

Ces bactéries utiles qui dépolluent

BACSIN, un vaste programme de recherches européen est lancé aujourd'hui et coordonné depuis l'Université de Lausanne. But: utiliser les microbes pour décontaminer les sols ou la mer

Olivier Dessibourg

Bactéries. Le mot évoque avant tout l'infection, la contamination, la maladie. Certaines bactéries sont en effet à l'origine du choléra, de la peste, ou de la tuberculose. Ces microbes ne sont pourtant pas qu'à blâmer; des bactéries sont ainsi utilisées depuis des lustres dans la fabrication du fromage. Et dans le sol, des quantités farineuses de ces microbes tiennent naturellement le rôle utile d'«boueurs» en dégradant les polluants et composés organiques produits par l'homme.

Et s'il était possible de tirer parti de cette capacité innée de ces micro-organismes pour décontaminer tout environnement touché, par exemple lors d'une marée noire ou dans des zones industrielles souillées par des hydrocarbures, solvants et autres métaux lourds? Pour le savoir, un vaste programme de recherches européen est lancé aujourd'hui à l'Université de Lausanne. Baptisé BACSIN, il sera dirigé par un chercheur du Département de microbiologie fondamentale.

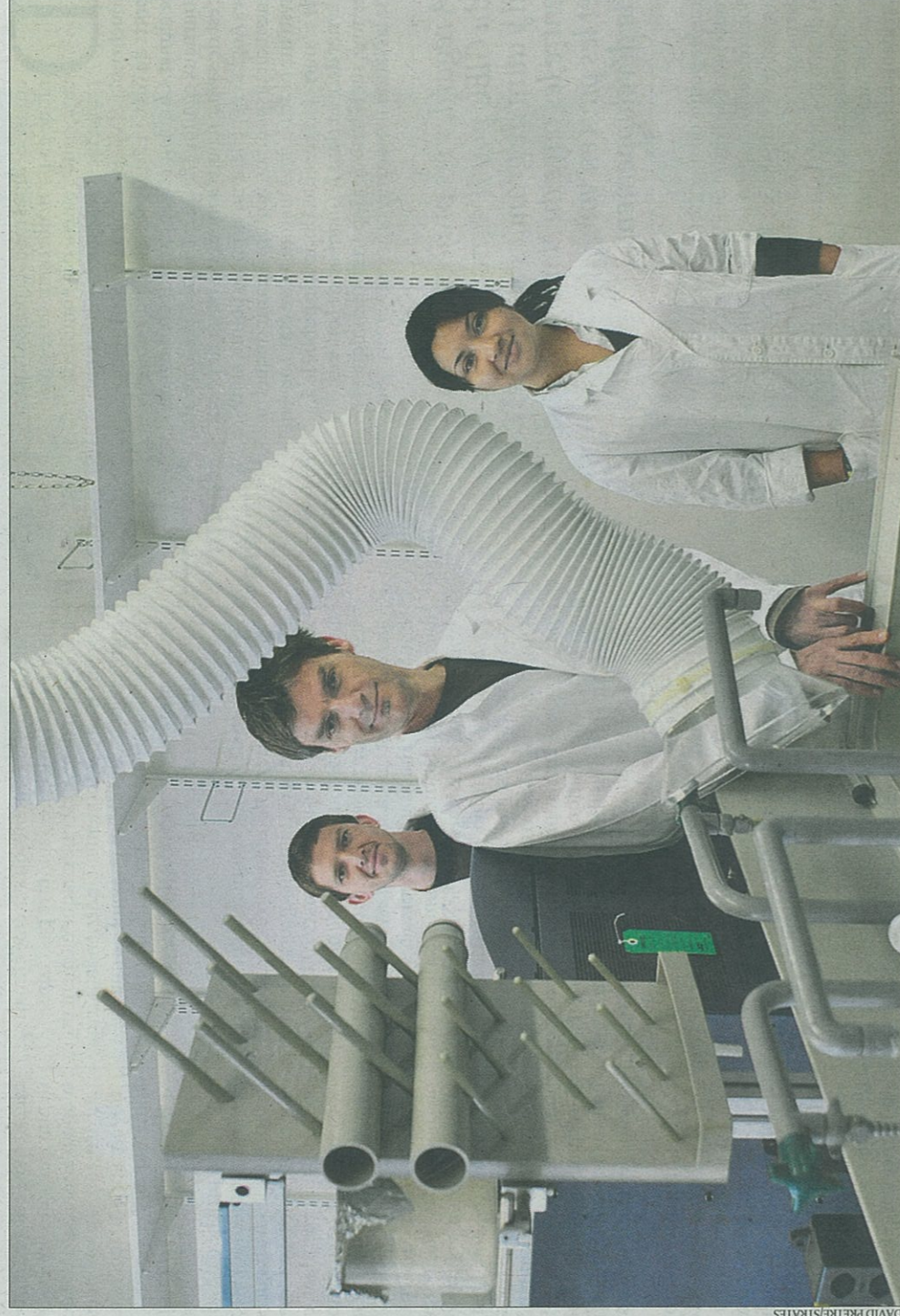
«L'idée n'est pas forcément nouvelle – les observations de l'activité catalytique des bactéries datent du début du XXe siècle –, mais elle est encore mal exploitée», explique d'emblée Jan Roelof Van der Meer. En effet, les scientifiques savent qu'environ 90% des bactéries se gavent de toutes sortes de composants organiques, polluants ou non, et parfois difficiles à dégrader. Un seul exemple, récent: en décembre dernier, des microbiologistes chinois ont découvert une nouvelle bactérie capable de décomposer les dioxines présentes dans le sol, ces produits chimiques très persistants générés lors de la fabrication d'herbicides ou de désinfectants et par l'industrie métallurgique ou les incinérateurs de déchets.

Dans un gramme de sol, il y a un milliard de cellules bactériennes, représentant entre 1 000 et 10 000 espèces

Reste que peu de techniques de traitements microbiologiques par dégradation *in situ* recourent à l'application de ces microbes pour l'heure disponibles. En disposer permettrait d'éviter d'ex-caver les sols contaminés – comme avec la dioxine chlorinée –, de réduire les coûts de dépollution, et d'utiliser d'une technique naturelle.

«Le problème, c'est que, même si l'on connaît souvent bien ces bactéries du point de vue génétique ou biochimique – des scientifiques ont décodé le génome de certaines, en ont cloné d'autres, ou encore suivi leur vie dans leur environnement –, l'on peine encore à les prélever, les manipuler et les cultiver en laboratoire, puis à les appliquer. Si bien que, jusque-là, les tests réalisés dans l'environnement l'ont souvent été de manière très empirique, et sont peu reproductibles», explique le professeur Van der Meer. Les connaissances manquent concernant les paramètres influençant leur survie et leur prolifération, comme l'oxygénation du milieu, le degré d'hygrométrie, la température et donc la résistance au stress thermique, ou encore la température nécessaire en nutriments.

De plus, avant de recourir largement à de telles techniques, dites de «bioremédiation», il s'agit de vérifier si la dégradation des



Le biologiste Jan Roelof Van der Meer (au centre), entouré de ses deux collègues, David Johnson et Edith Coronado. UNIVERSITÉ DE LAUSANNE, 7 MARS 2008

pas des produits (métabolites) plus toxiques. Ce qui ne ferait qu'aggraver le problème. «Ce résultat serait possible si la bactérie utilisée est choisie de manière non optimale, et fait seulement partiellement son travail de dégradation», admet le microbiologiste. «D'où la nécessité de développer les connaissances à ce sujet.

Et le potentiel est énorme, puisqu'une large majorité (90%) des espèces du monde bactérien seraient encore méconnues. «Dans un gramme de sol typique, on trouve environ un milliard de cellules bactériennes, représentant entre 1 000 et 10 000 espèces. Mais quelques kilomètres plus loin, la diversité peut être pour moitié différente...»

Mais avant de ratisser si large, les participants au programme ont décidé de d'abord jeter leur dévolu de recherche sur cinq bactéries assez connues (quatre sont décrites ci-dessous). Et cela en sui-

vant quatre axes: la compréhension en laboratoire des modes de vie de ces microbes, l'étude de la préservation de leur activité catalytique, la simulation d'application à petite échelle et enfin l'étude de l'efficacité lors de tests sur des terrains contaminés. «L'objectif général n'est pas de décoriquer les mécanismes selon lesquels ces bactéries font leur travail, mais vraiment de répertorier les principes généraux qui président à leur survie et à leur comportement dans leur milieu naturel, et de développer des stratégies pour utiliser ces microbes de manière ciblée.» En revanche, les scientifiques ne recourent pas à des techniques de manipulation génétique pour créer des OGM, ou de biologie synthétique, ce nouveau domaine qui consiste à attribuer des fonctions inédites à des organismes vivants en «traquant» leur ADN.

Pour parvenir à leurs fins, Jan Roelof Van der Meer et ses collègues estiment disposer d'atouts certains: «Nous connaissons de plus en plus de bactéries, il ne s'agit maintenant «plus que» de trouver des généralisations. De plus, les techniques de génomique et de clonage se sont énormément développées ces dernières années, comme celles qui permettent de traquer les micro-organismes dans l'environnement.»

«Il est important pour nous de mieux connaître les formes de stress que subissent les micro-organismes»

A terme, l'idée est également de développer des applications commerciales fiables. Quatre PME, dont Belair Biotech SA à Genève, participent à BACSIN. «Ce programme est crucial, souligne Remy Enga Luyse, président de

cette société spécialisée dans le traitement des eaux usées industrielles. Il est important pour nous de mieux connaître les formes de stress que subissent les micro-organismes utilisés dans nos procédés de traitement. Cela nous permettra d'être plus productifs.»

Jan Roelof Van der Meer relève toutefois que «si le marché est potentiellement grand, le volume financier qu'il peut dégager ne l'est pas autant. Car lorsqu'il s'agit de dépolluer des endroits contaminés, personne ne veut payer...»

Les scientifiques des 16 groupes des dix pays participant à BACSIN, qui fait partie du 7e Programme-cadre de recherche européen, ont désormais quatre ans et 8,85 millions de francs suisses à disposition – dont 900 000 rien que pour l'UNIL – pour inverser la tendance et démontrer définitivement le bien-fondé de ces techniques de bioremédiation prometteuses.

ion du jour



ut cas, les Ritaiko, c'est fini. même ment pensé r sous le nom uits, en gardant ? milieu du nom itisouko»

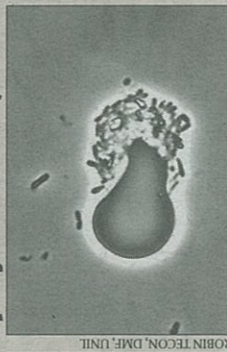
Ringer

elle a annoncé vouloir à chanter» après la mort npagnon et guitariste Fred 28 novembre à 53 ans, roudroyant. A 50 ans, d vendredi près de Paris ie interrompue par cette



Pseudomonas putida (Ppu)

«C'est une bactérie qui vit dans les systèmes aquatiques ou dans les sols. Elle est bien distribuée et peut se multiplier relativement rapidement. Elle est dotée de grandes capacités catalytiques pour dégrader les solvants (de type BTEX) comme le benzène, ou les hydrocarbures polycycliques aromatiques (PAHs), ces poussières issues des processus d'incinération (cigarettes, par ex.) et très peu solubles dans l'eau. Mout expériences de laboratoire ont déjà été réalisées sur Ppu: sa physiologie et son génome sont bien connus. Le problème, c'est que cette bactérie ne se comporte plus comme espéré lorsque l'on tente de l'appliquer dans l'environnement.» Pourquoi? «On pense que cette bactérie renferme divers «programmes de fonctionnement» qu'elle peut actionner à souhait selon la situation.»



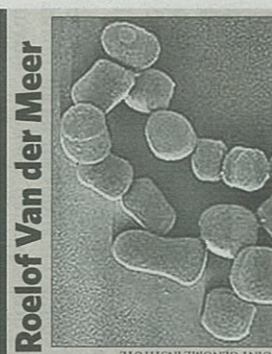
Alcanivorax borkumensis (Abo)

«Cette bactérie marine est très bizarre. Elle n'aime dévorer que les composants du pétrole (alkanes)! Lorsqu'un volume d'eau est contaminé par du fioul, si Abo est présente, elle y prolifère comme une explosion d'aigues. On a d'ailleurs repéré une zone non loin de Malte, où les navires viennent parfois faire la vidange de leurs réservoirs, et où Abo se développe très bien.» Son action est-elle positive? «Oui, mais le problème, c'est que cette bactérie se démultiplie tout de même trop lentement pour que la faune ne soit pas contaminée par les effets toxiques d'une marée noire.» Peut-on espérer en tirer profit? «Des essais d'application ont déjà été réalisés, mais sans bien fonctionner. En fait, on ne sait pas comment bien maintenir artificiellement cette bactérie active.»



Desulfotobacterium (Dsu)

«En voilà une qui a été découverte très récemment, il y a une dizaine d'années. Elle est anaérobie. Ce qui signifie qu'elle ne résiste pas à la présence d'oxygène. Elle se trouve donc dans les sols ou dans les couches d'eau très pauvres en oxygène, soit celles qui sont en profondeur; l'oxygène ne diffuse que peu au-delà des couches de surface, car celles-ci sont largement colonisées par les bactéries aérobiques. Dsu se nourrit aussi essentiellement de fer ou de composés organiques chlorinés, qui sont des polluants très difficiles à dégrader autrement. Son potentiel est donc très intéressant. Mais cette bactérie est très difficile à manipuler. Celle qui se trouve sur l'image a été grossie 20 000 fois au microscope électronique. On voit clairement les flagelles qui aident à sa locomotion.»



Arthrobacter chlorophenolicus (Ach)

«Cette bactérie est pluriforme, et ne ressemble pas, comme bien d'autres, à un «bâtonnet». Elle résiste très bien dans les sols, et au froid. Elle a des propriétés catalytiques sur les herbicides et les pesticides. Ach a déjà fait l'objet d'études poussées en Suède: elle a été cultivée à grande échelle dans un réacteur puis répandue sur des terrains où étaient stockés des troncs de bois traités avec une substance protectrice (Chlorophenol), mais qui a aussi contaminé les sols. Le succès fut au rendez-vous, et la terre décontaminée. Nous souhaitons donc utiliser Ach comme «bactérie contrôle» dans certaines de nos futures expériences. Son efficacité est avérée, mais on connaît moins bien son patrimoine génétique ou ses fonctions catalytiques.» O. D.