

# Le sol, la boîte à outils des biotechnologies environnementales

On a beaucoup parlé de la canopée comme de l'eldorado des biotech., l'un des derniers lieux de la biodiversité. Maintenant, retournons l'image et regardons ce qui se passe entre les racines des arbres, et dans les sols du monde entier.

Qui ose encore dire qu'il n'y a plus d'univers à explorer sur Terre ? Les découvreurs, à défaut de destinations exotiques, devraient regarder sur quoi ils marchent. En 2001, l'Inra estimait que « 10 % des micro-organismes du sol nous seraient connus ». En 2006, on se rapprocherait de 1 % ! C'est l'avis de Francis Martin, responsable de l'UMR interactions arbres-micro-organismes (Inra de Nancy/Université Henri-Poincaré), qui compare les sols à des « champs d'étoiles ». Poète ? Réaliste : « Plus on cherche, plus on découvre de micro-organismes (...). La situation n'est pas la même pour tous : on connaît très peu les bactéries du sol et un peu mieux les champignons. »

## PRÉCIEUSES ASSOCIATIONS

Le 23 juillet dernier, un consortium international de recherche annonçait, lors de la cinquième Conférence internationale sur les Mycorrhizes (Grenade), la première détermination d'un génome de champignon mycorrhizien forestier, *Laccaria bicolor*. Ce dernier s'associe aux racines des arbres avec lesquels il vit en symbiose : une association bénéfique pour les deux partenaires, appelée mycorrhize. Le champignon fournit à son hôte azote, phosphore et autres nutriments vitaux, l'arbre alimente le champignon en composés carbonés. Symbiose ? Une idée lumineuse pour les membres du consortium : les Etats-Unis, à travers notamment le Joint Genome Institute du Department Of Energy, ont amené la puissance de séquençage. Les laboratoires européens, parmi lesquels l'Inra de Nancy et l'Université de Gand en Belgique, ont fourni leur expertise lors des phases d'analyse du génome. Si tous ont décidé de mutualiser leurs efforts, c'est parce que le jeu coûtait cher mais en valait la chandelle. Déjà utilisé en pépinières, *L. bicolor* améliore les conditions de croissance d'arbres nord-américains et européens, en particulier lorsqu'ils sont soumis à un déficit hydrique. Mycorrhizés, peupliers, sapins

**En 2001, l'Inra estimait que 10 % seulement des micro-organismes du sol nous seraient connus. En 2006, on s'approcherait de 1 %.**

et autres espèces économiquement importantes croissent dans de meilleures conditions et produisent plus de bois. Les communiqués de presse américains insistent sur le piégeage du CO<sub>2</sub>, la production de biomasse convertible en énergie, l'alternative que représentent ces symbioses aux apports de fertilisants. Francis Martin voit plutôt un pas vers une sylviculture durable, avant tout le début d'un processus. *L. bicolor* est une espèce « modèle », dont le génome sera comparé à d'autres génomes caractéristiques de champignons décomposeurs ou pathogènes. Mais la haute spécificité des interactions entre micro-organismes du sol ne rend pas toujours les bénéfiques aussi identifiables que dans ce cas. Ana Sue Rodriguez Romero, de l'Institut canarien des recherches agricoles (Icia) résume : « Il est certain que la microbiologie du sol, et plus particulièrement celle de la rhizosphère, sont des sujets trop complexes pour avoir des certitudes absolues à partir d'une expérience. »

## MIRACLE À L'AMÉRICAIN

Derek Lovley a eu la chance d'avoir cette certitude, son « moment Eurêka ». Maintenant directeur de l'unité de biotechnologies environnementales de l'Université du Massachusset, il a découvert, en 1987, dans les sédiments riches en fer du fleuve Potomac (Washington D. C.), une bactérie qu'il baptisa *Geobacter metallireducens*. Il s'agit en fait du premier organisme connu qui utilise des oxydes métalliques pour oxyder des composants organiques lors de son processus métabolique. Chez l'homme, c'est l'oxygène qui joue ce rôle. Ce faisant, *Geobacter* est capable de transférer l'électron qu'elle a arraché à la matière organique, lors de son oxydation, au milieu extérieur. Les ions métalliques autour des bactéries sont réduits par les électrons et se transforment en métal. Derek Lovley et son équipe comprennent vite l'intérêt que revêt le métabolisme unique du genre *Geobacter*. C'est une candidate idéale pour traiter les aquifères contaminés par des polluants sous forme dissoute. Et pas des moindres : uranium, vanadium, pétrole et dérivés, phénols. Mais les mécanismes de dégradation « ne sont pas encore tous bien compris ».

Ce qui n'empêche pas l'équipe, devenue le « *Geobacter Project* », d'avancer sur un autre front : qui dit flux d'électron dit en effet production d'électricité. *Geobacter* n'est pas le seul genre de bactérie à posséder cette propriété. Des sédiments sous-marins aux matières fécales des

# chnologies

astronautes, des équipes se mobilisent pour donner du grain à moudre à ces centrales électriques biologiques. Mais le taux de transfert de l'électron vers l'électrode est toujours trop faible : la production d'électricité n'est pas à la hauteur des espoirs des chercheurs.

## BACTÉRIES AUX PROPRIÉTÉS ATTRACTIVES

C'est oublier l'inoxydable Derek Lovley : en mai dernier, dans une intervention lors du 209<sup>e</sup> congrès de l'Electrochemical Society (Denver), il dévoile le fruit des plus récentes recherches de son équipe : *Geobacter* transmet les électrons à l'anode selon deux structures situées sur la membrane externe des bactéries. Deux types de cytochromes-c assurent le transfert des électrons, en contact direct avec l'électrode. Les bactéries forment alors un biofilm autour d'elle. Les plus éloignées, qui ne peuvent plus utiliser leurs cytochromes-c, font voyager leurs électrons à travers l'agrégat grâce à leurs pili, des « câbles électriques miniatures ».

« Maintenant que l'on sait comment s'opère le contact entre bactéries et électrode, on pourra probablement concevoir des électrodes dans des matériaux qui amélioreront le processus. On pourra aussi faire appel au génie génétique pour obtenir des bactéries possédant plus de points de contacts électriques. » En parodiant Victor Hugo, on dira que Derek Lovley abat une faucille d'or dans le champ d'étoiles de Francis Martin. La récolte est prometteuse. ■ ELISE POUDEVIGNE

### ESTIMATIONS « A LA LOUCHE »

Difficile d'évaluer réellement la proportion de micro-organismes du sol identifiés, puisque par définition on ne connaît pas le total. Francis Martin, responsable de l'UMR interactions arbres-micro-organismes à l'Inra de Nancy, contredit l'estimation de 10 %, écrite il est vrai au conditionnel dans un document de l'Inra datant de 2001, intitulé « Préserver la qualité biologique des sols ». Lui, pencherait plutôt pour 1 %, en précisant que cela reste un ordre de grandeur. Ana Sue Rodriguez Romero, de l'Icia de Tenerife, « ne [saurait] répondre à cette question par un chiffre, les interactions entre les différentes classes de micro-organismes sont permanentes ». Derek Lovley, de l'Université du Massachussetts pense que « personne ne connaît cette proportion. Nous ne savons pas encore cultiver nombre de ces micro-organismes, mais nous progressons. Il est devenu possible d'isoler la plupart des plus intéressants d'entre eux ».

## BOURSE

### ↓ INTERCELL

Intercell (Autriche, Ecosse), vient d'annoncer les données préliminaires de ses essais de phase III sur son vaccin contre l'encéphalite japonaise : le produit est bien toléré et ne semble pas provoquer d'effets secondaires critiques.

L'étude internationale en double aveugle contre placebo sur 2 683 patients portait sur la sécurité. Des études supplémentaires vont suivre, notamment sur l'immunogénicité et sur une covaccination pour les voyageurs, ces deux essais devant être terminés au début de 2007.

La société prépare un BLA (Biologics Licence Application) et souhaite lancer le produit aux Etats-Unis la même année.

Le vaccin a un statut de produit orphelin en Europe et Novartis détient les droits de commercialisation aux Etats-Unis, en Europe et dans certains pays d'Asie. En bonne « logique » boursière, l'action a baissé de 0,03 euro le 24 août à 14,55 euros et était à 14,30 euros le 28 ! HG

### ↑ SHIRE

L'anglais Shire vient de soumettre une nouvelle application (NDA pour New Drug Application) à la FDA pour son produit Connexyn (guanfacine) dans le traitement de l'ADHD (attention deficit hyperactivity disorder), défaut d'attention pour les enfants et adolescents hyperactifs de 6 à 17 ans. La société a l'intention de lancer un essai de phase IIIb sur 130 patients. Jeudi 24 août, l'action était montée de 0,09 dollar à 50,57 dollars sur le Nasdaq. HG

## ILS BOUGENT

### PLETHORA SOLUTIONS (GB)

Sandrine Cailleteau a été nommée chief business officer de Plethora Solutions Holdings PLC. Elle travaillait avant aux laboratoires Fournier en tant que responsable du développement des affaires et des licences.

### FLUXOME (DANEMARK)

Steen Andersen est nommé président directeur général. Il était auparavant vice-président du département nutrition et santé de Chr. Hansen.