



## De la moutarde et du tabac pour dépolluer les sols

- Une équipe de recherche du centre de Cadarache vient d'obtenir des résultats prometteurs sur la dépollution des sols par les plantes. C'est l'aboutissement de trois années d'études.

Suite à leurs études sur les sites pollués, l'agence européenne de l'environnement et le ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement parviennent à la même conclusion. La question de la contamination des sols, qui concerne aussi la prévention de la pollution et la réhabilitation des sites déjà contaminés, doit devenir une priorité environnementale. En France, on dénombre plus de huit cents sites contaminés par des métaux lourds et des micropolluants organiques.

L'Etat a engagé un laborieux travail de recensement des sites pour dresser un diagnostic et évaluer les risques. Par ailleurs, le législateur contraint les entreprises à anticiper la prise en compte de cette préoccupation environnementale afin de prévoir les mesures nécessaires de dépollution en cas de besoin ; par exemple, celles qui sont cotées en bourse doivent réaliser un bilan environnemental et en évaluer les conséquences financières. Parallèlement, les programmes d'études lancés par l'Etat apportent leur lot de solutions techniques grâce à un effort de recherche public soutenu depuis trois ans.

### La nature fait bien les choses

Plusieurs techniques de dépollution des sols sont utilisées actuellement. Certaines consistent à creuser des puits ou des tranchées pour pomper des produits organiques ; d'autres à injecter de l'air au niveau d'une nappe phréatique pour faire remonter à la surface les polluants dissous ; d'autres encore à utiliser des procédés (électriques ou thermiques) pour piéger des polluants ou les détruire avec des traitements chimiques.

Une autre consiste à utiliser les capacités naturelles des plantes pour stabiliser, détruire ou absorber des polluants. C'est la phytoremédiation. C'est cet axe d'étude que l'équipe de recherche conduite par Christian Latgé, responsable du service d'études des procédés à Cadarache, spécialisée dans le traitement des déchets et des effluents, développe depuis trois ans.

Leur démarche s'appuie sur une expérience accumulée depuis plus de vingt ans sur les technologies innovantes pour la caractérisation des sols pollués et le développement de procédés de

traitements biologiques. Pour chaque problème posé, ils partent invariablement du même précepte disant que « la nature fait bien les choses ». Précepte qu'ils n'ont pas manqué d'appliquer, par exemple, lorsqu'ils ont cherché des solutions pour le traitement d'effluents contenant de grande quantité de nitrates. Ils se sont, en effet, demandés dans quelle mesure ils ne pouvaient pas valoriser certaines bactéries existantes dans ces effluents afin de favoriser un processus naturel de dénitrification\*.

« Comme à chaque fois qu'on nous

\*Dénitrification : décomposition, par une action bactérienne, des nitrates du sol ou des eaux.



sollicite pour une question de ce type, on a commencé par étudier la microbiologie de ces effluents. Nous avons découvert ainsi la souche d'une bactérie non identifiée jusqu'alors que nous avons baptisée « *Pseudomonas halodenitrificans* » car sa principale activité est de « dénitrifier les eaux salées » explique Claire Sahut, ingénieur. Il ne restait, alors, plus qu'à faire appel aux compétences techniques acquises par cette équipe dans le domaine des procédés de filtration pour mettre au point un bio-réacteur à membrane (une espèce de grosse cocotte minute) au sein duquel cette bactérie trouve les conditions idéales pour se développer. A présent, le traitement de ce type d'effluents consiste à les introduire dans ce bio-réacteur et à laisser faire la nature.

## Des plantes aux vertus dépolluantes

Actuellement, les travaux de cette équipe s'effectuent en grande partie dans le cadre du programme de recherche européen Phytotec, en collaboration avec différents laboratoires de recherche français et étrangers, notamment le Centre national de recherche sur les sites et les sols pollués (CNRSSP) de Douai, créé en 1995. Deux méthodes de dépollution sont étudiées dans le cadre de ce programme : la phytostabilisation et la phytoextraction.

La phytostabilisation permet d'immobiliser la pollution dans le sol afin d'éviter sa dispersion ; elle a pour avantage de réduire les processus d'érosion et de ruissellement de particules porteuses de polluants et d'entraînement des polluants en profondeur. Les différentes études réalisées à Cadarache ont révélé que ce sont plutôt les graminées qui permettent d'empêcher avec la plus grande efficacité la dispersion de polluants.

La phytoextraction est utilisée pour les sols moyennement pollués par des métaux lourds. La pollution des sols par les métaux lourds présente de lourdes difficultés dans la mesure où les métaux ne sont pas biodégradables. Pour véritablement dépolluer, il faut donc les extraire. C'est l'objectif même recherché avec certaines plantes, dites hyperaccumulatrices. Ces plantes sont capables de transférer et d'accumuler les métaux lourds au niveau de leur tige et

de leurs feuilles. Ensuite, il faut couper ces plantes, les sécher et les incinérer pour récupérer les cendres où sont concentrés les métaux lourds.

Pour cela, différentes cultures ont été effectuées depuis 2000 sur une parcelle d'environ 150 m<sup>2</sup> sur le centre de Cadarache afin d'évaluer les capacités de plusieurs espèces de plantes à dépolluer des sédiments contenant des métaux lourds tels que le zinc, le plomb, le cuivre et le cadmium.

Les campagnes d'études ont été réalisées avec du blé et du colza dans un premier temps, puis avec du tabac et de la moutarde dans un deuxième temps. Les résultats obtenus révèlent que les plants de moutarde et de tabac obtiennent le meilleur rendement d'extraction. Environ 20 % du zinc, 60 % du cadmium et 40 % du plomb extractibles dans les échantillons de sédiments utilisés pour ces expériences ont ainsi été extraits du sol.

Les plantes ont des vertus dépolluantes qui méritent indéniablement une grande attention.



## Le CEA et Ermetec Energie Environnement

Le 14 octobre 2003, la Caisse des dépôts et consignation (CDC), l'Institut français du pétrole, la banque Natexis Private Equity et le CEA ont lancé le fonds de placement Emertec Energie Environnement. Leur objectif ? Aider au lancement de jeunes entreprises innovantes dans les secteurs de l'environnement et de l'énergie. Cette nouvelle initiative s'inscrit dans le cadre d'une stratégie mise en place pour répondre aux difficultés financières rencontrées par les sociétés innovantes en création lors de la phase de démarrage. En janvier 2000, le CEA et la CDC avaient pris l'initiative, en effet, de créer le premier fonds d'amorçage Emertec destinés à investir dans les nouvelles entreprises de haute technologie (micro-électronique, micro-systèmes, matériaux avancés...). Les programmes de recherche du CEA sont ainsi à l'origine de groupes industriels considérés comme des leaders mondiaux dans leur secteur, tels que Cogema ou STMicroelectronics.

## ► Phytotec, une recherche européenne

Le programme de recherche européen Phytotec sur la dépollution des sols rassemble sept pays partenaires (Pologne, Italie, Espagne, République Tchèque, Bulgarie, Pays-Bas, France). Plusieurs industriels et organismes de recherche (Institut Pasteur, Institut national de l'environnement industriel et des risques (Ineris), Agence de l'eau, CEA, CNRSSP) travaillent ensemble dans ce cadre. Leur objectif est de mettre en commun les résultats des études réalisées sur différents types de sols pollués, les polluants, les procédés de dépollution utilisés (physiques, chimiques, biologiques) et leur coût afin de présenter une palette de solutions dans ce domaine.

Plusieurs expériences sont donc réalisées dans ce cadre ; celles de Cadarache portent en particulier sur les techniques de phytoremédiation et de phytoextraction pour les sols pollués par les métaux lourds.

Le bilan des études effectuées par l'ensemble des partenaires, depuis trois ans, sera publié d'ici à la fin de l'année 2004 avant d'engager un nouvel axe de recherche qui portera, cette fois, sur la toxicologie nucléaire.



Phytotec