastique à usage unique représentent un défi économique de taille.

D'après les Nations Unies, les déchets plastiques causent un minimum de 13 milliards de dollars de dégâts aux écosystèmes marins dans le monde. Des rejets de plastique incessants et croissants pourraient faire encore grimper ce chiffre, affectant des vies et des moyens de subsistance dépendants d'industries critiques, comme la pêche et le transport maritime.

En Indonésie, le défi est de taille : les estimations actuelles montrent que seulement 45 à 60 % des déchets solides urbains

2 TruCost: https://plastics.americanchemistry.com/Study-from-Trucost-Finds-Plastics-Reduce-Environmental-Costs/

Nettoyage de la plage avec la communauté de Muncar

sont collectés, avec d'importantes variations d'une ville à l'autre.[3] En conséquence, les rejets – dus en grande partie à des systèmes de gestion des déchets défaillants – contribuent à affecter le tourisme et la productivité de la pêche, deux secteurs vitaux pour l'économie indonésienne. En 2017, le tourisme en Indonésie représentait directement 3,7 % de l'emploi total et 5,8 % du PIB.[4]

En réponse, le gouvernement indonésien a annoncé un engagement audacieux : réduire de 70 % la quantité de plastique dans l'océan en Indonésie d'ici 2025, en créant un plan d'action national sur les débris marins. La concrétisation de son engagement repose sur une accélération rapide des systèmes de gestion des déchets au niveau des municipalités, combinée à une politique systémique, à l'innovation et à l'application de principes circulaires pour la conception des matériaux.

SOLUTIONS SYSTÉMIQUES CONTRE LES DÉCHETS PLASTIQUES DANS LA NATURE

La réduction ou l'élimination des utilisations inutiles ou évitables du plastique joue bien entendu un rôle essentiel dans la réduction de ces déchets. Toutefois, parallèlement à ces solutions, il convient d'améliorer la collecte des déchets et les systèmes de recyclage, notamment dans les marchés où les rejets dans l'environnement sont élevés. Le contexte local doit être pris en compte, notamment l'économie informelle de la collecte et du commerce des déchets, qui fait vivre de nombreux habitants.

L'innovation, la conception et l'apprentissage sur le terrain sont essentiels, tant pour les solutions en amont qu'en aval : nouveaux matériaux, nouveaux produits et modèles économiques, nouvelles habitudes à mettre en place, financement et conception de systèmes de collecte et prise en compte des collecteurs de déchets informels, enfin technologies de retraitement capables de retirer plus de valeur des déchets plastiques.

DES PARTENARIATS DE PREMIÈRE LIGNE POUR L'ACTION ET L'INNOVATION AU NIVEAU DES VILLES : PROJECT STOP

Project STOP a été fondé en 2017 par Borealis et SYSTEMIQ. Ce projet met en place des partenariats avec les villes afin de concevoir et de mettre en œuvre des systèmes de gestion des déchets à faible coût, reposant sur des institutions solides et une viabilité financière à long terme, des services de collecte et de tri des déchets efficaces, des campagnes visant changer les comportements au niveau communautaire, et de nouvelles infrastructures de gestion des déchets. L'équipe STOP mise sur une approche de « facilitateur de système » pour soutenir les villes par le co-investissement, l'expertise technique, l'aide à la mise en œuvre et la gestion de projet, le transfert de compétences, ainsi qu'une aide dans le cadre des options de recyclage/valorisation.

Project STOP a trois objectifs :

1. Zéro rejet de déchets dans l'environnement ;
2. L'amélioration de l'efficacité des ressources et du recyclage des plastiques ;
3. Des bénéfices pour la communauté locale par la création d'emplois pour la gestion des déchets et la réduction des impacts des déchets mal gérés sur la santé publique, le tourisme et le secteur de la pêche.

3 « Indonesia Marine Debris, Hotspot Rapid Assessment », avril 2018, World Bank Group, Kementerian Koordinator Bidang Kemaritiman, Ambassade du Danemark, Ambassade royale de Norvège

4 Travel & Tourism Economic Impact 2018 Indonesia, World Travel and Tourism Council

La collecte des déchets

PREMIERS ENSEIGNEMENTS DU PROJECT STOP

Les premiers enseignements sur la portée et la conception du projet, ainsi que ses six premiers mois de mise en œuvre s'articulent autour de trois volets :

1. LES SOLUTIONS AXÉES SUR L'ÉCONOMIE CIRCULAIRE NÉCESSITENT UNE « INGÉNIERIE DE LA CHAÎNE DE VALEUR »

Le plus grand paradoxe qui ressort des études menées sur la portée de Project STOP est le décalage entre le fait que les entreprises de recyclage et les investisseurs réclament plus de matière première plastique, alors que d'importantes quantités sont rejetées chaque jour dans la nature et que les représentants des gouvernements déplorent les capacités limitées des sites de mise en décharge. Cette situation est symptomatique d'une chaîne de valeur qui dysfonctionne, dans laquelle les interventions individuelles sur une partie du système ont peu de chance de réussir.

De sérieux efforts sont à entreprendre pour « boucler la boucle » et construire une économie circulaire pour le plastique dans les marchés où les rejets dans la nature sont élevés, en adoptant une approche intégrée de la chaîne de valeur, par exemple :

- Intégrer l'amélioration de la collecte des déchets aux systèmes de tri, de logistique, de traitement et de recyclage des déchets (et vice-versa) afin de valoriser les déchets, d'assurer un approvisionnement sûr en matières premières pour permettre des investissements dans le recyclage et supprimer le fort effet dissuasif sur la collecte des déchets, ressenti par les agences locales dont la capacité de mise en décharge est limitée.
- Informer les producteurs de produits en plastique (notamment les fabricants de produits emballés) et les inciter à concevoir des matériaux et des produits facilitant la collecte et le tri, plus faciles à recycler dans les circuits post-utilisation, tant sur les marchés propices aux rejets que sur les marchés développés.
- Impliquer le système informel de collecte et de commerce des déchets, ainsi que les systèmes de gestion des déchets étatiques ou communautaires, afin de reconnaître que le système de gestion des déchets continuera d'être un modèle hybride cherchant à préserver et à améliorer les moyens de subsistance, les droits des travailleurs et les conditions de travail dans l'économie informelle des déchets.
- Intégrer la gestion des déchets plastiques - environ 14 % du flux - à d'autres composants du flux de déchets, notamment les matières organiques dont la collecte et le traitement sont onéreux. Dans certains cas, par exemple dans les zones à faible densité, il peut être préférable de se concentrer sur la collecte des déchets plastiques avec un traitement local des déchets biodégradables. Dans les zones à forte densité de population, où ces approches ne sont pas réalisables ou ne reçoivent pas l'approbation de la communauté ou des autorités, une approche adaptée et pilotée à l'échelle locale peut être nécessaire.

2. NOUS IGNORONS L'ÉCOLOGIE DES DÉCHETS – INSTITUTIONS, GOUVERNANCE ET SYSTÈMES COMMUNAUTAIRES – À NOS RISQUES ET PÉRILS

En Indonésie, la gestion des déchets est décentralisée au niveau des municipalités ou des régences. De nombreuses responsabilités sont même déléguées au niveau inférieur : circonscription, village ou quartier. Par exemple, la mise à disposition des terrains et des autorisations pour les sites de gestion des déchets passe généralement par une approbation au niveau du village, tandis que les services de collecte des déchets ménagers sont généralement gérés par quartier. Face

à la nécessité d'agir vite et de reproduire les bonnes pratiques, la décentralisation extrême est un défi.

Malgré ces difficultés, Project STOP a obtenu de bons résultats à l'échelle communautaire, dans trois domaines clés :

1. Créer et former des communautés (connues sous le nom de BUMDES en Indonésie) en vue d'exploiter des installations communautaires de gestion des déchets et de commercialiser des produits recyclables.
2. Renforcer la confiance et la dynamique en invitant les dirigeants communautaires à une visite des bonnes pratiques en matière de gestion des déchets, afin de découvrir des systèmes efficaces de gestion circulaire des déchets dans d'autres régions de l'Indonésie.
3. Impliquer les institutions communautaires – notamment les associations de femmes, les associations de pêcheurs et les responsables religieux – et les faire participer à des campagnes de communication, à des activités d'engagement communautaire en porte-à-porte et aux opérations de nettoyage des plages.

3. L'EFFICACITÉ DES INCITATIONS ÉCONOMIQUES

Les incitations économiques fonctionnent de façon visible en Indonésie. À distance raisonnable d'un centre de recyclage du plastique, il est rare de trouver des bouteilles de plastique dans le flux de déchets ou dans les points de collecte. À environ 350 dollars la tonne, ils sont beaucoup trop précieux pour cela et recherchés par les collecteurs informels, les banques de déchets et les négociants. Les plastiques souples et multicouches sont moins chers, plus difficiles à collecter et plus sujets à la contamination. La clé pourrait être les incitations économiques permettant d'augmenter durablement le prix des plastiques les moins recherchés (via un soutien des prix pour les recycleurs, les collecteurs de déchets, les négociants, les banques de déchets et les infrastructures publiques de tri des déchets), afin d'accroître leur collecte par des systèmes informels, étatiques et hybrides.

L'objectif de Project STOP : créer un système « zéro rejet », économiquement viable, qui impliquerait les systèmes étatiques, les communautés et le secteur informel, et pourrait être soutenu par des revenus publics sûrs, des frais de collecte des ménages, la contribution de l'industrie et la valorisation des déchets. L'extraction sélective des plastiques de valeur par le secteur informel est une réalité, qui renforce la pression économique sur les systèmes de gestion des déchets. Bien qu'il soit trop tôt pour publier des résultats sur l'économie de la gestion des déchets à Muncar, nous pouvons déjà affirmer que financer les systèmes de gestion des déchets urbains et de récupération des déchets plastiques via l'économie informelle (à Muncar et dans d'autres villes d'Indonésie et de la région) est un facteur déterminant dans la résolution de cette crise des déchets plastiques.

Pour améliorer la récupération et le recyclage des déchets plastiques sur les marchés propices aux rejets dans la nature, une solution financière innovante s'impose. Celle-ci peut prendre plusieurs formes :

L'équipe de collecte de Muncar

- Conception d'une responsabilité étendue des producteurs (REP) afin de débloquer des financements industriels pour la récupération et le recyclage via les systèmes étatiques et informels.
- Garantie d'un prix élevé et stable pour le plastique recyclé post-utilisation, afin de maintenir les matériaux dans le système.
- Déploiement d'une nouvelle technologie de traitement capable de retirer plus de valeur à partir des déchets (matière première de plus grande valeur).
- Initiation d'une révolution dans la conception et l'emballage des produits, qui transformerait la valeur des matières plastiques post-utilisation pour les recycleurs.

Pour améliorer la récupération et le recyclage des déchets plastiques sur les marchés propices aux rejets dans la nature, une solution financière innovante s'impose.

Pour assurer la convergence, le soutien et l'élan nécessaires à ces stratégies, des données et des étapes mesurables issues du terrain seront utiles. Ce sera l'un des objectifs de Project STOP, car nous souhaitons avoir un impact direct sur la présence de plastique dans la nature et collaborer avec d'autres acteurs, afin de retirer des enseignements qui permettraient la reproduction, l'extension et l'accélération de la mise en œuvre de systèmes « zéro rejet » et de définir les politiques et mesures nécessaires pour y parvenir.

CONCLUSION

Les partenariats d'action-innovation au niveau municipal, comme Project STOP, offrent un aperçu des défis et des solutions qui pourraient accélérer le changement vers un système de gestion du plastique efficace et un environnement sans déchets plastiques. Pour en savoir plus sur Project STOP, veuillez consulter le site www.stopoceanplastics.com.

Suivez Project Stop sur Twitter @EndOceanPlastics

Project STOP dans la ville de Muncar

Pour son premier partenariat, Project STOP a retenu la ville de Muncar, une communauté de pêcheurs installée sur la côte du département de Banyuwangi, en Indonésie. Le service de collecte des déchets étant très limité, la plupart des habitants sont contraints de les jeter directement dans la nature. Cette ville de 130 000 habitants a été choisie comme premier site STOP en raison de sa situation particulièrement préoccupante, mais aussi d'un solide leadership et d'un engagement environnemental prometteur aux niveaux national, régional et local.

LE DÉFI

Une ville côtière de
130 000
HABITANTS

MUNCAR

Les ménages génèrent environ
40
TONNES
DE DÉCHETS PAR JOUR

90 %
DES HABITANTS
ne bénéficient d'**aucun service de collecte des déchets**

À CE JOUR, PROJECT STOP A DÉJÀ

CONTACTÉ
+ de 12
SPÉCIALISTES INTERNATIONAUX
des déchets solides pour repenser le système

COLLECTÉ
+ de 70
TONNES DE MATÉRIAUX
des plages locales, dont **presque 25 % de plastique**

MIS À NIVEAU
1
USINE DE TRAITEMENT DES DÉCHETS
en vue de traiter plus de la moitié des déchets produits par les habitants

TRAITÉ
14 **SORTES DE PLASTIQUE** / **5** **SORTES DE PAPIER**
ainsi que des débris de métaux et de verre

RECOURU
À LA BIOCONVERSION
grâce aux mouches soldats noires et au compostage des déchets organiques qui optimisent la valeur du flux de déchets

ÉVITÉ À
22,5
TONNES DE PLASTIQUE
(91,9 tonnes de déchets) de finir dans la nature via un système de collecte en porte à porte et le nettoyage de lieux de dépôt des déchets.

LES OBJECTIFS À L'HORIZON 2020

130 000
PERSONNES
bénéficiant d'un système officiel de collecte des déchets

+ de
100
NOUVEAUX EMPLOIS
créés

1000
TONNES/AN
DE DÉCHETS PLASTIQUES EN MOINS DANS L'OCÉAN
de façon permanente

YOYO : 100 % DE PLASTIQUE RECYCLÉ... IMPOSSIBLE ? ON A DÉJÀ COMMENCÉ !

L'équipe de Yoyo

Yoyo est une plateforme collaborative qui récompense les habitants qui trient plus et mieux leurs bouteilles en plastique afin qu'elles soient recyclées en circuit court et en France.

La startup digitale a été fondée par Éric Brac de la Perrière en 2017. Diplômé de l'Institut des Hautes Études de Défense Nationale, Eric Brac de la Perrière a dirigé plusieurs entreprises dans le domaine de la communication avant de prendre la tête d'Eco-Emballages (éco-organisme qui organise le recyclage des emballages ménagers en France) en 2009. Après 8 années, il investit dans un nouveau projet, avec l'ambition de faire mieux et plus vite face à l'urgence des défis environnementaux. Son idée ? Pratiquer une écologie de terrain, positive et sans complexe, pour donner l'envie et les moyens à chacun d'agir pour une consommation sans impact.

MOTS CLÉS

- ÉCOLOGIE POSITIVE
- LUTTE CONTRE LA POLLUTION PLASTIQUE
- COMMUNAUTÉS
- RECYCLAGE EN CIRCUIT COURT

En 2025, près de 80 % de la population mondiale vivra dans des zones densément peuplées. Les villes produisent des monceaux de déchets : c'est là où l'on consomme le plus et que l'on trie le moins. Pour les matières plastiques, le taux de recyclage dépasse difficilement 20 %. Nous sommes à la croisée des chemins. Si nous voulons que nos modes de vie deviennent vraiment soutenables, nous devons tous apprendre à gérer nos déchets autrement. Face à cette situation, des communautés de citadins ne voulaient plus rester les bras croisés. Ils ont décidé de mettre leurs forces en commun pour changer de cap, une bouteille à la fois, c'est la naissance de Yoyo !

Yoyo.eco est la solution humaine et digitale qui ose récompenser ceux qui agissent plus et mieux et qui permet à la consommation d'être neutre d'impact environnemental. Yoyo en 2018 c'est : 6 villes opérationnelles, 15 000 habitants Trieurs, 2 millions de bouteilles recyclées en circuit court et en France. Yoyo prouve qu'il est possible de doubler le recyclage des plastiques dans les villes en France et ainsi couper le robinet de la pollution grâce à une écologie résolument positive.

POURQUOI YOYO ?

LA NAISSANCE ET L'AMBITION DE L'ENTREPRISE

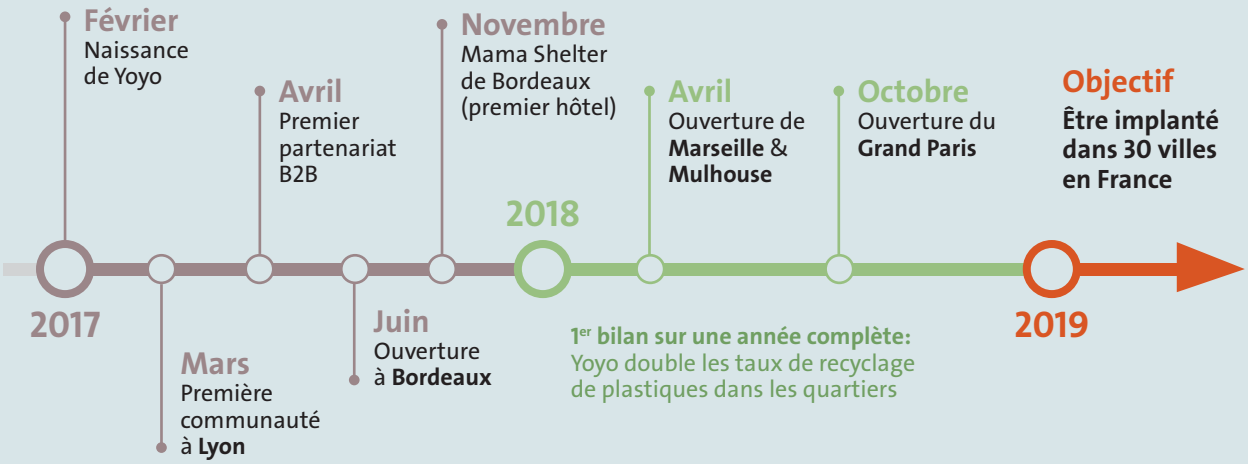
Nous sommes devant un constat environnemental alarmant. 300 kilos de plastique sont rejetés chaque seconde dans les océans. Deuxième constat qui est à l'origine de la naissance de Yoyo : la ville est l'endroit où l'on consomme le plus mais où l'on recycle le moins. Aujourd'hui près de 75 % de la population française vit dans des zones urbaines alors que le taux de recyclage moyen des plastiques plafonne à 20 %.

Le contexte politique est favorable à l'amélioration des performances de recyclage et à la mise en place de dispositifs complémentaires aux organisations de collectes existantes. L'objectif ? Arriver à 100 % de recyclage de plastique en 2025 ! La feuille de route économie circulaire en France favorise les initiatives positives d'économie sociale et solidaire.

Yoyo est une entreprise qui, avec ses partenaires, publics ou privés, met en place un dispositif qui double les taux de recyclage de plastiques dans les quartiers. Son objectif ? Lutter contre la pollution dans les villes denses en captant 100 % des flux. Comment ? Yoyo ose récompenser le geste de tri en mobilisant des communautés d'habitants. En échangeant leurs bonnes pratiques, Yoyo accompagne les citoyens dans la réduction de l'impact de leur consommation au quotidien.

Yoyo, c'est créer du lien social dans les quartiers grâce à l'écologie. C'est mettre en action les acteurs d'un territoire pour arriver à 100 % de plastiques recyclés en 2025. Yoyo, c'est aussi une traçabilité de la matière plastique à 100 % et surtout une communauté de Coachs et de Trieurs qui passent de 20 % à 90 % de taux de recyclage des plastiques en un an.

Dates clés du développement



QU'EST-CE QUE YOYO ?

RECYCLER 100 % DU PLASTIQUE… IMPOSSIBLE ? ON A DÉJÀ COMMENCÉ !

L'entreprise s'implante dans un territoire et agit avec l'ensemble des acteurs. Nos partenaires sont les syndicats de collecte, les collectivités, mais aussi les entreprises, les industriels minéraliers, les distributeurs et les établissements recevant du public (Pathé, Mama Shelter, Novotel).

Le système Yoyo est simple : le Trieur s'inscrit sur la plateforme numérique en trois clics, il choisit le Coach à côté de chez lui, récupère son premier sac et commence à le remplir avec des bouteilles en plastique. Dès que le sac est plein, il le ramène chez son Coach. À ce stade, Coachs et Trieurs sont récompensés pour leur implication. Une fois que l'espace de stockage du Coach est plein, nous déclenchons la collecte et emportons les bouteilles à l'usine de recyclage la plus proche pour un recyclage à 100 % en circuit court et en France.

LES LEVIERS D'ACTION

Le levier d'action principal chez Yoyo, c'est la récompense : des places de cinéma, de matchs de foot, des produits éco-responsables, etc. La récompense est le vecteur de mobilisation numéro un.

L'autre levier d'action chez Yoyo c'est le Coach ! Il crée et anime sa communauté de Trieurs. Il est le vecteur de lien social dans son quartier et facilite l'accès aux populations en besoin aux centres sociaux ou associations. Yoyo l'accompagne dans son rôle de Coach en lui proposant des formations pour qu'il puisse monter en compétences et connaissances. L'objectif ? Qu'il devienne un vrai ambassadeur des éco-gestes dans son quartier.

TÉMOIGNAGE DE THIERRY HERPIN, Encadreur et Coach Yoyo à Bordeaux

Je suis le premier Coach Yoyo de l'univers, sur mon lieu de travail, à la cave, je peux stocker soixante-dix sacs. Une fois par mois environ, je déclenche le ramassage sur la plateforme : les camions Yoyo passent dès le lendemain. Ce n'est vraiment pas contraignant !

J'ai commencé en juillet 2017 : on arrive bientôt au millième sac, et j'en suis très fier.

Tous les points que j'accumule, je les convertis en cadeaux pour des gens qui en ont vraiment besoin : des places de musée pour les enfants déscolarisés, des places de cinéma pour la Croix Rouge, etc. Je donne tout aux associations de quartier.

Je sais que c'est une goutte d'eau, mais au moins je fais ma part, comme le colibri.

Et Yoyo en chiffres, ça donne quoi ?

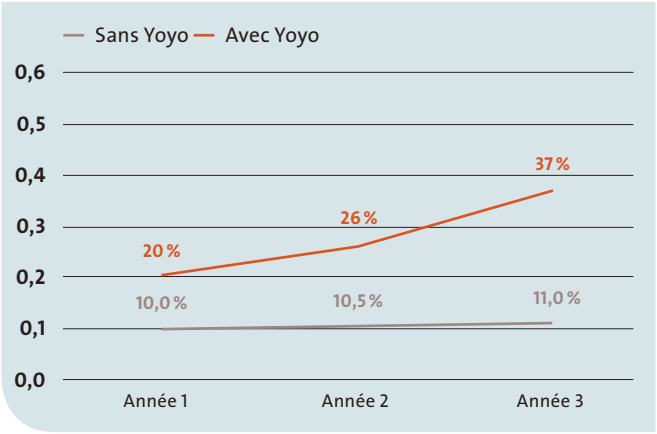
YOYO C'EST AVANT TOUT UN OUTIL DE MOBILISATION DE COMMUNAUTÉS AUTOUR DU TRI

Grâce à l'accroche de la récompense, Yoyo permet également de sensibiliser les habitants aux problématiques environnementales plus globales. On remarque par exemple une amélioration des performances de recyclage sur les autres recyclables de 15 % dans les quartiers dans lesquels Yoyo opère.

Plus globalement les habitants prennent conscience de l'impact de leur consommation grâce à divers moyens de mobilisation organisés en partenariat avec les villes et les associations agissant localement (ramassages de déchets, visites de centre de tri, événements, ateliers, formations, etc.). La communauté Yoyo découvre et intègre dans son quotidien des éco-gestes et s'inclut dans un mouvement global d'écologie urbaine.

LES RÉSULTATS DE YOYO

- Yoyo collecte 90 % et plus du PET consommé sur ses quartiers de déploiement (ce qui équivaut au taux de collecte de la consigne allemande).
- Le plastique collecté par Yoyo présente moins d'1 % d'erreur de tri.
- À l'échelle d'un quartier, le taux de collecte et de recyclage de plastique est multiplié par deux en moyenne avec le dispositif Yoyo.



3 questions à Eric Brac de la Perrière, Fondateur de Yoyo

Comment voyez-vous l'avenir de Yoyo dans un an, dans cinq ans, dans dix ans ?

Yoyo c'est la solution humaine et digitale qui ose récompenser ceux qui agissent plus et mieux et qui permet à la consommation d'être neutre d'impact environnemental.

Dans un an, Yoyo aura prouvé que nous pouvons doubler le recyclage des plastiques dans 30 villes en France et ainsi couper le robinet de la pollution grâce à une écologie résolument positive. Dans 5 ans, l'ensemble de la population française aura un accès au dispositif Yoyo proche de chez soi. Dans 10 ans, la plateforme de récompenses Yoyo sera utilisée par une large part de la population, de nombreuses entreprises et villes qui souhaitent être neutres d'impact et permettra de réduire massivement les coûts de collecte et de recyclage.

100 % de recyclage de plastique c'est réellement possible ?

Yoyo est déjà à 100 % de recyclage des plastiques auprès de 5 000 familles en France. Oser récompenser et donner une traçabilité totale du circuit de la matière permet de mobiliser et de créer de la confiance auprès des consommateurs. Notre enjeu est de faire croître notre communauté pour atteindre le plus grand nombre.

Pour vous, c'est quoi faire de l'écologie ?

C'est de créer un nouvel écosystème qui permet à la consommation de n'avoir aucun impact négatif sur l'environnement. L'écologie est réelle quand elle permet au plus grand nombre d'agir vite et simplement pour changer la donne. L'écologie, c'est aussi construire et utiliser des indicateurs compréhensibles pour mesurer les impacts et ainsi pouvoir s'adapter aux changements de comportements des consommateurs.

Pour en savoir plus :

Internet : yoyo.eco
Facebook : @Yoyo.eco
Contact : contact@yoyo.eco

PLASTIC BANK : LA RÉVOLUTION SOCIAL PLASTIC®

David Katz
Fondateur et PDG, Plastic Bank

Haïti

David Katz est le fondateur et PDG de Plastic Bank, une organisation qui révolutionne le secteur du recyclage en luttant contre la pollution plastique des océans. David est lauréat du prix du « Citoyen du monde de l'année » de l'Organisation des entrepreneurs (EO), du *Lighthouse Award for Planetary Health* des Nations Unies et du prix Sustainia de la Conférence de Paris sur le climat.

Plastic Bank lutte contre la pollution plastique des océans, tout en réduisant la pauvreté. En permettant d'échanger des déchets plastiques contre de l'argent, des marchandises ou des jetons numériques sécurisés par blockchain, Plastic Bank révèle la véritable valeur de ce matériau, qui devient alors trop précieux pour être jeté. Cette initiative encourage la création d'écosystèmes de recyclage partout dans le monde, favorise un développement économique responsable dans les communautés défavorisées et réduit le flux de plastique dans nos océans.

La majeure partie du plastique présent dans l'océan provient des pays en développement, où il n'existe aucune infrastructure de recyclage. Plastic Bank se donne pour mission de construire cette infrastructure et paie une prime Social Plastic® en échange des déchets plastiques, assurant ainsi à ses collecteurs un revenu régulier et décent. Ces incitations significatives conduisent les communautés à prendre des mesures contre la pollution existante. Plastic Bank permet également à des entrepreneurs locaux de créer et d'exploiter leur propre centre Plastic Bank sous forme de franchise.

Le plastique recueilli dans les centres Plastic Bank est recyclé et vendu sous le nom de Social Plastic® aux organisations désireuses de créer une chaîne d'approvisionnement plus durable, écologique et socialement responsable pour leurs produits. La valeur de Social Plastic® ne s'arrête pas au prix du plastique : elle offre une opportunité et des perspectives aux plus démunis de la planète, tout en préservant nos océans de la pollution.

Grâce à sa plateforme numérique innovante et à son expérience en Haïti, en Indonésie et aux Philippines, Plastic Bank crée un écosystème numérique qui servira de base à une révolution Social Plastic® mondiale et open-source. Plastic Bank continue par ailleurs à développer son infrastructure de recyclage dans ces régions et à s'implanter sur de nouveaux marchés, tels que le Mexique et le Brésil.

MOTS CLÉS

- PLASTIQUE SOCIAL
- FRANCHISE SOCIALE
- PAUVRETÉ
- PLATEFORME NUMÉRIQUE

Quelle est la mission de Plastic Bank, qui souhaite révolutionner le secteur du recyclage ?

Nous nous engageons, à l'échelle mondiale, dans la plus grande opération fédératrice de l'histoire : la lutte contre la pollution des océans par le plastique. Le monde entier est en train de prendre conscience de la nécessité d'agir pour la santé de notre planète. Les populations sont prêtes à faire quelque chose, mais elles ne savent pas comment. Nous avons trouvé une solution pour que chacun, dans le monde, puisse participer à ce changement.

Plastic Bank propose un revenu régulier, supérieur à celui du marché, en échange de déchets plastiques, ce qui favorise la collecte de ces derniers. Les déchets plastiques collectés peuvent être échangés contre de l'argent comptant, des jetons numériques sécurisés par blockchain, des biens ou des services, voire des frais de scolarité. De cette manière, nous révélons la valeur du plastique. Le plastique collecté par l'intermédiaire de Plastic Bank est recyclé et vendu sous le nom de Social Plastic® aux entreprises qui souhaitent avoir un impact global sur l'environnement et le bien-être social. En résulte une économie en boucle fermée pour le plastique, ce qui réduit la nécessité de produire du plastique vierge.

Aujourd'hui, plus de 2 500 collecteurs de Social Plastic® travaillent en Haïti, au Brésil et aux Philippines. Nous avons déjà collecté 3 000 000 de kilos de déchets plastiques depuis 2014 et notre activité continue à progresser de façon exponentielle.

Je me suis rendu compte que si l'on changeait la façon de percevoir le plastique, une grande partie du travail serait accomplie. Cette idée m'est venue pendant un séminaire sur l'impression 3D où j'ai découvert qu'un morceau de plastique destiné à l'impression 3D était vendu 8 fois plus cher que la matière première. La valeur ajoutée provenait uniquement du changement de forme du plastique. Soudain, je me suis dit que si l'on changeait les mentalités sur le plastique, alors il pouvait devenir une ressource.

Une fois cette prise de conscience effectuée, mon principal défi était de trouver comment incarner ce changement. Pour tout le reste, j'ai réussi à trouver des solutions aux différentes étapes du projet.

Pourquoi avez-vous lancé Plastic Bank en Haïti ?

Quand j'ai lancé Plastic Bank en Haïti en 2014, j'ai beaucoup appris sur la pauvreté, l'analphabétisme, la peur, les privations, etc. C'est un endroit où les gens se battent pour s'en sortir et manquent de tout. La collaboration a fonctionné quand nous avons réussi à montrer que Plastic Bank pouvait offrir de nouvelles possibilités à tous. Il a fallu de la persévérance pour surmonter les obstacles et prouver que nous pouvions véritablement aider les gens.

Haïti

Lors du grand lancement du modèle Social Plastic®, Haïti a été notre banc d'essai et a considérablement influencé notre orientation actuelle. Pourquoi Haïti ? Pour son taux de pauvreté élevé et son problème majeur de pollution par le plastique. En effet, la majorité du plastique dans l'océan provient de régions pauvres sans infrastructure de traitement des déchets. Les défis étaient considérables : il fallait créer une économie circulaire sur une île et nous adapter à une nouvelle culture. Après le succès d'Haïti, nous nous sentons capables de nous adapter à des centres urbains tels que Manille, aux Philippines, et São Paulo, au Brésil, qui sont des contextes très spécifiques.

Grâce à notre plateforme numérique et à notre expérience avec ces trois modèles différents, nous sommes en mesure de fournir un écosystème numérique permettant une révolution Social Plastic®, mondiale et open-source.

Plastic Bank a développé différents modèles en fonction de ses pays d'implantation. Comment travaillez-vous à l'échelle locale ?

En Haïti, comme il n'y a pas d'infrastructure de recyclage, nous avions besoin de créer des magasins où les gens pourraient déposer les matériaux. Comme les déplacements sont compliqués, nous avons misé sur la construction et l'extension d'infrastructures existantes. Nous avons déjà 40 magasins. Je pense qu'il en faudrait au moins un millier en Haïti pour couvrir les besoins de la population. Pour développer rapidement notre activité, nous avons décidé d'utiliser de petites épiceries et des centres de loterie comme lieux de collecte.

Philippines

Les Philippines sont un marché mature du recyclage : il y a déjà des revendeurs de matériaux un peu partout. Les gens apportent des matériaux dans ces points de collecte informels pour gagner un peu d'argent. Nous travaillons donc avec une coopérative qui représente 150 points de collecte informels, en vue de les fédérer, de créer des franchises sociales, d'améliorer leur plateforme commerciale et leur rentabilité, et de leur fournir une plateforme numérique.

Dans les villes brésiliennes, des coopératives de recyclage s'efforcent déjà de récupérer la valeur qui se perd dans l'environnement. Comme aux Philippines, nous sommes en train d'établir un modèle de franchise sociale pour améliorer l'infrastructure de recyclage existante et la rendre plus viable pour les entrepreneurs locaux. Cependant, contrairement aux Philippines, le Brésil n'est pas une île, et ses habitants ont une culture et des besoins différents, dont il faut tenir compte.

Comment transformez-vous le plastique en monnaie ?

En monétisant les déchets plastiques, nous changeons entièrement le paradigme : si une bouteille coûtait cinq euros, combien en verriez-vous dans la rue ? Aucune. Voyez-vous ce que j'essaie de montrer ici ? Que la question n'est pas la bouteille, mais la valeur que nous lui accordons. En transformant en une ressource ce qui était auparavant un déchet, nous pouvons mettre fin à l'extrême pauvreté.

Il y a actuellement 8,3 billions de kilos de plastique sur la planète. Au prix de 50 cents le kilo, cela représente une valeur de 4 billions de dollars. Cette somme permettrait de sortir de la pauvreté huit fois plus de personnes dans le monde.

Plastic Bank crée une économie circulaire pour les plastiques en permettant d'utiliser le plastique comme monnaie. Nous offrons une expérience entrepreneuriale aux plus démunis en leur donnant la possibilité de gagner leur vie grâce à la collecte de plastique, et donc d'accéder à des biens et des services de base.

Notre modèle de franchise sociale permet aux entrepreneurs locaux de créer et d'exploiter une épicerie dans leur communauté, où les déchets plastiques sont la monnaie d'échange. Dans ces magasins, les collecteurs de plastique peuvent acheter des poêles écologiques, du combustible de cuisson, de l'eau potable, de l'électricité, du WiFi, etc. Ils peuvent aussi envoyer leurs enfants à l'école grâce via nos projets pour l'éducation.

Comment travaillez-vous avec les marques, qui sont aujourd'hui montrées du doigt pour leur utilisation du plastique ?

Si elles le souhaitent, les marques peuvent acheter du Social Plastic® pour les emballages en plastique destinés à leur chaîne d'approvisionnement. Nous fournissons par exemple du Social Plastic® à Henkel, qui l'utilise pour ses produits de beauté et d'entretien de la maison.

Nous offrons également la possibilité aux entreprises de compenser leur empreinte plastique en finançant la collecte et le recyclage d'une quantité égale de plastique

Philippines

Haïti

via notre écosystème. Par exemple, Shell travaille avec nous pour réduire son empreinte. Nous offrons également des emballages plastiques neutres aux particuliers qui souhaitent réduire leur impact environnemental.

Les marques sont attentives à la question : elles ont besoin de s'assurer qu'elles peuvent continuer à vendre des produits emballés dans du plastique, face aux hésitations des consommateurs. Social Plastic® est l'un des seuls moyens de répondre à ce besoin. Les marques qui utilisent Social Plastic® peuvent indiquer leurs engagements environnementaux et sociaux sur leurs emballages.

L'une de vos missions consiste à réduire la pauvreté. Quel est l'impact social de Plastic Bank et comment le mesurez-vous ?

Lorsque le Social Plastic® est utilisé dans de nouveaux produits et acheté par des clients, les collecteurs et les familles des régions pauvres en sont les bénéficiaires directs. Les collecteurs reçoivent un salaire régulier qui leur permet de vivre et d'accéder à des biens et des services que nous tenons pour acquis, dans les pays développés. À plus grande échelle, nous pouvons y voir une occasion pour l'humanité de chercher ensemble une solution à un problème qu'elle a causé, et prendre des mesures locales qui auront un impact mondial. Tout le monde peut participer à la révolution Social Plastic®.

Pour moi, l'impact se voit dans le nombre d'enfants scolarisés, une contribution directe à la lutte contre la pauvreté. Quand j'ai lancé Plastic Bank, je ne m'attendais pas à ce que cela devienne l'un de mes principaux indicateurs de performance. Je pensais surtout aux volumes des matériaux. Mais quand je parle aux collecteurs de plastique, et surtout aux femmes, le premier avantage perçu est de pouvoir envoyer leurs enfants à l'école.

Bien entendu, nous mesurons également les volumes de matériaux que nous collectons, le nombre de collecteurs qui profitent directement de notre écosystème, le nombre de membres de la famille qui en bénéficient indirectement, et divers autres paramètres.

Quelles sont vos prochaines étapes ?

Notre priorité est de continuer à développer le projet. Grâce à notre plateforme numérique et à notre expérience avec ces trois modèles différents, nous sommes en mesure de fournir un écosystème numérique permettant une révolution Social Plastic®, mondiale et open-source.

Nous nous sommes également associés à une organisation appelée World Vision, une ONG qui soutient les familles de 3,2 millions d'enfants chaque mois en fournissant un travail viable à leurs parents. Nous travaillons actuellement avec World Vision pour développer notre projet entrepreneurial comme une solution de lutte contre la pauvreté.

À long terme, l'objectif de notre entreprise n'est pas de faire du profit en vendant du plastique, mais de superviser le commerce mondial du Social Plastic® et de fournir des services bancaires aux entreprises de collecte et aux collecteurs de plastiques.

Notre ambition consiste à laisser le marché libre déterminer le prix du Social Plastic®, alors qu'aujourd'hui nous avons un prix fixe. Si le Social Plastic® devient moins cher que le plastique vierge, alors nous aurons vraiment réussi notre pari.

Plastic Bank crée une économie circulaire pour les plastiques en permettant d'utiliser le plastique comme monnaie. Nous offrons une expérience entrepreneuriale aux plus démunis en leur donnant la possibilité de gagner leur vie grâce à la collecte de plastique, et donc d'accéder à des biens et des services de base.

LES IMPLICATIONS DE L'ÉCONOMIE CIRCULAIRE ET DE LA TRANSITION NUMÉRIQUE SUR LES COMPÉTENCES ET LES EMPLOIS VERTS DANS LE SECTEUR DU PLASTIQUE

Carola Guyot Phung
Chargée de recherches, i3-CRG, École Polytechnique

Carola Guyot Phung est chargée de recherches au laboratoire i3 – CRG, à l'École Polytechnique. Elle étudie l'impact des innovations et des programmes de soutien à l'innovation sur la transition environnementale, ainsi que l'intégration des pratiques d'économie circulaire dans les modèles économiques. Elle participe à des projets européens d'innovation digitale dans ce cadre.

MOTS CLÉS

- DIGITALISATION
- ÉCONOMIE CIRCULAIRE
- EMPLOIS VERTS
- COMPÉTENCES
- COBOTISATION
- BLOCKCHAIN

L'industrie du plastique en Europe emploie 1,5 million de personnes, dans 60 000 entreprises, représentant un chiffre d'affaires de 350 milliards d'euros. Cette industrie est particulièrement concernée par le développement de l'économie circulaire et de la transition numérique, qui modifient les modèles économiques des entreprises, et entraînent des changements organisationnels et humains, conduisant ainsi à repenser les métiers et les compétences associées. Le contour et le contenu des emplois évoluent, depuis la conception, la production jusqu'à la valorisation des déchets. L'arrivée de la cobotique (collaboration homme-robot) et de la blockchain participent à ce mouvement. Face à ce phénomène et à l'hybridation croissante des compétences, les entreprises comme les organismes de formation adaptent leurs stratégies d'accompagnement.

INTRODUCTION

Les politiques publiques encouragent depuis quelques années le développement de l'économie circulaire, comme une réponse aux grands enjeux environnementaux, et prometteuse d'emplois. Ce paradigme remet en cause les modèles économiques des entreprises, et fait évoluer les usages et pratiques concrètes des acteurs. Dans le même temps, la transition numérique traverse la société et entraîne des mutations suffisamment profondes pour amener pouvoirs publics et organisations professionnelles à préparer l'évolution des métiers et des compétences associées. La digitalisation ouvre des perspectives nouvelles pour l'ensemble des acteurs économiques en termes d'organisation, de productivité, de compétences. Les emplois verts apparaissent de plus en plus attractifs, car situés dans des secteurs porteurs destinés à se développer dans les prochaines décennies. Notre propos est de mettre en lumière la façon dont se croisent les différents enjeux liés au développement de l'économie circulaire, à la transition numérique et à l'évolution des compétences.

L'ÉCONOMIE CIRCULAIRE ET SES MÉTIERS

LES EMPLOIS DE L'ÉCONOMIE CIRCULAIRE

L'économie circulaire comprend les éco-activités qui contribuent directement à la protection de l'environnement et à la gestion durable des ressources (y compris remédiation), et les activités périphériques qui participent à l'amélioration de la qualité environnementale. Des réflexions sont actuellement menées pour élaborer des indicateurs de circularité d'une économie, parmi lesquels l'emploi. En effet, l'évolution d'un secteur économique vers plus de circularité peut s'envisager à travers le nombre d'emplois qui sont réalloués entre les activités intensives en matières et celles qui contribuent à les économiser[1]. Les emplois concernés sont ceux qui optimisent l'utilisation des matières (écoconception, recyclage, réutilisation), qui permettent d'augmenter la durée de vie des produits (réparation et réemploi, économie de la fonctionnalité), et ceux qui mettent en place des circuits logistiques territoriaux (écologie industrielle, circuits courts). Une perspective complémentaire distingue emplois verts et verdissants[2]. Les premiers sont issus des secteurs de l'énergie, de l'eau, de l'assainissement et du traitement des déchets, et de la protection de la nature et de l'environnement.

1 Jolly, C. & Douillard, P. (2016) *L'économie circulaire, combien d'emplois ?* La Note d'analyse, Avril 2016, N°46. France Stratégie

2 Onemev - Observatoire national des emplois et des métiers de l'économie verte (France)

LES CHIFFRES CLÉS DE L'EMPLOI DANS LA PLASTURGIE

L'Europe a fabriqué 64,4 Mt de plastique en 2017 pour un chiffre d'affaires de 350 milliards d'euros. 60 000 entreprises emploient 1,5 million de personnes. Pour la première fois en 2016, les quantités de plastiques recyclées en Europe ont dépassé les quantités mises en décharge. 8,4 Mt ont pu ainsi être recyclées en Europe ou hors de ses frontières.

La plasturgie française se situe au sixième rang mondial, et au deuxième rang européen après la plasturgie allemande. En 2018, 3 500 entreprises (dont plus de 90 % sont des PME), génèrent 30,2 Md€. Elles emploient 122 000 personnes, principalement dans la production[3], mais plus de 7 000 travaillent dans la R&D.

En France, le secteur de la plasturgie, structuré autour de 23 procédés de transformation, se heurte au manque de profils possédant des compétences techniques. Ceci concerne les métiers à compétences transversales (logistique) et les métiers non qualifiés (ouvriers), mais également, et de façon accrue, des métiers clés du secteur : régleurs, cadres technico-commerciaux et chaudronniers plastiques[4]. Face à cette pénurie, la filière s'organise et propose des circuits de formation permettant la délivrance de Certificats de Qualification Professionnelle (CQP). 17 CQP à ce jour concernent les fonctions principales de l'entreprise (conception, production et maintenance, vente et fonctions support)[5]. Ces formations doivent intégrer les enjeux auxquels sont confrontées les entreprises[6], et participer à l'attractivité du secteur.

3 https://www.laplasturgie.fr/chiffres-cles-en-france-et-en-regions/
4 Observatoire de la plasturgie (2017) Besoins de main-d'œuvre et offres d'emploi dans la plasturgie. Année 2017
5 https://cqp-plasturgie.fr/
6 DEFI & Observatoire de la plasturgie (2017) Étude sur l'évolution des compétences nécessaires aux entreprises et actualisation des fiches métiers cœur.

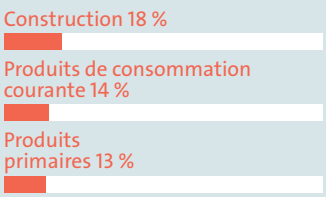
CHIFFRES CLÉS DE LA PLASTURGIE EN FRANCE

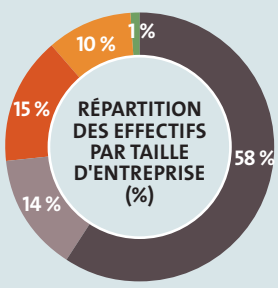
30,2
Milliards € de CA

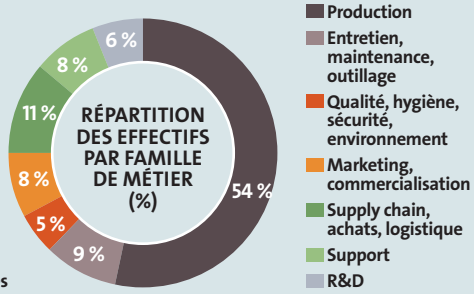
3 500
Entreprises

122 000
Salariés

TOP 3 DES MARCHÉS CLIENTS SECTEUR PLASTURGIE
(en % du total des consommations intermédiaires issues de la plasturgie)







Source : www.laplasturgie.fr

Dans les autres secteurs, les métiers verdissants intègrent de « nouvelles briques de compétences » pour prendre en compte la dimension environnementale. Emplois verts et verdissants constituent l'économie verte, et représentaient en France 3,7 millions d'emplois entre 2010 et 2014[7] (soit 14,6 % de l'emploi total). Le cœur de l'économie circulaire se compose des éco-activités, location, réparation et réemploi-réutilisation, et est estimé à 800 000 ETP.

En se basant sur les dynamiques de création d'emplois dans la gestion des déchets, l'ADEME considère[8] qu'en moyenne, le traitement de 10 000 tonnes de déchets se traduit par la création d'un ETP s'il y a mise en décharge, de 3 à 4 ETP en cas de valorisation par incinération, compostage ou méthanisation, de 11 ETP si les déchets sont menés en centre de tri et de 50 ETP en cas de démantèlement de produits usagés complexes.

L'ÉCONOMIE CIRCULAIRE : UNE VISION SYSTÉMIQUE DES FLUX QUI MODIFIE LA PROPOSITION DE LA VALEUR

Une démarche d'économie circulaire implique pour une entreprise d'adopter une vision systémique des flux d'énergie et de matières qu'il s'agit de boucler au sein de l'entreprise ou avec des partenaires. Elle modifie la proposition de valeur de l'entreprise et incite à explorer d'autres voies : l'allongement de la durée d'usage, la réparation, le réemploi ou la re-fabrication. Elle modifie les composantes du modèle économique : ressources, compétences, organisation interne, réseau de valeur, flux de revenus et structure de coût[9].

L'économie circulaire stimule la servicisation (passage d'une fourniture d'un produit à une prestation de services) et l'économie de la fonctionnalité. Les « systèmes produit-service » (SPS) visent des gains économiques et environnementaux, et modifie la structure de la valeur générée[10]. Dès lors, les compétences de management de la valeur deviennent centrales. Les SPS orientés produit ajoutent des services (maintenance, reprise) aux produits vendus. Ce modèle fondé sur la vente génère de faibles gains environnementaux. Les SPS orientés « usage » mettent le produit à disposition du client, qui se voit facturer chaque utilisation (location, partage, mise en commun)[11]. C'est le cas des produits aussi répandus que les pneus : dans sa stratégie de digitalisation, Michelin a dernièrement lancé une activité de location en la couplant avec des services connectés. Ce SPS tend à se diffuser à un écosystème de services associés. Ainsi l'auto-partage a amené les assureurs à proposer des contrats « au trajet ». Le propriétaire du bien est incité à organiser la circularité du produit, en intensifiant son usage et en prolongeant sa durée de vie. Enfin un SPS orienté « résultat » permet de facturer si le résultat (en général la performance d'une installation) est conforme au contrat. Ce SPS centré sur les besoins du client et leur satisfaction, apparaît comme le plus « éco-efficient »[12].

L'économie circulaire se caractérise par la mise en place de boucles. La boucle fermée en « *cradle to cradle* » apparaît comme le schéma idéal, et exige la coopération et l'implication des consommateurs et des collectivités locales. Grâce à des applications numériques, les premiers peuvent maintenant ramener les bouteilles plastiques en centre de recyclage contre des jetons (tokens) sécurisés, qu'ils pourront utiliser pour payer leurs achats ou leurs forfaits téléphoniques[13]. D'autres projets renouvellent aussi le vieux principe de la consigne en monétisant les économies faites en termes d'empreinte carbone[14]. Le développement de bourses aux déchets sous forme de plateformes digitales facilite la circulation de l'information et les échanges de matières. Elles permettent d'abaisser considérablement les coûts de recherche pour les utilisateurs, et les coûts de valorisation et de transport pour les producteurs et collecteurs de déchets. On le voit ici, l'économie circulaire, diffusée grâce au numérique, fait évoluer le partage de la valeur.

Les applications permettent de changer les comportements. Des *chatbots* sur smartphone s'adressent aux consommateurs pour améliorer la qualité du tri[15]. Des animations de réalité virtuelle invitent les consommateurs à mieux connaître certains environnements[16]. Ces dispositifs relationnels avec des clients supposent des compétences en intelligence artificielle, mais également en communication, une compétence que les collectivités locales dédient de plus en plus au traitement des déchets.

La mise en place de pratiques d'économie circulaire oblige l'entreprise à questionner son organisation. Elle doit faire face à la transition numérique qui modifie à la fois les contours des métiers et les compétences nécessaires à leur exercice.

LA TRANSITION NUMÉRIQUE SUR LES EMPLOIS DE L'ÉCONOMIE CIRCULAIRE

LES EFFETS DE LA TRANSITION NUMÉRIQUE SUR LES ORGANISATIONS ET LES COMPÉTENCES

Les analyses des effets des transitions numérique et écologique diffèrent selon que l'on met l'accent sur les nouvelles technologies ou sur l'évolution de la demande. Si l'on privilégie un scénario où les nouvelles technologies accélèrent leur pénétration dans les entreprises (intelligence artificielle, big data, cloud, internet des objets, marchés émergents sur internet)[17], alors des modifications substantielles interviendront dans la division du travail entre les machines et les hommes. Des activités typiquement humaines comme la communication et l'interaction, le développement, l'encadrement et le conseil, la tenue d'un raisonnement et la prise de décision commenceront à être automatisées de façon significative par des algorithmes. Ces chiffres peuvent être relativisés en France dans la mesure où la numérisation du tissu productif semble se développer moins vite que dans d'autres pays[18].

7 CGDD (2015) Rapport d'activité 2014 de l'Onemev. Février 2015

8 Étude bibliographique « Quel potentiel d'emplois pour une économie circulaire ? » de l'Institut de l'économie circulaire, 2015

9 Peillon, S. (2017). Les systèmes produit-service conduisent-ils à des business models plus durables? *XXVI^e Conférence Internationale de Management Stratégique*. Juin 2017

10 Antheaume, N., & Boldrini, J. C. (2017). La convergence entre gain économique et gain écologique en économie circulaire. L'expérimentation d'une innovation environnementale dans le maraîchage nantais. LEMNA. Document de travail 2017/04

11 Boldrini, J.C. (2016) Le management par la valeur : une méthode pour concevoir les systèmes produit-service de l'économie circulaire ? ACFAS 2016

12 Dahmani, S. (2015). *Proposition d'un cadre méthodologique pour la gestion du processus de servicisation en entreprise industrielle: approche basée sur les risques décisionnels* (thèse, Saint-Etienne, EMSE).

13 https://www.forbes.fr/technologie/comment-la-blockchain-peut-elle-lutter-contre-les-dechets-plastiques/?cn-reloaded=1

14 https://www.consoglobe.com/recycletocoin-appli-blockchain-plastique-oceans-cg

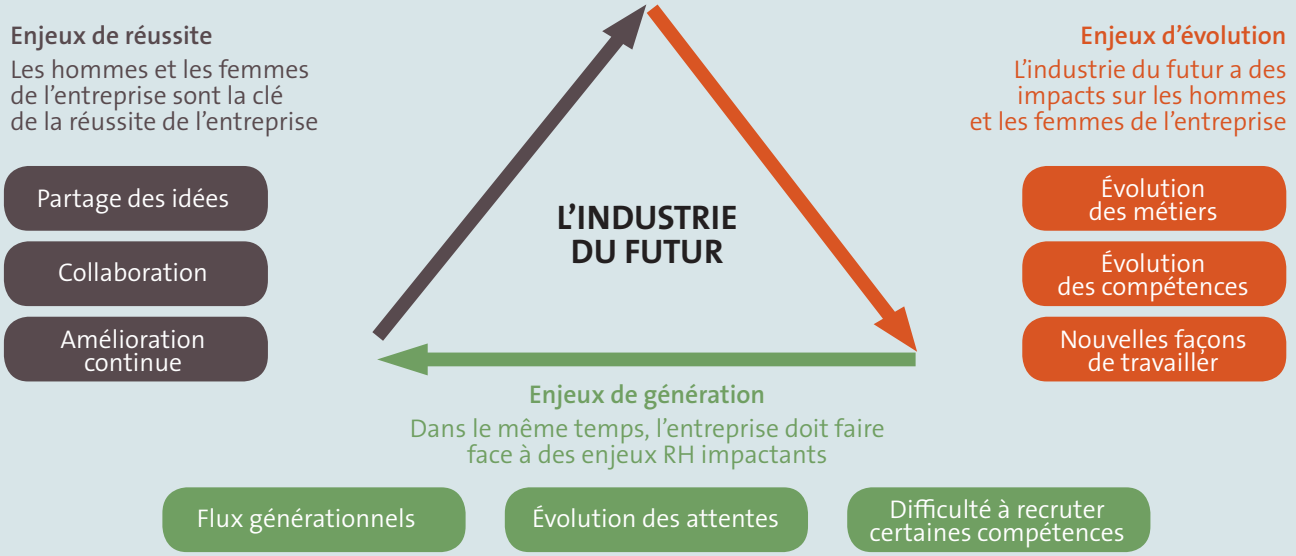
15 Smicval (2018) Rapport annuel 2017

16 https://www.eco-mobilier.fr/vivre-lexperience-du-recyclage-en-realite-virtuelle/

17 World Economic Forum (2018) The future of Jobs Report 2018

18 Gaglio C. & Guillou, S. (2018) « Le Tissu Productif Numérique en France », *OFCE Policy brief 36*, 12 juillet.

L'humain au cœur de la transformation numérique



Les enjeux RH de la transformation : changement générationnel, évolution du rapport au travail (flexibilité, mobilité, équilibre, recherche de sens), augmentation de « collaborateurs » externes, besoin de compétences spécifiques, difficulté du recrutement (déclin d'intérêt pour l'industrie des jeunes diplômés).

Source: Fédération de la plasturgie et des composites

Pour les entreprises françaises[19], les changements dus aux deux types de transition se feront davantage sentir en termes de transformation (dans les tâches et dans les compétences[20]) ou d'impacts sur les métiers et les activités, qu'en termes d'apparition de nouveaux métiers verts (cf. schéma p. 104). Nous pouvons évoquer quelques tendances émergentes.

LA CONCEPTION

L'écoconception s'appuie sur l'analyse de cycle de vie qui implique toutes les fonctions de l'entreprise, mais invite également les parties prenantes extérieures à l'organisation (fournisseurs, transporteurs, utilisateurs). L'économie circulaire rebat les cartes et fait émerger de nouvelles vocations et alliances. Des expérimentations ont été lancées pour intégrer dans la maquette numérique BIM (*Building Information Modeling*) des critères de gestion de fin de vie et de recyclabilité des matériaux intégrés dans les bâtiments. Des bureaux d'ingénierie traditionnels s'engagent ainsi dans la conception de matériaux recyclés aux côtés de promoteurs et se lancent eux aussi dans des plateformes numériques.

Dans les stratégies visant à améliorer l'efficacité matière, les fonctions de management, d'ingénierie d'études et R&D et de design jouent à ce stade un rôle-clé pour faire évoluer les procédés industriels. Une matière recyclée ne s'incorpore pas aisément dans une production. La matière doit correspondre au process industriel de l'utilisateur, mais en cas de boucle ouverte, elle doit répondre aux exigences du nouveau marché utilisateur, ce qui multiplie les contraintes en aval. Le cas des plastiques est emblématique des connaissances nécessaires pour caractériser puis traiter les différentes résines. Il faut des compétences différentes pour trouver des applications, déterminer leur compatibilité (de l'automobile aux emballages alimentaires en passant par le bâtiment) et les faire valider auprès d'organismes certificateurs. Les bioplastiques impliquent la collaboration d'experts en chimie, en biotechnologies, en électronique. Ces mêmes expertises permettront aussi de trouver des solutions de recyclage de la matière en aval.

LA COBOTISATION

Alors que l'automatisation suppose un transfert des savoirs et des savoir-faire de l'opérateur vers le système, la cobotique permet d'apporter une assistance robotique à un opérateur avec laquelle ce dernier peut interagir. Ceci se traduit aujourd'hui par la mise en commun des compétences humaines et de la machine. Ses applications peuvent être la télé-opération (la collaboration à distance), la coprésence collaborative (l'homme et le robot partagent le même espace de travail), la co-manipulation (l'opérateur manipule directement le robot pour effectuer sa tâche, ce qui augmente les efforts pour porter des charges plus lourdes par exemple) ; ou encore l'exomanipulation (l'homme revêt un exosquelette qui diminue ses efforts mais sans le guider sur les bonnes trajectoires). L'enjeu de la télé-

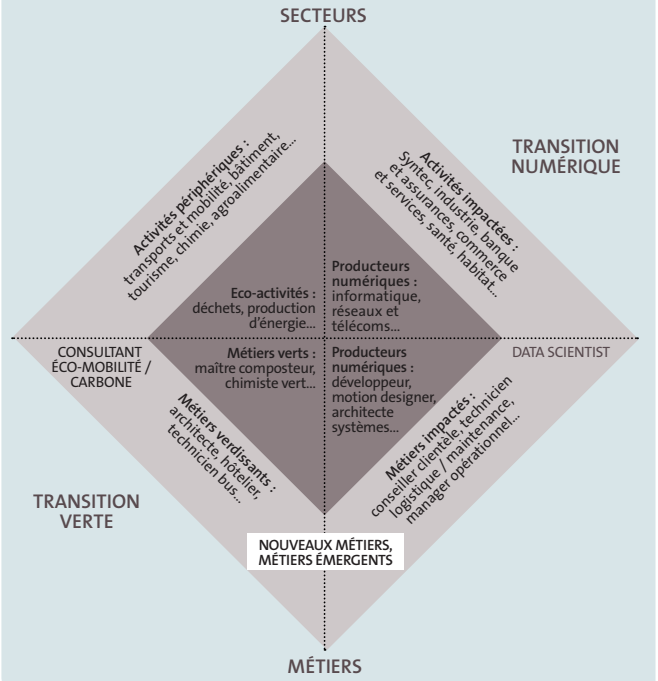
19 Medef (2017)

20 Marin, G., & Vona, F. (2018). *Climate policies and Skill-biased employment dynamics: evidence from EU countries* (No. 2018-23). Observatoire Français des Conjonctures Économiques (OFCE).

opération est la façon dont l'opérateur va se représenter, depuis son poste de commande, la tâche effectuée par le robot[21]. En centre de tri, le tri « télé-opéré » permet à l'opérateur de travailler sur un écran tactile en cabine et à distance des tapis, après une première opération de tri complètement automatisée. Le tri de déchets comme les sacs plastiques exige encore une combinaison de trois étapes : le tri manuel des grands films, le tri automatique des autres films par criblage balistique et enfin le tri optique. Les effets sur les postes de travail ne sont pas encore bien mesurés, et laissent encore des questions en suspens dans le champ de l'ergonomie sur les contraintes physiques des opérateurs (notamment pour les exosquelettes).

21 Moulières-Seban, T., Bitonneau, D., Thibault, J. F., Salotti, J., & Claverie, B. (2016). La Cobotique: un domaine pluridisciplinaire émergent utile à l'ergonome. *Congrès de la Société d'Ergonomie de Langue Française.*

Secteurs et métiers les plus impactés par la transition écologique et numérique



Source : Medef, 2017

LE LOW TECH FACE AUX LIMITES DU NUMÉRIQUE

L'automatisation est parfois limitée par la complexité de certaines tâches. Dans plusieurs filières, les opérateurs affectés au tri manuel deviennent plus performants que les machines. Dans le textile, les premiers trieurs ont été des femmes, habituées à reconnaître les qualités de tissus et la valeur d'usage d'un vêtement. Comme dans le cas des plastiques (cf. encadré sur la colonne de droite), l'œil et la main restent parfois la meilleure technique pour extraire la fraction valorisable d'un gisement, et intégrer la variabilité des situations.

LE LOW TECH POUR DE MEILLEURES PERFORMANCES DANS LE TRI DES PLASTIQUES

L'entreprise adaptée Actes, implantée à Bordeaux et dans le pays basque, s'est lancée il y a quelques années dans une diversification de ses activités de recyclage et traite maintenant les gobelets jetables en plastique (polystyrène et polypropylène). Un process de pré-tri manuel et de séparation de la matière par flottation a été mis au point avec l'Université de Bordeaux. L'objectif du chef d'entreprise était la création d'un maximum de postes manuels, en prenant à revers la logique d'automatisation habituelle dans ce secteur. Il s'est cependant appuyé sur les apprentissages issus des autres filières matières, notamment le papier, montrant que le tri manuel atteignait des performances supérieures à celles du tri automatisé.

Après une année de formation et de pratique sur table de tri, Franck et François ont acquis une expertise dans la reconnaissance des résines (polypropylène, polystyrène). Ils combinent les signes de la matière (couleur, épaisseur, texture, façon de se casser) pour reconnaître rapidement les produits. Leur geste est plus performant qu'une machine automatisée. Ils trient aussi les gobelets en PLA (acide polylactique) de plus en plus utilisés.

Le taux de pureté peut atteindre les 100 % quand le producteur de déchets a bien pré-trié la matière. C'est le résultat d'une approche globale : le tri et le recyclage ne constituent qu'une étape dans la valorisation d'une matière quasi intacte. En amont, le producteur de déchets a été sensibilisé aux enjeux du tri. En aval, la machine, simple dans sa conception, permet d'alimenter des négociants en paillettes. Cette dernière constitue d'abord un outil pour faire monter les collaborateurs en compétences.

Dans le domaine du tri des plastiques, la reconnaissance optique bute encore sur les nouvelles matières biosourcées. L'activité humaine n'est pas encore remplaçable, et certains postes de surtri subsistent[22].

LA BLOCKCHAIN

Parmi les technologies émergentes dans l'industrie, la blockchain est emblématique des transformations liées à la numérisation et à la montée de l'économie circulaire. Ce système de certification par un tiers virtuel[23] peut présenter un risque de disruption dans certains secteurs d'activité[24], notamment ceux qui d'une façon ou d'une autre reposent sur la certification de leurs services ou

22 http://www.smitred.com/fr/content/le-tri-optique

23 (https://www.industrie-techno.com/les-promesses-de-la-blockchain-pour-l-industrie.49239)

24 https://blog.d2si.io/2017/06/01/competences-metiers-blockchain/

la traçabilité de leurs produits (fournisseurs d'énergie, extraction de matières premières, recyclage). Les expérimentations se multiplient pour tester les marchés, ce qui suppose l'intégration des compétences stratégiques, marketing et commerciales et techniques au sein des entreprises[25]. Il s'agit alors de s'approprier cette technologie, d'en identifier les enjeux : éviter la désintermédiation sur son propre marché, identifier les nouveaux usages. Par exemple, un producteur d'énergie doit être capable de détecter des pratiques émergentes encouragées par une technologie sécurisée et transparente (consommac'teur, arrivée des petits fournisseurs[26]). Dans le recyclage, elle peut favoriser le développement de systèmes de réputation et de confiance en temps réel[27].

La blockchain mobilise des compétences existantes (code, sécurité, gestion des réseaux) pour de nouvelles applications. Ingénieur numéricien, architecte de registre distribué, chef de projet dédié sont les nouvelles figures de cette transformation. L'architecte de registre distribué tient un rôle-clé : il s'assure de la bonne traduction en termes d'usage de la blockchain par rapport à la demande du client. Ce type de compétences est encore rare.

Mettre en place une blockchain dans le recyclage implique aussi une logistique adaptée, ce qui fait le lien avec les métiers traditionnels du secteur et avec de nouveaux usages (suivi du remplissage des containers et optimisation des tournées, identification des déchets et traçabilité[28]). Les métiers de la logistique deviennent des leviers pour améliorer la performance environnementale de la chaîne. Aujourd'hui, encore un quart des parcours est fait par des camions qui reviennent à vide. Affréteurs et concepteurs de chaînes logistiques devront développer les pratiques de mutualisation[29]. Le moniteur d'entreprise forme les conducteurs à conduire de façon plus respectueuse de l'environnement, et peut être aidé (concurrencé ?) désormais par les programmes d'assistance au pilotage écologique[30]. Dans les systèmes de logistique inversée, le point de collecte devient le point de départ d'une boucle de recyclage. L'internet des objets permet d'optimiser la collecte et la préparation des étapes de valorisation[31].

25 Charue-Duboc, F., & Gastaldi, L. (2017). Le pilotage des processus d'innovation amont-Vers de nouvelles modalités de couplage entre technologies et usages. *Revue française de gestion*, *43*(264), 23-42.

26 Stavenhagen, P. (2016) La blockchain : Une opportunité pour les consommateurs d'énergie ? Étude pour l'Association de consommateurs de Rhénanie-du-Nord-Westphalie, Düsseldorf. Juillet 2016

27 Proposition de résolution du Parlement européen sur les technologies des registres distribués et les chaînes de blocs: renforcer la confiance par la désintermédiation http://www.europarl.europa.eu/sides/getDoc.do?type=MOTION&reference=B8-2018-0397&format=XML&language=FR

28 https://www.infohightech.com/du-diamant-au-recyclage-comment-la-blockchain-peut-conduire-des-entreprises-responsables-et-ethiques/

29 Onemev (2018) Rapport d'activité 2017

30 https://www.bnpparibascardif.com/fr/-/big-data-drives-environmentally-friendly-and-sustainable-transport

31 https://lesclesdedemain.lemonde.fr/dossiers/dechets-de-l-energie-a-recycler_f-208.html#pdvLcdd

LES ENJEUX EN TERMES DE FORMATION

LES EFFETS SUR LES COMPÉTENCES DE LA TRANSITION NUMÉRIQUE

Les effets de la transition numérique sont massifs et transsectoriels. On estime que des millions d'emplois au niveau mondial migreront vers les machines. La part d'heures travaillées par les hommes passera à 58 %, et celle des machines à 42 % en 2022 (contre 29 % en 2018). Des nouveaux métiers émergeront, plus adaptés à cette nouvelle division du travail entre humains, machines et algorithmes : spécialistes du machine learning et de l'intelligence artificielle, du big data, experts en automatisation, en sécurité de l'information, designers de l'expérience client, de l'interaction homme-machine, ingénieurs en robotique et spécialistes de la blockchain. Dans l'industrie productive, les machines produisent des données massives qui sont collectées, exploitées et mises en forme par les ingénieurs pour les opérateurs. Ainsi des extrudeuses, des machines d'impression, de collage et de bobinage de plastique peuvent fonctionner de manière continue tout en générant jusqu'à plusieurs giga-octets de données par jour, qui seront utilisées pour le suivi et la maintenance prédictive[32].

On estime que des millions d'emplois au niveau mondial migreront vers les machines. La part d'heures travaillées par les hommes passera à 58 %, et celle des machines à 42 % en 2022 (contre 29 % en 2018).

Cette dernière provoque un phénomène d'hybridation des compétences et des métiers. Les compétences numériques s'adjoignent à certains métiers non scientifiques à l'origine (le marketing, le design, etc.), tandis que d'autres métiers techniques se verront imposer l'adjonction de compétences transversales (sociales, créatives, etc.)[33]. Ces mutations associées à des changements rapides de modèles économiques, déstabilisent les socles de compétences. Les entreprises peuvent alors s'adapter soit par des stratégies d'apprentissage et d'ingénierie des connaissances, soit en faisant appel à des ressources extérieures par recrutement de collaborateurs permanents, d'intérimaires ou de travailleurs indépendants. Ceci appelle une offre de formation adaptée, certains blocs de compétences à acquérir devant l'être pour des emplois situés dans des secteurs très différents. Les écoles d'ingénieurs intègrent désormais les avancées numériques dans leur parcours de formation (cf. encadré p. 107).

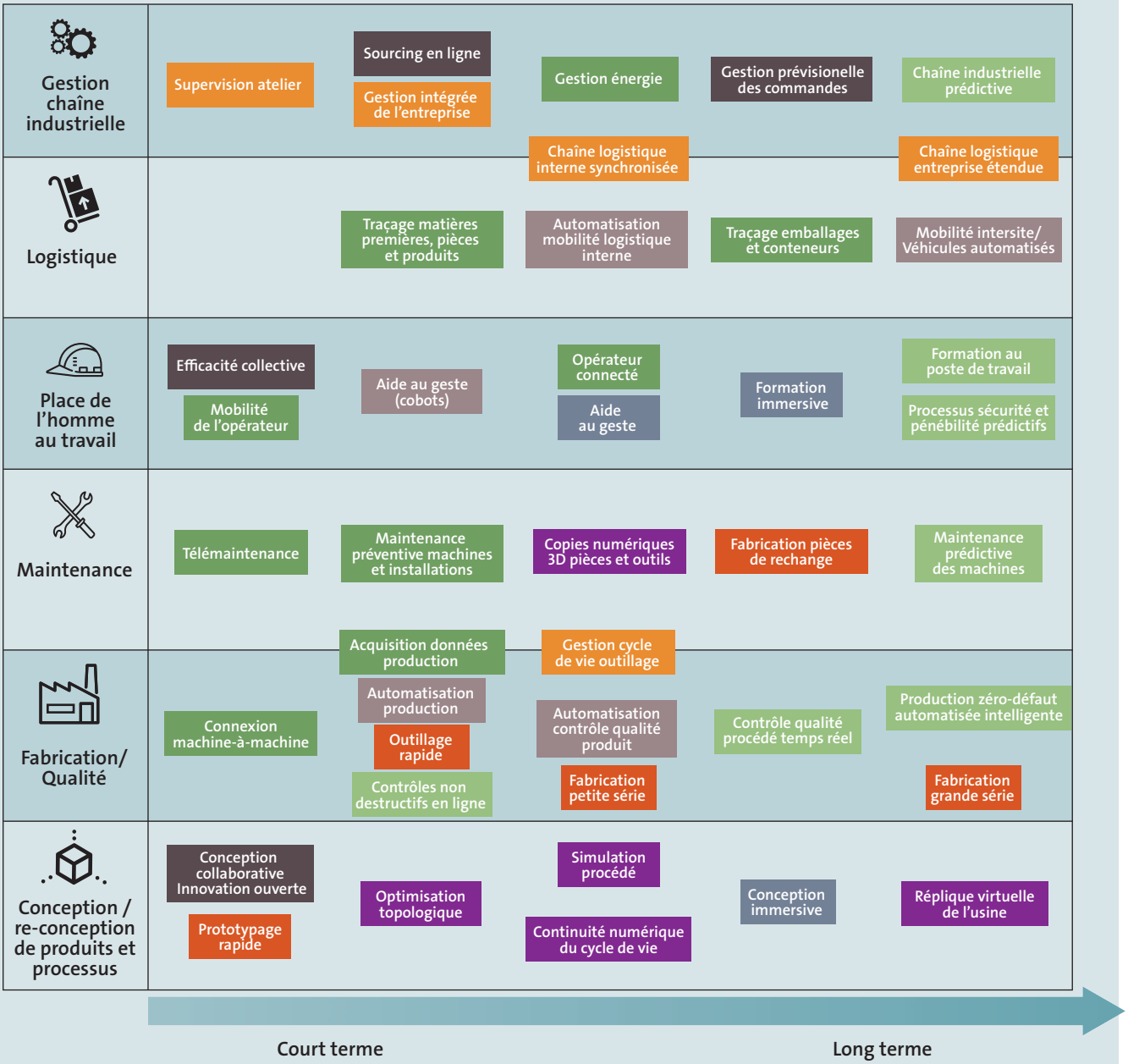
La transformation du travail et de son organisation entraînera des changements d'emplois et de tâches plus fréquents. Les modes de formation évolueront également vers l'apprentissage auprès de pairs, sur des plateformes ou grâce à la réalité augmentée, pour acquérir les compétences dont ils auront besoin sur le moment. Pourtant les collaborateurs au sein d'une même organisation ne seront pas forcément traités de la même façon (ne serait-ce que parce que certains d'entre eux sont des « *digital natives* » et les autres non). Ceux qui occupent les emplois les plus impactés auront davantage besoin d'une remise à niveau de leurs compétences, mais ils risquent d'être délaissés par rapport à ceux qui ont des métiers perçus comme stratégiques[34].

32 apprentissage par l'expérience appliqué à une machine

33 CEREQ & France STRATEGIE (2017) Vision prospective partagée des emplois et des compétences. La filière numérique. Rapport du Réseau Emploi Compétences. Juin 2017

34 WEF (2018) The Future of Jobs Report 2018

Pistes de transformation des entreprises de la plasturgie par le numérique



TECHNOLOGIES DE L'INDUSTRIE DU FUTUR

- Simulation numérique / 3D
- Internet des objets
- Outils de pilotage
- Réalités virtuelle et augmentée
- Robotique
- Outils collaboratifs
- Fabrication additive
- Big data / data analytics

À chaque entreprise, sa trajectoire vers l'industrie du futur.
Les opportunités de transformation par le numérique sont multiples. L'entreprise va se saisir de celles qui apporteront la plus grande valeur à son activité. Cela, dans une démarche d'innovation ouverte et collaborative pour progresser plus vite vers l'objectif.

Source: Fédération de la plasturgie et des composites

Technologie de réalité virtuelle dans l'industrie 4.0

LES EFFETS SUR LES COMPÉTENCES DE L'ÉCONOMIE CIRCULAIRE

L'économie circulaire favorise l'apparition de nouveaux métiers, de nouvelles compétences et nouvelles combinaisons de savoir-faire existants[35]. Ses activités sont plus intensives en travail mais cette situation devrait être transitoire sous la poussée de l'automatisation et de la robotisation déjà en cours dans le secteur des déchets. Les réductions d'effectifs des centres de tri automatisés concernent majoritairement les opérateurs de tri alors que les créations de postes de techniciens supplémentaires ne compenseront pas[36]. Par ailleurs, si le niveau de diplôme des professionnels de l'économie verte tend à s'élever (20 % des travailleurs n'ont aucun diplôme, 33 % possèdent un CAP-BEP), les politiques en faveur du climat tendent à favoriser les professionnels et techniciens qualifiés au détriment des travailleurs manuels. Face à ce phénomène, certains employeurs adoptent une stratégie de montée en compétences, y compris des « soft skills ». Le Smicval, syndicat de traitement des ordures ménagères dans la région de Libourne (France), a fait évoluer ses agents d'accueil en déchèterie. Ces derniers se muent en agents valoristes chargés de trier, réparer et remettre en circulation des objets usagés[37]. Ceci suppose l'acquisition de compétences multiples en relationnel, diagnostic, réparation, ce que promeuvent également les entreprises de l'économie sociale et solidaire. Le « taux de mutation » du Smicval sur ces postes a été de 50 % en 2017. Dans un autre domaine, les métiers périphériques comme la maintenance des équipements peuvent se développer et permettre aux opérateurs de monter en compétences. Un organisme comme le Conservatoire national des arts et métiers a intégré les métiers verts dans ses formations.

35 Consoli, D., Marin, G., Marzucchi, A., & Vona, F. (2016). Do green jobs differ from non-green jobs in terms of skills and human capital?. *Research Policy, 45*(5), 1046-1060.

36 ADEME (2014) Etude prospective sur la collecte et le tri des déchets d'emballages et de papier dans le service public de gestion des déchets. Mai 2014

37 Smicval (2018) Rapport annuel 2017

LA FORMATION AUX MÉTIERS DE LA CONCEPTION : DU DÉCOUPAGE DES PAILLETTES EN PLASTIQUE À LA MODÉLISATION DU RÉEL

La formation des ingénieurs Arts & Métiers Paris Tech intègre le poids croissant du numérique. Elle associe la connaissance et la compréhension des phénomènes physiques à la capacité du numérique à représenter ce réel et à le modéliser.

Les étudiants travaillent sur un « jumeau numérique » du réel : le virtuel permet de reprendre une partie du réel (le modèle physique), de représenter des systèmes complexes et d'élaborer des scénarios. Par exemple, il est possible de changer les paramètres d'un moteur ou d'une machine en fonctionnement réel pour observer les comportements physiques et virtuels. Ce couplage permanent permet d'abaisser les temps de résolution, alors qu'auparavant approche physique et approche numérique étaient séparées.

Les pratiques d'enseignement s'inspirent aussi du *gaming* (jeu). Un ordinateur, une souris, une caméra (pour capter la réalité), des lunettes de réalité augmentée (pour cartographier les données) permettent à l'étudiant d'« être dans le moteur » grâce à des technologies plus immersives. Ces technologies sont aussi utilisées en milieu professionnel. L'objectif est de mieux comprendre les phénomènes, de faire dialoguer plusieurs acteurs autour d'une même représentation.

Des compétences auparavant exercées de façon séparée, deviennent complémentaires en temps réel. Le département Ingénierie Mécanique et Conception développe des méthodes et des outils de conception qui prennent en compte les phases de vie du produit. Cette approche globale permet d'explorer et d'évaluer des scénarios d'usages et de tâches, par exemple les performances techniques, économiques et environnementales des scénarios de recyclage, et de déterminer très en amont le meilleur agencement des technologies.

BIBLIOGRAPHIE

DARES (2017) Les professions de l'économie verte : quelle dynamique d'emploi ? Dares Analyses. Janvier 2017 n°006

DARES (2017) Professions de l'économie verte. Dares Analyses. Janvier 2017 n°007

Rédacteur en chef : Nicolas Renard, Directeur de la Prospective, Institut Veolia

Rédactrice en chef adjointe : Fanny Arnaud, Directrice des programmes, Institut Veolia

Directrice de la publication : Dinah Louda, Directrice exécutive, Institut Veolia

Organisme émetteur :
Field Actions Science Reports (FACTS) est publié par l'Institut Veolia. EISSN: 1867-8521

Contact :
institut.ve@veolia.com

©AUTEUR(S) :
Les auteurs conservent la titularité des droits d'auteur mais autorisent le public à copier, distribuer, transmettre et adapter leurs travaux à condition que leur nom soit cité comme il se doit.

Conception : Studio graphique Veolia / increa
Réalisation : increa

Imprimé en France
avec des encres à base végétale par un prestataire labellisé Imprim'vert sur du papier traité sans chlore, certifié FSC, produit issu de forêts bien gérées et d'autres sources maîtrisées.

Crédits photos :
Photothèque Veolia, Shutterstock, Adobe Stock et différents crédits mentionnés dans les légendes des visuels.

"La seule solution envisageable pour préserver l'environnement serait de faire en sorte que le plastique quitte le cycle de la société du jetable pour aller vers l'économie circulaire."

Harvey Fineberg
Président de la Fondation Gordon and Betty Moore
et Membre du Comité de prospective de l'Institut Veolia

Institut Veolia
30, rue Madeleine Vionnet • 93300 Aubervilliers, France
www.institut.veolia.org