



Des films plastiques agricoles dégradés par la microflore du sol

26 juillet 2018 | Peter Rüegg, ETH Zürich

Catégories: Société | Écosystèmes | Polluants

Les films en polyéthylène sont utilisés pour le paillage des cultures dans certains pays où ils polluent fortement les sols. Des chercheurs de l'EPF de Zurich et de l'Eawag montrent maintenant qu'il existe une alternative plus écologique : un autre plastique, le PBAT, est biodégradable dans le sol.

Notre planète se noie dans le plastique. Huit millions de tonnes de plastique déferlent chaque année dans les océans. Les sols agricoles ne sont pas épargnés par ce fléau. Dans le monde entier, les agriculteurs recouvrent leurs champs de films de paillage en polyéthylène (PE) dans le but d'augmenter le rendement des cultures en limitant la croissance des «mauvaises herbes», en augmentant la température du sol et en retenant son humidité.

Après la récolte, les agriculteurs sont souvent dans l'incapacité de collecter la totalité de ces films qui sont parfois extrêmement fins. Les restes de film plastique se retrouvent alors dans les sols où ils s'accumulent avec le temps puisque le polyéthylène n'est pas biodégradable. Ce problème concerne particulièrement la Chine où de nombreux sols agricoles sont ainsi fortement pollués par des résidus de plastique. Or ces résidus portent atteinte à la fertilité des sols, perturbent les équilibres hydriques et limitent finalement la croissance des cultures.



Des films de paillis très fins en polyéthylène non dégradables sont utilisés dans le monde entier, y compris en Chine. Ces films se désintègrent facilement et entraînent une pollution massive des sols.

(Photographie : Liu EK, et al. 2014 Environ. res. Lett. 9 091001, CC 3.0)

Des films plastiques minéralisés par les micro-organismes du sol

Des chercheurs de l'EPF de Zurich et de l'Eawag montrent maintenant dans une étude interdisciplinaire qu'une solution pourrait être en vue. Ils démontrent en effet que les films composés d'un autre plastique, le PBAT (polybutylène adipate-co-téréphtalate), peuvent être totalement dégradés par la microflore du sol. Leur étude vient de paraître dans la revue scientifique « Science Advances ».

Sous l'égide de Michael Sander, Kristopher McNeill et Hans-Peter Kohler, l'ancien doctorant de l'EPFZ Michael Zumstein a pu démontrer que les micro-organismes incorporent le carbone du polymère dans leur biomasse et l'utilisent pour leur métabolisme énergétique.



Video-ETH

« Cette étude est la première à montrer directement que les micro-organismes du sol peuvent minéraliser les films de PBAT et incorporer le carbone du polymère dans leur biomasse », explique Michael Sander, Senior Scientist à l'Institut de biogéochimie et de dynamique des

polluants de l'EPFZ et coauteur de la publication.

Comme le PE, le PBAT est un polymère d'origine pétrochimique utilisé, notamment, pour la fabrication des films plastiques de paillage agricole. C'est sur ce matériau que les chercheurs de l'EPFZ et de l'Eawag ont porté leur choix car il est considéré comme compostable contrairement au polyéthylène qui n'est biodégradable ni en compostage ni dans le sol.

Marquage au carbone 13

Dans leurs essais, les scientifiques ont utilisé du PBAT spécifiquement fabriqué à leur intention en incorporant une certaine quantité de monomères marqués au ^{13}C , un isotope stable et assez lourd du carbone. Les chercheurs étaient ainsi en mesure de suivre le cheminement du carbone originellement contenu dans le polymère lors de sa biodégradation dans le sol.

Ainsi, si les micro-organismes brisent la structure moléculaire du PBAT, ils accèdent automatiquement à du carbone ^{13}C . S'il est intégré, ce dernier peut ensuite être détecté avec des instruments particuliers dans les produits du métabolisme comme le CO_2 émis lors de la respiration ou dans les structures cellulaires synthétisées par les organismes.



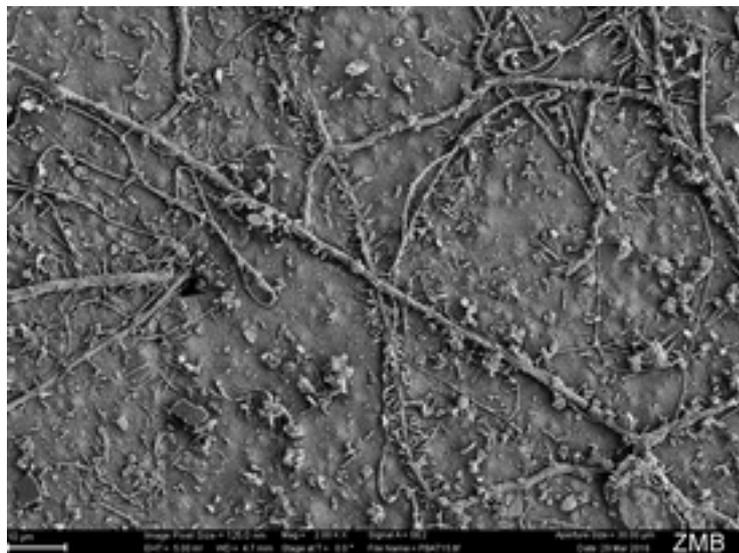
Pour étudier la biodégradation des films de paillis PBAT dans le sol, les doctorants de l'ETH remplissent des bouteilles d'incubation avec des sols contenant des morceaux de films de paillis.

Une biodégradation véritable

« Cette stratégie nous a permis d'obtenir, pour la première fois, la preuve scientifique irréfutable d'une réelle biodégradation d'un plastique », commente Hans-Peter Kohler, microbiologiste de l'environnement à l'Eawag. Car tout ce qui est déclaré « biodégradable » ne l'est pas. « On entend par biodégradation l'utilisation par les micro-organismes de la totalité du carbone contenu dans les chaînes du polymère pour leur métabolisme et leur approvisionnement énergétique. »

Les plastiques biodégradables se distinguent ainsi fondamentalement de ceux qui se

décomposent dans l'environnement, sous l'effet du soleil par exemple, mais ne sont pas minéralisés. « Beaucoup de plastiques ne font que s'effriter et, même s'ils ne sont plus visibles à l'œil nu, les fragments qui en résultent restent dans l'environnement sous forme de microplastiques », souligne Kohler.



*Après quelques semaines dans les sols, de nombreux micro-organismes ont colonisé la surface des films PBAT et ont commencé à biodégrader le polymère.
(Images au microscope électronique : Groupe de chimie de l'environnement / ETH Zurich)*



*Les bactéries se joignent aux champignons pendant la biodégradation.
(Images au microscope électronique : Groupe de chimie de l'environnement / ETH Zurich)*

Les chercheurs sont cependant encore dans l'incapacité de prévoir la durée de persistance du PBAT dans le sol. Leurs essais ont en effet été réalisés au laboratoire et non sur le terrain. Ils ont placé 100 grammes de sol contenant du PBAT fixé sur un support dans des flacons d'un demi-litre et ont ensuite déterminé la quantité de micro-organismes ayant colonisé le polymère

au bout de six semaines. En parallèle, les scientifiques ont mesuré la part de ^{13}C contenue dans le CO_2 émis dans chaque flacon. Ils se sont ensuite associés à des chercheurs de l'université de Vienne pour quantifier l'incorporation du carbone du polymère dans la biomasse microbienne développée à sa surface.



Les sols contenant les morceaux de films de paillis sont ensuite incubés dans une chambre à température contrôlée. Les bactéries et les champignons qui biodégradent les films émettent du dioxyde de carbone (CO_2), qui est analysé en continu.

Création d'un nouvel outil

«Ce qui est réellement nouveau dans cette étude, c'est que nous avons utilisé des isotopes stables pour suivre avec précision le devenir du carbone du polymère», explique Sander. L'objectif n'était pas de mettre au point un film plastique biodégradable mais d'apporter la preuve scientifique de la biodégradation du PBAT.

L'étude de la biodégradation du PBAT en conditions naturelles nécessite la mise œuvre d'études de terrain de longue durée dans différents types de sol et dans différents contextes environnementaux. Le degré et la vitesse de dégradation d'un tel matériau dépendent probablement de nombreux facteurs tels que l'humidité, la température, le taux d'oxygénation et la teneur en nutriments du sol.

Il est encore trop tôt pour lever l'alerte

«Il n'y a donc pas encore lieu de chanter victoire : le problème mondial de la pollution par le plastique est loin d'être résolu, commente Sander. Mais nous avons franchi un cap décisif sur la voie de la biodégradation du plastique agricole dans les sols.» Il conseille cependant de ne pas trop espérer des possibilités de biodégradation des plastiques dans l'environnement en général. «Dans le sol, il est légitime de placer certains espoirs dans les polymères biodégradables. C'est ce que nous avons démontré. En milieu marin, en revanche, les processus de biodégradation sont probablement beaucoup plus lents en raison de conditions écologiques et d'une flore microbienne différentes.»

Les chercheurs espèrent que leur étude éveillera l'intérêt de l'industrie. «Nous avons mis au

point une approche analytique qui offre de nouvelles perspectives à l'industrie pour l'étude d'impact sur l'environnement de ses produits. Grâce à notre méthode, elle peut se mettre à produire des matériaux biodégradables pour le paillage des sols en remplacement des films de polyéthylène», espère Sander. Jusqu'à présent, seules quelques entreprises de l'industrie chimique misent sur les films de PBAT, plus écologiques mais également plus chers. L'une d'entre elles est le groupe allemand BASF, qui a apporté son soutien financier à l'étude. «Les films de paillage biodégradables ne représentent encore qu'une portion infime du plastique en circulation dans le monde mais c'est un début prometteur qui peut aboutir à une meilleure protection des sols agricoles», commente-t-il.

Les chercheurs considèrent que les films biodégradables en matériaux plastiques bio-sourcés tels que l'acide polylactique ou d'origine pétrochimique comme le PBAT sont une solution pour les usages agricoles. Ils voient également une possibilité de réduction de la pollution des sols par le plastique dans l'utilisation de bâches plus épaisses pour le paillage, comme c'est l'usage dans l'agriculture suisse. Ces bâches peuvent être collectées après utilisation afin d'être réutilisées ou incinérées.

Références bibliographiques

Zumstein MT, Schintlmeister A, Nelson TF, Baumgartner R, Wobken D, Wagner M, Kohler H-P E, McNeill K, Sander M.: Biodegradation of synthetic polymers in soils: Tracking carbon into CO₂ and microbial biomass. Science Advances (2018), published online 25th July. DOI: [10.1126/sciadv.aas9024](https://doi.org/10.1126/sciadv.aas9024)

Contact



Andri Bryner

Responsable médias

Tel. +41 58 765 5104

andri.bryner@eawag.ch

<https://www.eawag.ch/fr/portail/dinfo/actualites/news-archives/detail-de-larchive/des-films-plastiques-agricoles-degrades-par-la-microflore-du-sol>