

Zeitschrift: Horizons : le magazine suisse de la recherche scientifique
Herausgeber: Fonds National Suisse de la Recherche Scientifique
Band: - (1996)
Heft: 31

Artikel: "Mangés" à la source
Autor: [s.n.]
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-551014>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 27.01.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

« Mangés » à la source

Dans un projet du PROGRAMME PRIORITAIRE «ENVIRONNEMENT», des chercheurs ont démontré que des microorganismes peuvent digérer facilement des substances polluantes pourtant considérées comme difficilement biodégradables. Il faut placer les bons microbes directement à la sortie des cuves industrielles: n'ayant pas le choix de la nourriture, ils «mangent» des substances qu'ils méprisent dans les stations d'épuration.

Le chômage, les difficultés économiques, le sida et la vache folle ont relégué en arrière-plan les problèmes de pollution de l'environnement. Pourtant, même si on en parle moins, des substances synthétiques n'ayant pas d'équivalents dans la nature – appelées *xénobiotiques* – traversent sans encombre les stations d'épuration et s'accumulent régulièrement dans les cours d'eau, dans les nappes phréatiques, dans les sols et dans les êtres vivants. Ce sont les agents de nettoyage, les désinfectants, les produits pharmaceutiques, les herbicides, les insecticides, les solvants, etc. Et on en absorbe de plus en plus en buvant et en mangeant – et même en respirant. Cancers, allergies, toxicité... chacun a entendu parler des risques.

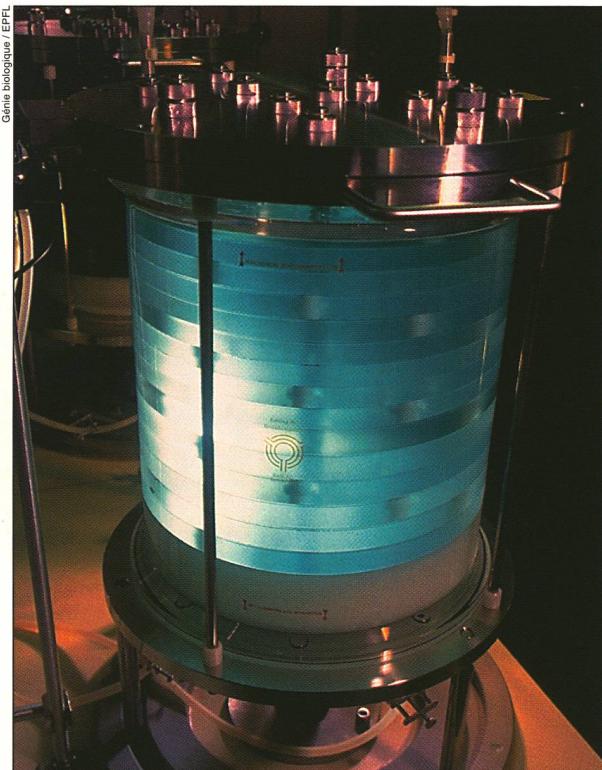
Or, cette pollution sournoise se rappelle à nos souvenirs là où on ne l'attendait pas: si les scientifiques ne sont pas d'accord sur l'ampleur du phénomène, on soupçonne que – dans les régions industrialisées – des composés analogues aux *oestrogènes* (des hormones féminines) sont en train de provoquer une baisse de la fertilité masculine et une augmentation du cancer des testicules. De surcroît, dans les fleuves chargés d'eaux usées, on a découvert que beaucoup de poissons mâles se comportent physiologiquement comme des femelles. Et chez les alligators vivant dans les eaux polluées de Floride (USA), la proportion de mâles diminue...

Les polluants incriminés sont les PCB, les dioxines, les détergents et un sous-produit du fameux insecticide DDT. Il y a aussi la pilule contraceptive, dont les composants se retrouvent dans les eaux usées avec l'urine des millions de femmes qui l'utilisent.

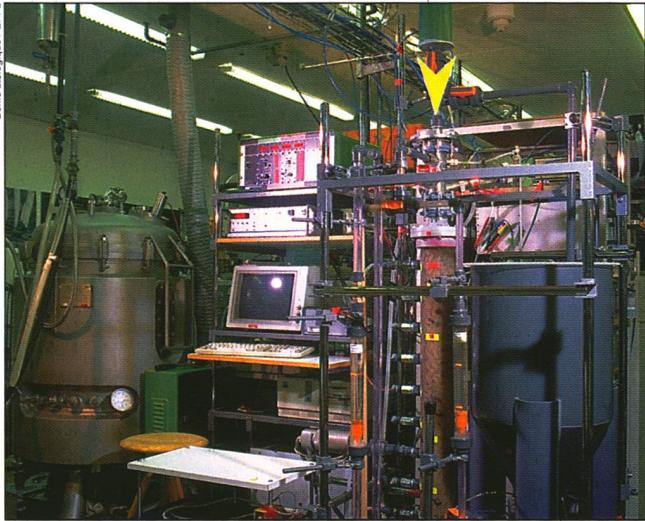
Actuellement, on dénombre cent mille substances xénobiotiques différentes sur le marché, auxquelles s'ajoutent un millier de nouvelles chaque année! Et tout cela se mélange dans les eaux usées, puis se transforme partiellement en d'autres substances qui peuvent s'avérer encore plus nocives...

«Contrairement à ce que l'on croit généralement, beaucoup de xénobiotiques sont biodégradables», explique le Prof. Paul Péringer de l'Institut de génie de l'environnement de l'Ecole polytechnique fédérale de Lausanne (EPFL). «Mais, une fois rejetés dans l'environnement, ils ne rencontrent pas les bonnes conditions ni les bons microorganismes qui pourraient les dégrader. Alors ils s'accumulent...»

Dans le cadre du PROGRAMME PRIORITAIRE «ENVIRONNEMENT» du Fonds national, le Prof. Péringer a coordonné un projet auquel ont participé trois équipes de recherche de Zurich (EAWAG, Institut de microbiologie-EPFZ, Laboratoire de chimie technique-EPFZ), deux équipes de Lausanne (Génie biologique-EPFL, Institut d'hygiène et d'embryologie-UNIL) et un partenaire industriel (Sulzer Chemtech, Winterthur).



Réacteur de recherche contenant un empilement de disques rotatifs en verre. Les bactéries se multiplient en formant des biofilms sur la tranche des disques.



Installation-pilote d'épuration par biofiltre. A gauche, la cuve contenant les eaux usées; le biofiltre est indiqué par la flèche.

Ces chercheurs voulaient proposer des solutions face à l'urgence du problème. Et ils en ont trouvé dont l'efficacité a dépassé leurs espérances.

«Pour voir s'il était possible de traiter un polluant xénobiotique directement à la sortie d'une cuve industrielle, nous avons choisi un détergent très utilisé pour dégraissier des pièces usinées: le *para-toluènesulfonate*», explique le Prof. Péringer. «Notre idée était de construire un biofiltre, c'est-à-dire une longue cartouche réutilisable garnie de billes en polypropylène, à travers laquelle passe l'eau chargée de détergent. Il fallait encore trouver un microorganisme non pathogène qui soit capable de coloniser ces billes, de digérer complètement le détergent et de défendre sa place dans la cartouche contre d'autres microorganismes.»

J'y suis, j'y reste!

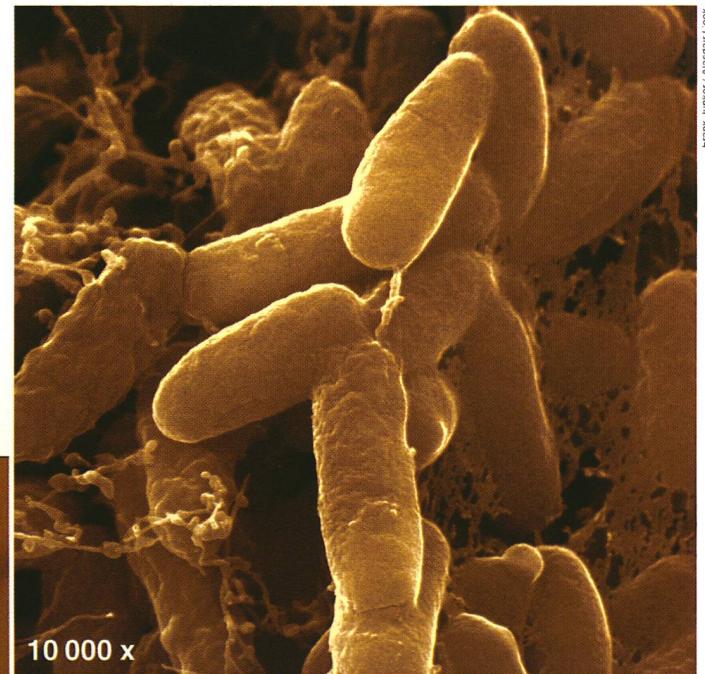
En étudiant la souche bactérienne *Comamonas testosteroni*, capable de digérer le détergent *para-toluènesulfonate*, les chercheurs se sont rendu compte qu'elle avait le sens de la propriété. Ils ont d'abord fixé sur les disques de verre de leur réacteur (voir photo page 5) de nombreuses autres espèces de microbes normalement présents dans les stations d'épuration. Introduite par la suite, *Comamonas* ne parvient pas à se faire une place sur les disques: après quelque temps, elle disparaît, lessivée par le courant d'eau usée qui parcourt le réacteur.

Par contre, lorsque *Comamonas* occupe au départ toutes les surfaces disponibles du réacteur (photo), elle s'y fixe en sécrétant des polysaccharides et se laisse très peu déloger par les autres micro-organismes. Bonne nouvelle pour l'usage des biofiltres en milieu industriel!

Un biofiltre à détergent

Les chercheurs ont finalement choisi *Comamonas testosteroni*, une bactérie de la famille des *Pseudomonas* déjà bien étudiée par l'équipe du Prof. Thomas Leisinger à l'Institut de microbiologie de l'Ecole polytechnique fédérale de Zurich (EPFZ). Après plusieurs expériences de recherche fondamentale, la bactérie a passé avec succès tous les tests, si bien qu'une installation d'épuration pilote, munie d'une cartouche longue d'un mètre et d'un diamètre de 10 centimètres, a été montée au Laboratoire de génie biologique-EPFL en collaboration avec Sulzer Chemtech.

Les essais ont révélé que le biofiltre permet une épuration biologique complète du détergent, et même avec des concentrations de polluants plus élevées qu'il est l'habitude d'en trouver dans les eaux de rejet



25 x

industriel. Une cartouche de 8 litres de volume peut servir pendant 6 à 9 mois et filtrer 20000 litres d'effluents durant cette période.

Les chercheurs ont été très agréablement surpris de constater que *Comamonas testosteroni* défend sa place dans la cartouche. Après une utilisation prolongée du biofiltre, elle représente environ 65% de la population des microorganismes. Les autres 35% sont des bactéries opportunistes qui dégradent des substances relâchées par *Comamonas* (notamment des bactéries mortes) plus faciles à digérer que le détergent.

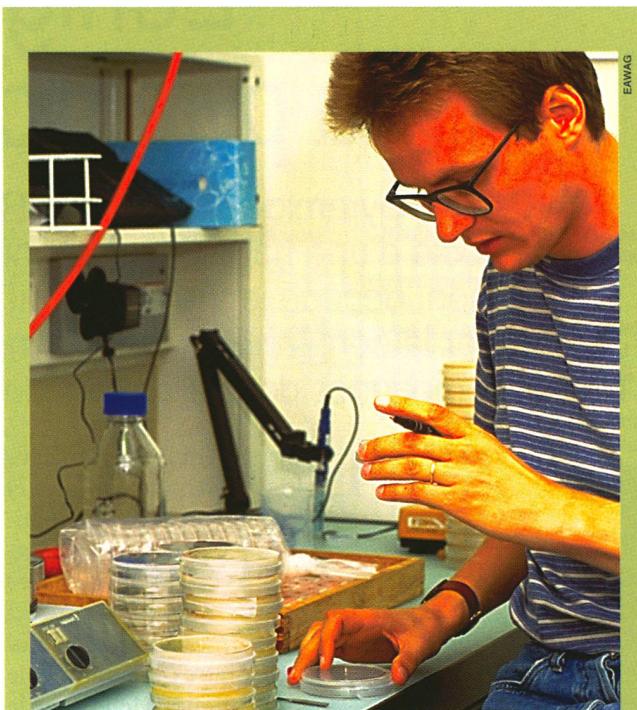
Un nouveau marché à naître

«Cette installation-pilote a prouvé que les biofiltres font partie des solutions à utiliser pour limiter les pollutions à la source», conclut le Prof. Péringer. «Ils ont l'avantage d'être efficaces et de coûter moins cher que bien des procédés physico-chimiques employés actuellement par les industriels, tels que l'ozonation, les ultraviolets, l'eau oxygénée ou l'électro-chimie. Il y a d'ailleurs là un marché potentiel pour de petites entreprises. Elles pourraient identifier des microorganismes adaptés à un polluant précis, les cultiver et produire des biofiltres, tout en assurant les changements de cartouche et la maintenance chez les industriels.»

Un point capital du traitement à la source en industrie consiste à éviter de mélanger des polluants différents dans les eaux usées. Lorsqu'il n'y a qu'un ou deux polluants xénobiotiques, il est facile de trouver des micro-organismes aptes à les digérer. Et on évite que le biofiltre soit envahi par d'autres microbes: non seulement ces derniers supplanteraient la souche utile, mais encore ils négligeraient de dégrader le polluant indésirable, préférant s'attaquer à des substances plus faciles à métaboliser.

L'équipe d'Elmar Heinze, au Laboratoire de chimie technique-EPFZ, a fait des essais d'épuration en commençant par dégrader les xénobiotiques par des traitements physico-chimiques, puis en confiant les eaux pré-traitées à des microorganismes. Les résultats indiquent que si ce couplage est efficace, il est par contre très coûteux. Il faudrait donc le réservé aux xénobiotiques les moins biodégradables et pour des eaux de rejet dont la concentration en polluants est élevée.

En bref, on sait utiliser de nombreuses souches de microbes judicieusement sélectionnées pour faire du yogourth avec du lait, ou du pain avec de la farine. Les résultats de ce projet démontrent que, dans le même esprit, on peut utiliser d'autres microbes pour «manger» les xénobiotiques à la source – et transformer des effluents dangereux en des eaux usées très acceptables pour l'environnement.



Bactéries paresseuses

Dans les bassins d'une station d'épuration vivent des dizaines d'espèces de microorganismes différents (bactéries, protozoaires) qui se développent en digérant partiellement les substances souillant les eaux. On sait depuis longtemps que ces microbes s'attaquent de préférence aux substances les plus faciles à digérer et qui leur apportent le plus d'énergie: par exemple, des sucres, des protéines ou des graisses. Malheureusement, la plupart des polluants d'origine synthétique sans équivalents dans la nature (appelés xénobiotiques) ne font pas partie de cette catégorie: ils traversent la station sans encombre.

Pourtant, certaines espèces de bactéries auraient la capacité de dégrader l'un ou l'autre des polluants xénobiotiques, puisqu'elles le font lorsqu'elles n'ont pas le choix de leur alimentation. Elles possèdent en effet dans leur ADN les gènes permettant de fabriquer non seulement des enzymes de dégradation spéciaux, mais aussi des perméases adaptées aux xénobiotiques, c'est-à-dire des protéines qui font entrer le xénobiotique au travers de leur membrane.

On pensait jusqu'ici que ces bactéries étaient «biochimiquement» incapables de produire ces outils spéciaux, lorsque les xénobiotiques sont en faible concentration dans l'eau. Cependant, des biologistes de l'EAWAG (Institut fédéral pour l'aménagement, l'épuration et la protection de eaux) ont montré qu'elles font surtout preuve de paresse!

Menés par Thomas Egli, les chercheurs ont découvert que ces outils sont de tout temps présents – mais en faible nombre – dans plusieurs souches de bactéries des stations d'épuration. Elles éliminent ainsi de petites quantités de xénobiotiques, tout en s'adonnant plus largement à la digestion de substances plus faciles à assimiler.

On cherche donc un moyen de stimuler ces bactéries, afin d'obtenir d'elles une meilleure épuration des xénobiotiques.