

Le vrai, le faux, le flou

bioplastique, biofantastique

S'il est vrai que le plastique est la plus grande pollution de tous les temps, peut-on compter sur les bioplastiques et les matériaux biosourcés pour le remplacer ?

Telle est la question posée aux participant·e·s de cette nouvelle édition des rencontres "Le vrai, le faux, le flou" le 17 octobre 2023.

Des spécialistes ont décrypté ce que l'on nomme "bioplastiques" et se sont penchés sur leurs procédés de fabrication et leurs cycles de vie.

par Marylène Carre et Léa Dall'Aglio

Crédits : Naja Bertot, Jense (Unsplash, Licence CC).

Deux millions de tonnes de plastique produites en 1950, 234 millions en 2000, 460 millions aujourd'hui et, selon l'OCDE, entre 800 millions et 1,2 milliard en 2060... dont plus de 10% échapperaient aux systèmes de gestion des déchets et finiraient directement dans la nature. Dans nos océans, nos sols et notre assiette. Si les scientifiques peinent encore à mesurer l'ampleur du phénomène – certain-e-s prédisent qu'il y aura plus de plastique que de poissons dans les océans en 2050 – tous et toutes se disent préoccupées par les conséquences écologiques et sanitaires de "la plus grande pollution de tous les temps".

Face à la menace que font peser les plastiques sur notre planète et sur nos vies, les scientifiques et les industriels travaillent à des alternatives plus durables, biosourcées et biodégradables. Mais de quoi s'agit-il exactement ?

Plastique, kezako ?

Le plastique est apparu dans nos vies au 20^{ème} siècle. Delphine Barbier, enseignante-chercheuse à Polyvia Formation, organisme de formation et de recherche en plasturgie et composite sur le campus universitaire d'Alençon, préfère parler de "matières plastiques". Des matières constituées de "polymères, c'est-à-dire de macromolécules composées par la répétition de plusieurs petites molécules, et d'additifs qui ont pour finalité de modifier les propriétés du polymère". Les plastiques conventionnels (dont le polyéthylène ou PE et polypropylène ou PP) sont aujourd'hui obtenus à partir d'hydrocarbures et constituent plus de

99% de la production mondiale de plastique ! [390,7 millions de tonnes en 2021 selon Plastics Europe, ndlr].

BIOSOURCÉS OU BIODÉGRADÉS ?

Le reste, soit moins de 1% [1,8 million de tonnes en 2021 selon European Bioplastics, ndlr], correspond donc à la production mondiale de bioplastiques. Et là, côté définition, ça se complique. Car le terme englobe à la fois des matières biosourcées, c'est-à-dire issues de la biomasse (des ressources naturelles, renouvelables et principalement agricoles telles que l'amidon, le saccharose ou les huiles végétales), et des matières biodégradables ou compostables, qui peuvent être décomposées par des micro-organismes dans l'environnement, sur un temps court comme très long. Un plastique biodégradable n'est donc pas forcément biosourcé et inversement.

Pis encore, "des plastiques pétrosourcés peuvent être biodégradables [comme le polybutylène adipate téréphtalate, ou PBAT, notamment utilisé pour fabriquer des emballages, et qui peut être compostable, ndlr] et des matières biosourcées ne pas l'être, en raison de leur nature chimique", explique encore Delphine Barbier. Ce qui est le cas pour près de 44 % des bioplastiques produits aujourd'hui.

Notons enfin que le terme "biosourcé" s'applique dès lors qu'un matériau est composé à minima à 30% de biomasse. "Il n'est donc pas impossible pour un bioplastique d'être pétrosourcé, ou composé d'autres énergies fossiles." Des plastiques plus conventionnels peuvent aussi être biosourcés. Ainsi le PET (polyéthylène téréphtalate) des bouteilles plastiques, peut contenir jusqu'à 30% de composants d'origine végétale.

La production mondiale de plastiques devrait augmenter considérablement dans les prochaines décennies. Elle pourrait atteindre 1,2 milliard de tonnes par an d'ici à 2060 selon l'Organisation de coopération et de développement économiques .

DES PLASTIQUES "À NOURRIR"

Il existe différentes "familles" de bioplastiques comme les PLAs (acide polylactique) et les PHAs (polyhydroxyalcanoates), pour les plus connus. Ils sont également nommés les "bioplastiques bactériens", car ils sont synthétisés à partir de bactéries. La recherche et l'industrie concernant ces biopolymères sont en plein essor. Ce sont eux, et plus particulièrement les PHAs, qu'étudie depuis quinze ans le laboratoire de recherche "Aliments, bioprocédés, toxicologie et environnements" (ABTE) à l'université de Caen Normandie. Joël Bréard est enseignant-chercheur, membre de l'équipe "Écoprocédés, transferts vers l'environnement et les aliments" (EcoTEA) de ce laboratoire. Il explique que la production de ces bioplastiques "n'est pas toujours plus respectueuse de l'environnement que pour les plastiques pétrosourcés. Les bactéries permettant la production de ces polymères, notamment les PLAs, ont besoin d'être nourries, notamment de glucides tel que l'amidon de maïs. Pour une production à l'échelle industrielle, il faut alors beaucoup de sols pour cultiver ces glucides ce qui nécessite de plus beaucoup d'énergie et de ressources en eau."

Ainsi l'Atlas du plastique précise que la production d'une tonne de PLA exige 2,39 tonnes de maïs, 0,37 hectare de

terre et 2 921 mètres cube d'eau. Cela signifie une utilisation massive de terres arables et des besoins en eau conséquents. Même si le besoin énergétique est moindre pour le bioplastique que pour le plastique pétrosourcé, ces chiffres imposent une nécessaire réflexion vis-à-vis d'une production à très grande échelle. La question de l'usage de pesticides pour assurer des rendements agricoles entre aussi en jeu pour la production de ces bioplastiques !

Cette pression sur l'utilisation des terres agricoles avait déjà fait débat avec les biocarburants. Il existe aujourd'hui des alternatives étudiées

Biodégradable

Ce que l'on appelle "biodégradable" répond à la norme européenne EN 1432. Elle établit que les plastiques biodégradables, en compost domestique ou industriel, doivent répondre à plusieurs critères. Entre autres, leur capacité à se désintégrer (plus de 90% de la masse initiale doit pouvoir passer au travers d'un tamis de 2 millimètres au bout de 12 semaines), leur composition maximale en métaux lourds et fluor, ou encore la qualité et l'écotoxicité du compost final.

par les scientifiques, comme au laboratoire ABTE, notamment pour la production de PHA, en recourant aux sucres et acides gras issus des déchets agro-alimentaire, des algues ou de la chimie.

QUELLE FIN DE VIE POUR LE PLASTIQUE ?

Cette question ouvre un nouveau champ de réflexion, celui, selon Joël Bréard, de la "soutenabilité". Il faut prendre en considération "tout le cycle de vie du plastique, depuis sa synthèse jusqu'à sa fin de vie". Comment est-il produit, à partir de quelles matières en amont et, surtout, que devient-il ?

On estime qu'en Europe, 30% plastique est recyclé, 30% part en décharge, 30% est incinéré et 10% n'est pas géré et se retrouve dans la nature. "Les plastiques indiqués comme étant recyclables ne sont, la plupart du temps, recyclables qu'une seule fois", éclaire Delphine Barbier. "Et il arrive souvent qu'un produit "recyclé" le soit en un produit de moins bonne qualité qui lui, ne puisse plus être recyclé." On parle même, dans ce cas, de "décyclage".

D'autres, comme le PET, sont en revanche recyclables jusqu'à sept fois. Les bioplastiques pourraient-ils atteindre cette performance ? L'enseignante-chercheuse fait état d'une étude menée en Bretagne : un bioplastique à base de lin avait été recyclé jusqu'à quatre fois sans perte significative de performance.

Le recyclage des plastiques biodégradables est limité par plusieurs obstacles. Le premier est lié au système de gestion de nos déchets, les circuits de récupération des bioplastiques étant bien moins développés que ceux des plastiques courants utilisés dans les bouteilles



Crédits : Le Dôme / G. Dupuy (DR)

On estime qu'en Europe 30% du plastique est recyclé, 30% part en décharge, 30% est incinéré. Les 10% restants ne seraient pas gérés et se retrouveraient dans la nature.

d'eau ou de lessive fabriquées en polypropylène ou en PET. La récupération et l'identification de déchets en PLA pour le recyclage ou le compostage sont très peu mises en œuvre et ces déchets sont donc incinérés. "Il faudrait développer une filière pour chaque type de bioplastique alors que les tonnages annuels sont



encore très faibles pour l'ensemble", reconnaît Delphine Barbier.

Certains bioplastiques sont quant à eux oxodégradables, ou oxofragmentables, comme les sachets d'emballage compostables. Cela signifie que sous l'effet de la chaleur et de l'humidité, ils se décomposent en petits morceaux.



Les déchets sont plus petits, moins visibles mais toujours présents. Leur petite taille facilite leur migration dans l'environnement et ils continuent de polluer sans être vus. La production d'emballages ou de sacs fabriqués à partir de plastique oxodégradable est interdite depuis le 1^{er} janvier 2022.

Une myriade de logos et de labels

"Il y a de la confusion pour le consommateur et la consommatrice qui ont l'impression de faire un geste pour la planète", relève une participante. Effectivement, impossible de s'y retrouver dans la myriade de labels et logos "verts", qui sont sources de désinformation et d'erreurs. Récemment, il a fallu ajouter la précision "compostable en compost industriel, ne pas jeter dans l'environnement" pour que certains

produits ne finissent pas dans le compost ménager.

“Mais le principal problème reste celui de la collecte”, poursuit l’enseignante-chercheuse de Polyvia Formation. “Tout le monde ne joue pas le jeu du tri sélectif, qui ne concerne que les emballages alimentaires, et pour tous les autres objets en matière plastique, les filières de collecte sont peu ou pas développées.” Qui plus est, sur les différentes collectes, “les matières sont mélangées, dont certaines qu’on ne sait pas recycler”. Il y a enfin certaines matières plastiques qui ne sont pas recyclées car polluées (restes de batterie de voiture pollués au plomb, déchets d’équipements électriques et électroniques contenant des dérivés bromés interdits par les nouvelles réglementations...) ou en mélanges (objets fabriqués avec différentes matières qu’on ne peut pas séparer comme les films multi-couches par exemple).

“Tout le monde ne joue pas le jeu du tri sélectif, qui ne concerne que les emballages alimentaires, et pour tous les autres objets en matière plastique, les filières de collecte sont peu ou pas développées.”

DELPHINE BARBIER,
Enseignante-chercheuse
(Polyvia Formation, Alençon)

Alors au final, interroge une “consommatrice”, *“Quel plastique vaut-il mieux utiliser ? Le plus biodégradable ? Le moins nocif pour la santé ?”* Il semble ne pas exister de réponse pleinement satisfaisante. Pour Delphine Barbier, *“il faut privilégier ceux qui seront le mieux traités en fin de vie, ceux dont on sait se débarrasser de la manière la plus correcte possible”,* et qui sont marqués du Ruban de Möbius, symbole universel du recyclage depuis les années 70. Il est composé de trois flèches formant un triangle.

“Au final, quel plastique vaut-il mieux utiliser ? Le plus biodégradable ? Le moins nocif pour la santé ?”

La question n’est pas tombée dans l’oreille d’un sourd. *“Il faut que la consommatrice et le consommateur fassent la démarche d’aller chercher et creuser, et ne pas prendre pour acquis ce qui est dit”,* estime Joël Bréard. *“C’est biodégradable, mais à quel niveau ? Au niveau de la chimie, de la physique, de la biologie ?”* Il compare la démarche à celle du Nutriscore : *“C’est un nuancier de couleurs, on est sur les mêmes problématiques.”*

POLLUTION DES EAUX

Le Centre de documentation, de recherche et d’expérimentations sur les pollutions accidentelles des eaux (CEDRE) mesure au quotidien les effets de ces pollutions sur l’environnement. Créé à Brest après le naufrage de

l’Amoco Cadiz en 1978, cette association à mission de service public [elle compte dans ses instances de gouvernance des administrations de l’État, des collectivités, des établissements publics de recherche et des acteurs privés, ndlr] rassemble une équipe d’une cinquantaine de chercheur-se-s, technicien-ne-s et ingénieur-e-s spécialisé-e-s en pollution accidentelle des eaux. *“Nos missions vont du conseil au soutien à l’intervention en passant par la formation des équipes et la surveillance du littoral”,* explique Silvère André, ingénieur gestion et analyse de données au sein du service “Surveillance et études des déchets aquatiques” au CEDRE. *“Nous assurons une astreinte 24 heures sur 24 en cas de pollution accidentelle.”* Le CEDRE dispose d’un laboratoire indépendant dans lequel sont analysés les prélèvements réalisés par des équipes de bénévoles, partout dans le monde.

“Il faut que la consommatrice et le consommateur fassent la démarche d’aller chercher et creuser, et ne pas prendre pour acquis ce qui est dit. C’est biodégradable, mais à quel niveau ? Au niveau de la chimie, de la physique, de la biologie ?”

JOËL BRÉARD,
Enseignant-chercheur
(Laboratoire ABTE,
Université de Caen Normandie)



Crédits : Le Dôme / La Drupe (DR)

RETOUR SUR À la pêche aux plastiques

Le 18 octobre 2023, Le Dôme accueillait les équipes du CEDRE dans le cadre du programme "Des générations plastiques" pour un atelier d'initiation à la collecte et à l'identification des déchets présents sur les berges de l'Orne.

Le plastique est partout et l'Orne ne fait pas exception. Pour s'en rendre compte et initier une réflexion sur l'origine des pollutions plastiques, Le Dôme accueillait le 18 octobre 2023 les équipes du Centre de documentation, de recherche et d'expérimentations sur les pollutions accidentelles des eaux (CEDRE) à l'occasion du lancement du programme de recherche participative "Des générations plastiques".

Créé en 1979 à la suite de la catastrophe environnementale causée par le naufrage de l'Amoco Cadiz, le CEDRE est l'expert national en pollutions accidentelles des eaux et assure l'animation de plusieurs réseaux nationaux de surveillance et d'analyse des déchets aquatiques.

UN NOUVEAU SITE DE SURVEILLANCE DES DÉCHETS AQUATIQUES SUR L'ORNE

C'était l'objectif de l'atelier organisé ce 18 octobre 2023 : inviter des citoyen-ne-s à se former à la collecte et à l'analyse de déchets avec les

membres de l'équipe du Dôme afin d'ouvrir un nouveau site du Réseau national de surveillance des macro-déchets issus des bassins hydrographiques (RNS-MD-BH).

Équipées de gants, d'épuisettes et de pinces à déchets, les personnes participantes sont parties à la pêche aux déchets, plastiques ou non, en suivant le protocole de surveillance établi au niveau international afin de permettre la comparaison des données entre les différents pays. La zone de collecte a également été cartographiée pour pouvoir y renouveler l'opération lors des prochains ateliers organisés chaque trimestre.

Après la collecte, les membres du CEDRE ont formé les volontaires au tri et à l'analyse des éléments collectés. Ceux-ci sont dans un premier temps regroupés en grandes catégories de matière (métal, plastique, papier-carton, verre, bois, ...) puis triés de façon plus fine en sous-catégories. Au total, le réseau national en détaille près de 250 : serre-pack, pot de peinture, contenants alimentaires en polystyrène, étiquettes de bouteilles, ficelles et cordages, casiers à crabe, bâtonnets de coton-tige, préservatifs, stylos et bouchons de stylos, ...

Les déchets sont ensuite comptabilisés puis les données sont compilées dans une fiche de suivi transmise au Réseau national de surveillance des macro-déchets. ●



▲▶
Au total, 100 litres
de déchets (7,7 Kg), dont 60
de déchets plastiques (1,2 Kg),
ont été ramassés, triés et analysés
lors de cette première collecte.

Mais si la surveillance concerne tous les déchets anthropiques, c'est-à-dire résultant de l'activité humaine, l'ingénieur est en mesure d'affirmer qu'en France comme en Europe, 85 à 90% des déchets que l'on retrouve sur les littoraux sont du plastique. "Quand on retrouve un matériau qui n'est pas dégradé, on va le ranger dans une des catégories que l'on a identifiées", détaille-t-il. "Par exemple, une barquette en matériau biosourcé mais non dégradée, on va la classer dans les déchets alimentaires. Cette classification nous permet d'identifier les secteurs d'activité dont provient la pollution."

Un bioplastique à base de lin

Parmi les alternatives envisagées, le matériau composite biosourcé, à base de fibres végétales comme le chanvre et le lin, séduit grâce à sa souplesse, sa légèreté et sa solidité et surtout son meilleur bilan environnemental. Renforcer la fabrication du plastique par des fibres végétales permet d'en améliorer certaines "performances".



Crédits : Le Dôme / G. Dupuy (DN)

Le groupe Depestele, leader de la transformation du lin en France, possède trois usines de production en Normandie. "Nous collectons la paille des agriculteurs normands, à moins de 50 kilomètres de nos usines, en séparant les constituants (fibre, bois, grain et poussière) et revendons les éléments séparés", explique Davy Duriatti, responsable "Recherche et développement" du groupe Depestele. Les fibres de lin, jusque-là utilisées dans l'industrie textile, font l'objet depuis une quinzaine d'années de recherche de nouveaux débouchés.

"Nos clients utilisent nos fibres pour faire des matériaux biocomposites" que l'on retrouve dans l'automobile, l'aéronautique, le nautisme, les éoliennes ou les sports et loisirs. Le groupe a été retenu dans le cadre du Plan France 2030 pour un projet baptisé "Prosperity" qui vise à remplacer sa méthode de fabrication de rubans souples de lin servant à renforcer les polymères, par un procédé plus efficient et moins énergivore. Il s'est associé dans ce programme de recherche au laboratoire ABTE : Joël Bréard est le co-porteur du projet.

"L'objectif est de créer un bioplastique 100 % ressourcé et 100 % biodégradable à base de fibre de lin", explique ce dernier. L'idée est de trouver une alternative à certains substrats (qui alimentent la fermentation bactérienne) avec des déchets, et des solvants (des additifs qui jouent un rôle dans la fabrication du plastique) les moins toxiques possible. "Ce que l'on souhaite, c'est composer une synthèse maîtrisée d'une famille de bioplastiques, en essayant d'avoir une approche soutenable, avec un apport de matière et d'énergie les moins impactants", poursuit Joël Bréard, qui concède : "On manque de nombreuses données, mais cela fait partie du projet."

L'ANALYSE DES COÛTS

Les bioplastiques sont-ils compétitifs financièrement par rapport aux plastiques conventionnels ? "Aujourd'hui, pas encore", admet Joël Bréard. Rappelons qu'ils n'équivalent encore qu'à moins de 1 % de la production mondiale de plastique. "Mais si on intègre le coût de la dépollution, si l'on considère leur cycle de vie, ils le deviennent. Le problème de la pollution, ce sont les



Crédits : Bea Marchiak (Unsplash, Licence CC)

Les fibres textiles ont aussi un impact sur la pollution des océans

Camille Détrée, enseignante-chercheuse en biologie marine au Laboratoire de biologie des organismes et des écosystèmes aquatiques (BOREA) à l'université de Caen Normandie a mené une étude avec

l'Ifremer sur les conséquences des microfibrilles textiles que l'on retrouve dans l'océan, sur le métabolisme des huîtres.

Selon Arnaud Huvet, biologiste marin au Laboratoire des sciences de l'environnement marin (LEMAR) et co-auteur, l'étude montre que les microfibrilles d'origine naturelle "ne semblent pas moins impactantes que les synthétiques sur la santé des huîtres". Les scientifiques ont aussi

observé que les fibres naturelles génèrent une inflammation des parois digestives de ces organismes filtreurs et affectent leur système immunitaire de manière plus importante que les fibres synthétiques. "Il est néanmoins important de tenir compte de leur durée de persistance dans l'environnement marin : de quelques semaines ou mois pour les fibres 100% naturelles, contre des dizaines voire centaines d'années pour les matériaux synthétiques".

”On va améliorer l’impact environnemental, il n’y a aucun doute. Ce que l’on ne sait pas, c’est de combien.”

DAVY DURIATTI,
Responsable R&D
(Groupe Depestele, Le Bocasse)

conséquences sanitaires et de santé, sur les animaux, sur l'écosystème et sur nous-mêmes. Le premier réflexe est de considérer davantage la biodégradabilité des plastiques.”

L’analyse du cycle de vie (ACV) des matériaux permet d’en mesurer l’empreinte écologique (Product environmental footprint, ou PEF), au travers de nombreux critères : consommation d’eau, utilisation des terres, épuisement des ressources, eutrophisation, particules, etc. *”On essaie de calculer cette empreinte de la graine que l’on plante jusqu’au produit en lin que l’on travaille chez*

Bisphénol A

Le bisphénol A, composé chimique utilisé pour la synthèse de plastiques et de résines a été classé comme perturbateur endocrinien et interdit en France en 2010. Une étude de “The Lancet” évalue à 340 milliards de dollars par an le coût de l’exposition à ces substances. Le ministère de la Transition écologique établit ce coût à 160 milliards d’euros par an en Europe.

Depestele”, précise Davy Duriatti. “Au PEF, nous ajoutons notre impact en tant qu’industriel.”

Pour Joël Bréard, le lin comporte un certain nombre d’avantages, d’abord parce que les éléments structuraux de cette matière naturelle végétale (cellulose, lignine, hémicellulose, pectine) sont des polymères naturels, mais aussi parce qu’il nécessite peu d’eau pour sa culture. Charge aux cultivateurs d’éviter d’utiliser des intrants agricoles. Le lin biologique représente environ 1 % de la surface produite, relève l’enseignant-chercheur.

”L’objectif est de limiter l’impact environnemental sur tout le processus. Et c’est là que l’analyse du cycle de vie, qui est une norme ISO servant à comparer les produits, entre en compte.”

Une étude de la Confédération européenne du lin et du chanvre (CELC), réalisée par le bureau d’étude Yukan en février 2022 sur la fibre de lin teillée European Flax®, confirme ses propos : *”Cette fibre naturelle et végétale se veut particulièrement engagée en termes de RSE grâce à des méthodes de production à faibles impacts. Une culture de rotation, raisonnée, sans OGM, sans défoliant et sans irrigation (sauf circonstances exceptionnelles), une extraction de la fibre par un procédé 100 % mécanique (teillage) et zéro déchet.”* Actuellement, néanmoins, il s’agit d’une étude non comparative, “faute de données PEF sur d’autres fibres ou produits”.

Peut-on extrapoler et conclure que le bioplastique à partir de fibre de lin sera plus vertueux ? *”On va améliorer l’impact environnemental, il n’y a aucun doute”,* affirme Davy Duriatti. *”D’autant plus que le laboratoire ABTE travaille sur des solutions sans solvant ou avec des solvants moins impactants. On*

aura un gain, mais ce que l’on ne sait pas, c’est de combien.”

DES GÉNÉRATIONS PLASTIQUES

Le Dôme a été sollicité pour mener un programme de recherche participative en marge du projet “Prosperity”, baptisé “Des générations plastiques”. Il a pour objectif de développer, d’ici à 2026, des protocoles de mesure de la pollution plastique et de proposer des alternatives visant à réduire l’impact écologique de notre consommation.

”Est-ce qu’il ne faudrait pas chercher une autre matière ?”, questionne justement un participant. Là, les intervenant-e-s sont unanimes : il faut d’abord apprendre à ne plus utiliser de plastique partout, à s’en passer dès que c’est possible. *”Il faut l’utiliser là où il y en a besoin, où les performances du plastique le justifient”,* insiste Davy Duriatti.

”On doit faire attention à ne pas réitérer les erreurs que l’on a commises pendant 50 ans avec le plastique.”

SILVÈRE ANDRÉ,
Ingénieur gestion et analyse de données (CEDRE, Brest)

Et Joël Bréard d’ajouter : *”Réduire cette dynamique, repenser son usage, c’est la seule solution.”* Quant aux bioplastiques, Silvère André met en garde : *”On doit faire attention à ne pas réitérer les erreurs que l’on a commises pendant cinquante ans avec le plastique.”* ●



Credits : Le Dôme / M. Van Landuyt (DR)