

Course au bioplastique, quand les PHAs s'essoufflent

Biosourcés, biodégradables et compostables, les polyhydroxyalcanoates sont considérés comme une alternative prometteuse aux plastiques traditionnels, particulièrement polluants. Leur coût élevé, les limites de leurs propriétés mécaniques et la concurrence avec d'autres produits recyclés n'en font certes pas un produit miracle, mais ils restent à ce jour une solution intéressante.



Louise Subrizi, doctorante à l'Institut des sciences chimiques de Rennes, cherche la bonne formule pour utiliser les PHAs dans des objets du quotidien. Crédit : Roméo Marmin

100 % de recyclage des emballages en plastique à usage unique d'ici à 2025. À un an de l'échéance, l'objectif que s'est fixé la France avec le décret 3R Réduire-Réutiliser-Recycler est loin d'être atteint. En 2022, tout juste se hissait-elle à la 26^e place sur les 30 pays répertoriés dans le dernier rapport de l'organisation Plastics Europe (UE, Norvège, Royaume-Uni et Suisse).

Pour lutter contre la pollution plastique, certains laboratoires et industriels tentent d'utiliser les polyhydroxyalcanoates, dits « PHAs ». Ces matériaux plastiques, aussi appelés polymères, sont issus de ressources renouvelables telles que le maïs, la betterave, ou encore les huiles végétales. « *Notre objectif est de produire les mêmes couverts, gobelets, sacs, mais qui présentent des propriétés améliorées – stabilité, dureté, élasticité... – afin qu'ils soient biodégradables, compostables et biosourcés, c'est-à-dire sans utiliser de pétrole* », détaille Sophie Guillaume, directrice de recherche au CNRS en chimie des polymères à l'Université de Rennes et membre de l'association du Groupe français des polymères (GFP).

Les limites du biodégradable

Mais pour la chercheuse, « *il est impossible de se passer du plastique* ». Les PHAs se présentent ainsi comme une alternative aux plastiques traditionnels afin de réduire les problèmes environnementaux, notamment la pollution aux microplastiques. Toutefois, ils ne sont « *pas une solution miracle* », prévient Stéphane Bruzard, professeur de chimie à l'Université Bretagne-Sud et responsable du pôle Polymères et composites à l'Institut de recherche Dupuy-de-Lôme, à Lorient.

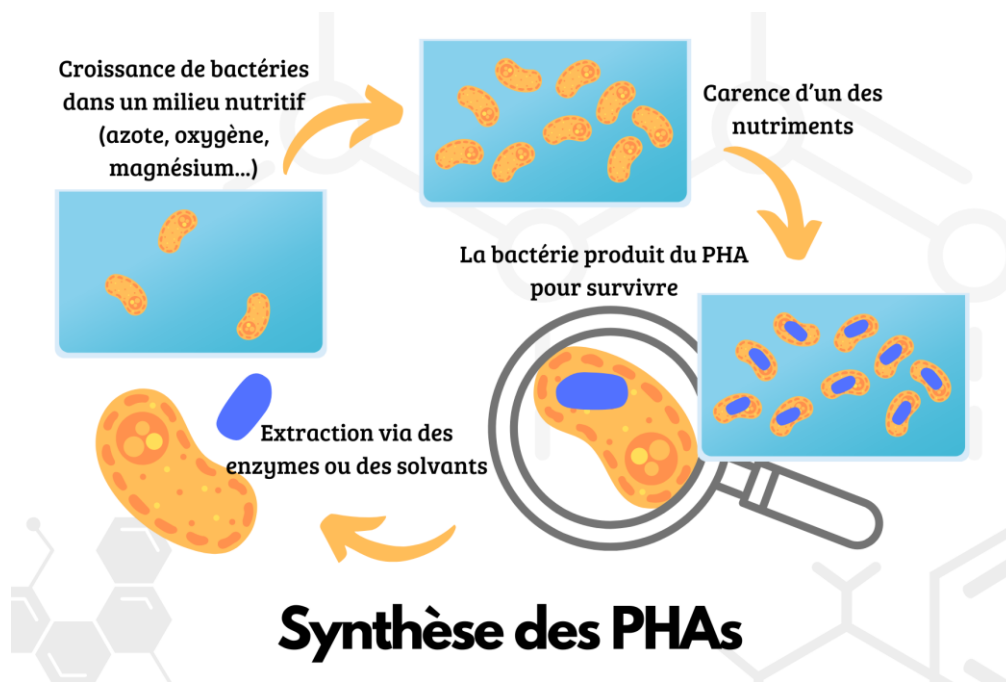
Le coût encore trop élevé du PHA, en raison du prix de sa matière première, mais aussi des faibles volumes de production, freinent son bon développement. Ce polymère coûte « *15 à 20 fois plus cher que les plastiques classiques* », indique le chimiste dans son laboratoire en Bretagne. Selon lui, l'application de ce matériau sur le marché français est « *difficile et lente* ». Largement répandus en Chine et aux États-Unis, les PHAs peinent encore à trouver leur place en France, notamment à cause de chaînes de production peu adaptées. « *Il faut 20 ans pour qu'un polymère trouve son marché. Plus le PHA va se développer, plus son prix va être accessible* », confirme Denis Bortzmeyer, directeur R&D d'Arkema. Spécialisée dans les polymères, cette entreprise chimique française fabrique des produits à partir de PHAs.

Pour lui, la biodégradabilité de ces matériaux plastiques est « *à la fois un avantage et un inconvénient* » : « *Beaucoup de produits ayant pour fonction de durer dans le temps ne peuvent pas être réalisés avec des matériaux biodégradables, comme les voitures ou les meubles.* » Ces problèmes de stabilité restreignent l'usage des PHAs sur le long terme.

« C'est illusoire de basculer d'un monde en plastique à un monde 100 % en PHAs »

Stéphane Bruzaud

Couverts jetables, gobelets, soins cosmétiques... Aujourd'hui, l'essentiel du marché des PHAs gravite autour de produits et d'emballages simples. Des objets aux applications « *peu demandeuses en termes de performances* », indique Denis Bortzmeyer. Le directeur R&D d'Arkema tient à préciser que, malgré leurs bienfaits pour le climat, « *les PHAs ne vont pas résoudre l'ensemble des problèmes environnementaux de la planète* ». Stéphane Bruzaud partage le même avis : « *Je pense que c'est illusoire de basculer d'un monde en plastique à un monde 100 % en PHAs* ».

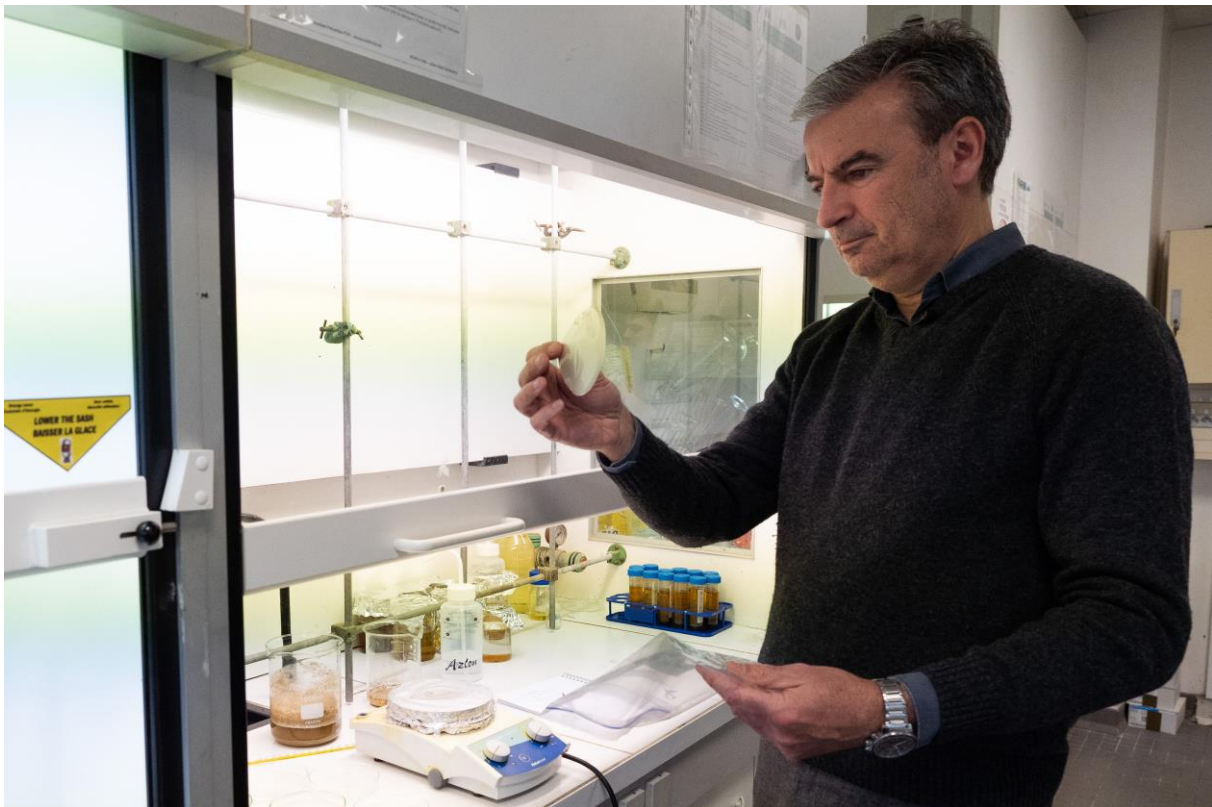


Les différentes étapes de la production des PHAs. Crédit : Roméo Marmin

Pour Stéphane Bruzaud, ces polymères, avant d'être davantage industrialisés en France, « *vont d'abord trouver leur place dans des marchés de niches où le plastique traditionnel peut être remplacé par un plastique biosourcé, biodégradable et compostable* ». Par exemple, si des adhésifs réalisés en PHAs se retrouvent dans la nature, la colle peut disparaître en quelques

semaines, au lieu de plusieurs années habituellement. Au sein du laboratoire de l'Université de Rennes, Sophie Guillaume et son équipe produisent des PHAs par synthèse chimique grâce à la fermentation de sucre, de maïs ou d'huiles végétales : « *Nous réalisons de nouveaux PHAs qui n'existent pas dans la nature pour améliorer leurs propriétés* », explique la directrice de recherche au CNRS en chimie des polymères. Leur structure chimique va ainsi leur permettre d'être biodégradable et compostable afin de disparaître plus rapidement qu'un plastique traditionnel.

Toutefois, cette technique de fermentation réalisée à partir de denrées alimentaires peut épuiser ces ressources. Pour Louise Subrizi, doctorante parmi l'équipe de recherche en chimie des matériaux à l'Institut des sciences chimiques de Rennes, il faut « *trouver un moyen de réaliser des matériaux biosourcés issus de déchets qui ne sont pas utiles pour l'être humain afin qu'il puisse se nourrir* ».



Pour Stéphane Bruzard, il faut « trouver un compromis entre des performances efficaces, un coût acceptable et des impacts environnementaux les plus modérés possible ». Crédit : Sarah Costes

Malgré tous ses avantages, le PHA, s'il se retrouve dans la nature, peut être nocif pour l'environnement et les êtres vivants. Il faut environ 400 ans pour qu'une bouteille en plastique disparaisse, contre deux à trois mois pour celle en PHA. Pour autant, la vitesse de dégradation de

ce polymère dépend de plusieurs facteurs tels que la température de l'environnement dans lequel il se trouve, la valeur de l'acidité de l'eau (pH), ou encore la présence ou non de micro-organismes. « *Un PHA laissé dans un sol avec peu de micro-organismes va mettre plusieurs années, voire cinquante ans à se dégrader. Il existe une infinité d'environnements différents qui vont conditionner la dégradation du polymère* », développe Kako Naït Ali, ingénieure spécialiste du vieillissement des polymères.

« La nature n'est pas un composteur géant »

Un PHA jeté en montagne ne va pas se dégrader à cause du froid et donc du manque de micro-organismes. « *La nature n'est pas un composteur géant* », alerte l'experte des plastiques. 80 % des déchets retrouvés en mer sont d'origine terrestre. Même si le PHA se dégrade plus rapidement, il peut tout de même rester des micro-plastiques sur les sols et dans les eaux. Denis Bortzmeyer, directeur R&D d'Arkema, l'affirme : « *Les PHAs, malgré leur capacité de biodégradation, ne peuvent être un prétexte pour rejeter les déchets dans la nature.* »

Avec 460 millions de tonnes de déchets plastiques produites en 2023 dans le monde, « *les volumes sont tellement conséquents que même si les plastiques étaient remplacés par des matériaux biodégradables, cela n'empêcherait pas la pollution* », se désole Kako Naït Ali. Cette dernière voit toutefois les PHAs comme « *une alternative au pétrole* », ressource fossile, et comme une manière de « *réduire la quantité de déchets* ». Car, PHAs ou pas, la principale solution à la pollution plastique réside dans la capacité à non seulement produire des matériaux innovants, mais également à les recycler.

Sarah Costes et Roméo Marmin

Petit lexique :

· **PHA (polyhydroxyalcanoate)** : plastique biosourcé, biodégradable et compostable fabriqué à partir de matières premières d'origine renouvelable.

· **Polymère** : substance chimique composée de plusieurs chaînons identiques, qui sert à produire du plastique.

· **Microplastique** : morceau de plastique d'une taille comprise entre 5 millimètres et 1 micromètre.

· **Biosourcé** : fabriqué à base de matières organiques comme la canne à sucre, le maïs, les huiles végétales, et non pas à partir du pétrole.

· **Biodégradable** : capable de se décomposer s'il se retrouve dans la nature.

· **Compostable** : capable de se dégrader en substances organiques dans un composteur.