

À UCKANGE, ON DÉPOLLUE AVEC LES PLANTES

Sur cet ancien site sidérurgique de Moselle, des scientifiques entendent décontaminer les sols grâce à la phytoremédiation. Une pratique moins coûteuse que les technologies actuelles, plus vertueuse pour les sols et qui permet de valoriser les plantes et les métaux extraits.

Symbole emblématique du patrimoine industriel de la Moselle, la structure du U4 se découpe dans le ciel gris en ce matin de novembre. Cet impressionnant bâtiment couleur rouille est le dernier des six hauts-fourneaux de l'usine sidérurgique d'Uckange, au nord de Metz. Fermé dans les années 1990, le site a été racheté en 2005 par la communauté d'agglomération du Val de Fensch, qui l'a converti en un lieu culturel et pédagogique ouvert d'avril à novembre. Mais les sols, eux, portent encore les traces d'un siècle de sidérurgie, avec des teneurs en polluants 10 à 40 fois plus élevées que la référence locale. Des niveaux qui « empêcheraient toute nouvelle construction sur les lieux », explique Leslie Sieja, médiatrice scientifique du parc du haut-fourneau U4.

C'est pourquoi, depuis le printemps 2022, l'espace est l'objet d'un projet scientifique innovant. Au pied du mastodonte, des chercheurs tentent de dépolluer les sols grâce au vivant, à savoir les plantes et les micro-organismes : c'est la phytoremédiation, une méthode plus longue, plus aléatoire mais plus vertueuse et moins coûteuse que les technologies existantes, lesquelles, en outre, rendent les sols inertes et peinent à gérer plusieurs polluants à la fois. La réhabilitation des friches industrielles, dont la surface totale était évaluée en 2020 en France entre 90 000 et 150 000 ha, constitue pourtant un enjeu majeur, en particulier dans la lutte contre l'artificialisation. L'université de Lorraine, qui chapeaute le projet, a commencé à travailler sur la phytoremédiation dès les années 1990 et est aujourd'hui l'une des plus avancées dans cette pratique encore très marginale. « Sans doute car on est très concernés dans l'Est », précise Sonia Henry.

Sous la direction de cette chercheuse spécialiste des sols, une trentaine de parcelles de 250 m² baptisées « jardins de transformation » sont ainsi cultivées pour tester différentes modalités de dépollution

par les plantes. Il a d'abord fallu cartographier et identifier la pollution sur les lieux pour connaître les éléments présents et leur répartition, grâce à des études préexistantes et des méthodes comme le géoradar. Conclusion, « il y a de tout : des polluants organiques (hydrocarbures) et des polluants métalliques (nickel, plomb, chrome, zinc, arsenic) ; on a récemment découvert du cyanure », liste Sonia Henry.

D'INGÉNIEUX STRATAGÈMES

Si la contamination du sol inhibe la croissance de nombreux végétaux, d'autres, au contraire, ont développé d'ingénieux stratagèmes pour extraire, dégrader ou stabiliser les polluants. Mais cette dernière option « se contente de les immobiliser dans le sol sans les éliminer » ; les scientifiques privilégient donc à Uckange l'extraction et la dégradation.

En cet automne, la saison n'est pas aux fleurs, mais quelques plantes demeurent visibles sur les parcelles des jardins du U4, comme le miscanthus,

Unt. Uptam ipid quas
amus que nem facia
corrovit offic tem
explitiant, eictet
exerece perum, offic te



grande pousse vert-jaune originaire d'Asie. Souvent utilisé en ornement, il a ici pour rôle « d'attirer dans ses rhizomes des micro-organismes qui vont émettre des systèmes enzymatiques qui dégradent les polluants ». S'il a été choisi, c'est aussi car il est capable de pousser dans ces technosols très marqués par l'activité humaine, « reconstitués, faits de remblai, avec une terre pas très fine et peu de matière organique pour nourrir les plantes ». La plupart des végétaux poussent mal ou pas dans un tel environnement, d'autant que la présence de contaminants peut inhiber leur croissance.

Un peu plus loin, on aperçoit quelques alyssum, qui au printemps se couvrent de fleurs jaunes : très efficace pour extraire le nickel, cette espèce en « stocke dans ses feuilles 100 à 1000 fois plus que les autres espèces », explique Guillaume Echevarria, chercheur et fondateur de la société Econick. Elle

fait ainsi partie des plantes dites « hyperaccumulatrices », connues pour avoir acquis au cours du temps un système de défense pour extraire les polluants

métalliques. « Elles captent les éléments par leurs racines et les envoient dans des parties aériennes où ils ne leur nuiront pas, en particulier les feuilles. Environ 1 % des végétaux ont de telles capacités à des degrés divers. Il y a en a pour tout, sauf le cuivre pour l'instant. » Ici, Sonia Henry et ses collègues en testent cinq – l'alyssum et le leptoplax pour

le nickel, le pélagonium pour le plomb, le sedum pour le zinc et le noccaea pour le cadmium.

L'originalité du projet tient aussi au choix d'associer des plantes entre elles. « En général, une plante est utilisée pour cibler un polluant : là, on étudie d'éventuels effets synergiques », explique Sonia Henry. Plus on a de diversité, plus on attire de micro-organismes différents qui vont participer aux processus. » →

« En général, une plante est utilisée pour cibler un polluant : là, on étudie d'éventuels effets synergiques. »

SONIA HENRY, CHERCHEUSE

Unt. Uptam ipid quas
amus que nem facia
corrovit offic tem
explitiant, eictet
exerece perum, offic te
quant.

Le travail d'identification des plantes adaptées à chaque polluant et à chaque sol, les scientifiques l'ont entamé en laboratoire il y a plus de 10 ans, bien avant la plantation des parcelles. À quelques kilomètres du haut-fourneau, c'est à l'IUT de Thionville que les scientifiques mènent leurs expériences. Cet après-midi, Sonia Henry place dans des tubes de l'alyssum qu'elle broie puis mélange à des acides nitrique et chlorhydrique afin de « couper les liaisons entre les éléments », avant de les faire chauffer dans un micro-ondes jusqu'à 150 °C. Ils pourront ensuite être analysés pour identifier la teneur des différents polluants présents ; l'objectif est d'évaluer chaque année le succès ou non de ces plantes en matière de dépollution – les premiers résultats solides sont attendus d'ici un an.

du temps. « C'est du vivant, il y a des hauts et des bas, et il faut tester dans la durée, car le sol évolue, s'acidifie avec les plantes. Nous avons ici la chance d'avoir le temps de tester des modalités différentes », reprend Sonia Henry. Le but est qu'Uckange « serve de modèle pour d'autres structures publiques ou privées qui voudraient développer ce type de procédés. La communauté de communes de Montbéliard, par exemple, est intéressée ».

Pour répondre aux aléas climatiques, les scientifiques travaillent aussi « avec des espèces résistantes au changement climatique », avec l'aide de Fabrice Desjours, l'un des principaux promoteurs en France des jardins-forêts : dans ces écosystèmes nourriciers conçus sur le modèle de l'étagement d'une forêt, il a recours à des milliers d'espèces méconnues et comestibles, dont beaucoup sont prometteuses pour le futur. C'est le cas du cabrilet de Dickson, « un arbre qui produit en abondance des fruits avec lesquels on peut faire un délicieux guacamole. Il peut pousser à -25 °C, mais est aussi un hyper-accumulateur, qui stocke les polluants dans ses parties lipidiques ». Sur trois parcelles du site, Fabrice Desjours a planté des jardins-forêts afin d'observer sur une trentaine d'espèces l'éventuel transfert de polluants dans les parties comestibles.

Unt. Uptam ipid quas
amus que nem facia
corroivit offic tem
explitiant, eictet
exerece perum, offic te
cusam, ut vit quo endi
quunt.

JARDINS-FORÊTS

Car la confrontation aux conditions réelles réserve des surprises, d'autant plus quand le changement climatique vient s'ajouter à l'équation, comme la sécheresse de l'été 2022. D'où la nécessité d'avoir

UNE PRÉCIEUSE BIOMASSE

L'autre plus-value de la phytoremédiation par rapport à la dépollution classique est la valorisation. Des plantes cultivées, d'abord, qui représentent une biomasse précieuse pour produire des produits biosourcés ou de l'énergie : le miscanthus, par exemple, « se réutilise dans des isolants, des matériaux de construction ou pour le chauffage », explique Olivier Bianconi, chargé de mission à la communauté d'agglomération du Val de Fensch. L'alyssum « a le pouvoir calorifique du bois », ajoute Guillaume Echevarria.

Créée en 2016, l'entreprise de ce chercheur qui travaille depuis 30 ans sur la phytoremédiation vise à extraire des minerais – naturellement présents dans les sols ou sur des sites pollués – grâce aux plantes, puis à les valoriser en produisant de l'énergie et en réinjectant les métaux dans l'industrie locale. La méthode fait ses preuves : il parvient à extraire dans les Balkans autour de 150 kg de nickel par hectare, qui serviront bientôt à l'industriel Aperam pour produire de l'inox.

Sur le site d'Uckange, c'est plutôt le zinc qu'il cible : « C'est le plus intéressant sur une petite surface comme ici, car ce métal peut être utilisé en très petite quantité dans les cosmétiques ou les compléments alimentaires, par exemple. » Un moyen d'éviter des extractions à l'autre bout de la planète, dont on connaît les procédés énergivores et les effets dévastateurs sur l'environnement. ●

TEXTE ET PHOTOS **NOLWENN JAUMOILLÉ** POUR LA VIE

