



# La recherche en ébullition

Biosourcer davantage de plastiques, les fabriquer à partir d'une biomasse plus durable comme les déchets ou les algues, les rendre réellement biodégradables quand c'est possible... Ces pistes de recherche pour des plastiques plus vertueux sont encourageantes. PAR HUGO LEROUX

## Du biosourcé, à partir de déchets

Initialement développés pour s'affranchir du pétrole, les bioplastiques sont très majoritairement fabriqués à partir de ressources agricoles comme le maïs ou le blé. Une source facile, puisque *“ces ressources ont l'avantage d'être riches en sucres ou en huiles que l'on extrait et transforme pour*

*synthétiser des polymères”*, rappelle Stéphane Bruzaud, chercheur à l'université de Bretagne-Sud. Facile certes, mais pas idéale, puisqu'elle rentrerait en conflit avec l'usage alimentaire si elle était généralisée à grande échelle. Depuis une décennie, la recherche se focalise donc sur des polymères

biosourcés de seconde génération, issus de cultures non alimentaires. Au terme d'un programme de R&D mené avec la société Sirane, la chaîne de supermarchés Carrefour a, par exemple, développé un sachet recyclable pour les salades à base de cellulose, une molécule constitutive du bois. *“Les nouvelles priorités environnementales conduisent à remettre au goût du jour d'anciennes techniques. Les films à base de cellulose ont été inventés en 1908, c'est ce que désignait initialement la marque Cellophane !”*, rappelle Vincent Verney, chercheur émérite à l'université de Clermont-Ferrand. Les procédés ont cependant été améliorés grâce aux moyens modernes. Le Centre technique du papier travaille, par exemple, à conférer à ces emballages cellulodiques des propriétés barrières à l'eau et à l'oxygène que ne possédait pas la cellophane originelle. D'autres sources prometteuses pour les bioplastiques résident dans les coproduits alimentaires difficiles à valoriser. La start-up Lactips, issue du laboratoire de l'ingénierie des matériaux polymères (IMP) de l'université de Saint-Étienne, mise ainsi sur la caséine, un coproduit de la production laitière. Elle produit ainsi des films plastique hydrosolubles. Reste que beaucoup de ces initiatives peinent pour le moment à dépasser l'échelle start-up. *“Tout l'enjeu est de trouver le déchet 'idéal', disponible à l'approvisionnement et suffisamment facile à traiter”*, résume Stéphane Bruzaud. Car ces coproduits présentent souvent de faibles taux de sucres ou d'huiles, ce qui demande de traiter davantage de matière pour produire la même quantité de plastique. La chasse au procédé optimal est en tout cas bien lancée.



## Du plastique mélangé à de la fibre végétale

Autre approche pour diminuer l'impact environnemental du plastique, biosourcé ou non : le "couper" avec des fibres végétales. L'idée ici n'est pas de fabriquer un polymère directement à partir d'un végétal, mais de mêler simplement des fibres végétales à un ou plusieurs polymères existants. Avec cette stratégie, la société charentaise Lyspackaging a mis au point une gamme de bouteilles compostables fabriquées à partir de résidus de différents coproduits du lin, du chanvre, du roseau ou encore de bagasse, un résidu issu du broyage de canne à sucre. Eranova procède de même avec les algues vertes qui envahissent les littoraux. En incorporant 30 % d'algues préalablement rincées, blanchies et broyées dans son plastique, la société, qui s'apprête à inaugurer sa première usine en 2025 dans



les Bouches-du-Rhône, affirme abaisser de 50 % le bilan carbone de ses emballages. Mais ces multiples nouveaux matériaux peuvent aussi poser des problèmes en fin de vie s'ils ne sont pas adoptés à grande échelle : "On estime qu'il faut une masse critique minimale de 70 000 tonnes d'une matière sur le marché pour que cela soit rentable de créer une filière de recyclage", prévient Valérie Massardier, chercheuse en ingénierie des matériaux polymères à l'Insa de Lyon.

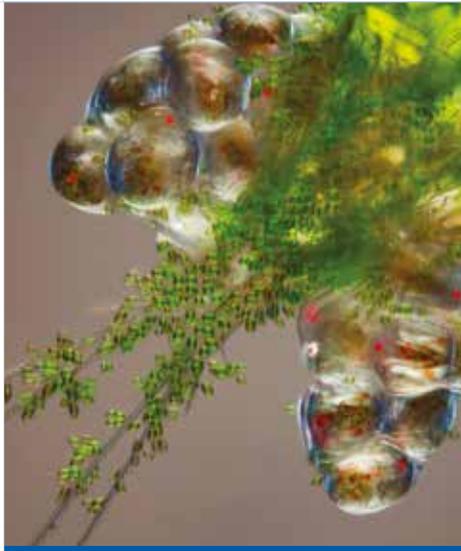


▲ Eranova collecte chaque année 500t d'algues vertes. Après blanchissement et traitement, elles seront incorporées à la fabrication de plastiques.



## Biosourcer aussi les plastiques "blockbusters"

Si les plastiques biosourcés types PHA ou PLA rendent possible la fabrication des emballages, leurs propriétés mécaniques ne permettent pas de répondre à d'autres usages plus exigeants, qui sont nécessaires pour 60 % du plastique total en circulation. "On ne peut pas encore biosourcer des profils de fenêtres destinés à tenir cinquante ans", schématise ainsi le chercheur émérite Vincent Verney. C'est pourquoi les industriels essaient aussi de fabriquer à partir de biomasse des plastiques plus robustes, traditionnellement issus de la pétrochimie comme le polytéréphthalate d'éthylène (PET) ou le polyéthylène (PE), des "bio-PET" et "bio-PE". "L'avantage de ces bioplastiques dits 'drop-in' est que les filières de recyclage sont déjà en place depuis longtemps", souligne Benjamin Sandei, doctorant au laboratoire réactions et génie des procédés, à l'Insa de Lyon. Mais ils posent deux problèmes principaux. D'abord, comme pour les nouveaux bioplastiques types PLA ou PHA, ils sont actuellement obtenus à partir de ressources alimentaires, et notamment du sucre de canne brésilien. Ensuite, "Il y a certains building blocks [molécules de base servant à synthétiser les polymères, NDLR] que l'on n'arrive tout simplement pas à obtenir à partir de biomasse à ce jour", expose le chercheur. Mais les recherches avancent. L'Institut français du pétrole (Ifpen) a, par exemple, mis au point un procédé permettant de synthétiser l'acide téréphthalique, un building block du PET jusqu'ici impossible à produire de façon biosourcée, via la décomposition thermique du bois de pin.



## Les microalgues, usines vivantes

Si les bioplastiques de deuxième génération s'appuient sur des coproduits ou des cultures non alimentaires, ceux de troisième génération ambitionnent carrément de supprimer toute occupation potentielle des sols grâce à des microorganismes ! Le projet de recherche européen Nenu2PHAr s'intéresse par exemple aux microalgues. "Certaines microalgues présentes en milieu marin synthétisent naturellement de faibles quantités d'un bioplastique spécifique, le PHA. On essaie d'augmenter cette productivité en sélectionnant les souches les plus performantes et en jouant sur le milieu de culture", explique Stéphane Bruzaud, responsable du projet à l'université de Bretagne-Sud. La filière en est encore au stade du laboratoire, car l'opération est plus complexe qu'elle n'y paraît. La culture des microalgues requiert en effet des intrants et de l'énergie. Après culture, il faut aussi filtrer les microalgues et isoler le PHA. Au-delà du coût, ces nouvelles voies se heurtent également aux filières en place : "Les industriels du plastique n'ont pas envie de changer leurs pratiques et peuvent freiner l'émergence d'alternatives", déplore le chercheur.

## Des plastiques biodégradables... pour certains usages

Fabriquer un plastique réellement biodégradable dans une diversité de conditions naturelles est illusoire. "Les plastiques dits biodégradables ne le sont que dans des conditions précises de température ou d'humidité liées à certains milieux, par exemple le compost industriel, les sols ou le milieu marin, qui sont définis par normes", rappelle Vincent Verney. C'est pourquoi l'objectif du recyclage est généralement considéré par les experts comme préférable à celui de la biodégradabilité. Il n'empêche : "Pour des usages précis où le recyclage est trop difficile à mettre en place, il peut faire sens de concevoir des plastiques plus facilement dégradables dans l'environnement correspondant", souligne le chercheur. Parmi ces usages problématiques : les filets de pêche, dont quelque 640 000 t sont



chaque année perdus ou abandonnés en mer. Le Parc naturel marin des estuaires picards et de la mer d'Opale teste depuis trois ans de nouveaux filets biodégradables conçus par l'entreprise Seabird. "Des mesures de dégradation régulières permettent pour l'instant d'estimer la durée de vie de ces nouveaux filets fins à moins de dix ans s'ils sont perdus en mer [contre quatre cents ans pour les filets conventionnels en nylon, NDLR] et à six mois si ramenés à terre et placés en compostage industriel", précise Solène Peugot, responsable du projet au parc marin. Les résultats définitifs sont prévus pour juin 2023.

▼ L'entreprise Seabird revendique la production de filets de pêche biodégradables en compostage industriel, sans additifs nocifs.



## Remplacer les additifs

Un plastique, c'est environ 98 % de polymères et 2 % d'additifs très divers qui lui confèrent une palette de propriétés comme la couleur, la résistance au feu, etc. Or, en pratique, c'est le relargage de ces additifs d'origine pétrochimique qui pose la majorité des problèmes de biotoxicité pendant la décomposition des plastiques. C'est pour trouver des alternatives biosourcées à ces additifs que Vincent Verney a créé la start-up Naturadds après quarante ans de recherche en chimie des polymères à l'université de Clermont-Ferrand. Le pari est ambitieux : "On parle de remplacer une grande diversité d'additifs ultra spécialisés, et dont la teneur exacte est souvent tenue secrète par chaque fabricant", résume-t-il. Plutôt que d'en extraire des analogues en quantité infinitésimale dans la biomasse, opération très complexe et coûteuse, le chercheur parie sur une approche alternative. "Nous travaillons sur des cocktails de molécules issues d'une source en particulier. Par exemple, le marc de raisin renferme un ensemble de substances antioxydantes qui peuvent contribuer à la bonne tenue dans le temps du plastique", précise-t-il, tout en gardant secrète la liste de ses clients.

