



## Phytomanagement des sites pollués : une filière en développement

### Contexte

En France, la pollution des sols par les activités industrielles est reconnue comme une question environnementale depuis les années 90. La reconversion d'un nombre croissant de friches pour répondre aux pressions démographiques et foncières des zones urbanisées fait de la gestion des sites et sols pollués un enjeu majeur. Les sites pollués font l'objet d'une politique s'appuyant sur une « évaluation des risques fondée sur la réalité des usages », dont les principes sont réaffirmés par la note ministérielle du 19 avril 2017, qui met à jour les textes méthodologiques de gestion des sites et sols pollués. La note rappelle que « quelle que soit la nature du polluant, et dans le respect des principes de l'économie circulaire, les traitements *in situ* ou sur site, qui limitent la production et le transport de déchets, doivent être privilégiés ».

Les *phytotechnologies* désignent un ensemble de techniques utilisant des espèces végétales pour contenir, extraire ou dégrader des polluants organiques (molécules carbonées) et inorganiques (métaux) présents dans l'environnement. Elles constituent des techniques de gestion *in situ*, applicables directement sur le site et ne nécessitant pas d'opérations d'excavation de terres. Jugées *a priori* plus conformes aux enjeux du développement durable que les techniques de traitement de terres excavées sur site et hors site, les phytotechnologies ont pour objectif d'agir positivement sur les fonctions et la structure du sol.

Ces techniques constituent une alternative ou un complément aux techniques conventionnelles dans le cas notamment de surfaces polluées importantes :

- La *phytostabilisation* est un mode de gestion de la pollution par lequel des espèces végétales, éventuellement en combinaison avec des amendements (*phytostabilisation aidée*), réduisent la mobilité des métaux (zinc, cadmium...) et métalloïdes (arsenic...) dans le sol. Cette technique limite les transferts de contaminants dans l'environnement : migration dans les eaux souterraines, envol de poussières...
- La *phytoextraction* est une technique de dépollution fondée sur l'usage d'espèces végétales qui, en accumulant les métaux dans leurs parties aériennes récoltables, permettent de réduire les concentrations de polluant dans les sols. La dépollution reste cependant partielle car elle ne concerne que la fraction de polluant susceptible d'être assimilée par les espèces végétales mises en œuvre.
- La *phyto / rhizodégradation* est une technique utilisant des végétaux et des microorganismes pour transformer des polluants organiques en constituants élémentaires (processus de minéralisation).

### Les compétences de l'Ineris

Objet de travaux de recherche depuis les années 1990, les phytotechnologies doivent prouver leur efficacité, présenter des avantages par rapport aux autres solutions disponibles, respecter l'environnement et se révéler économiquement viable. C'est dans cette optique que l'Ineris mène des travaux de recherche. L'Institut développe des travaux expérimentaux au plus proche des conditions réelles depuis plus de 10 ans afin de déterminer l'efficacité à long terme de la phytostabilisation et de définir les méthodes de suivi appropriées.

L'Ineris s'intéresse également aux performances de la phytoextraction, en particulier aux propriétés d'une plante dite « hyper-accumulatrice » de cadmium et de zinc, l'arabette de Haller (*Arabidopsis halleri*). La question des phytotechnologies est également étudiée à l'Institut sous l'angle socio-économique de coût-bénéfice, en explorant les potentiels de valorisation de la biomasse issue de la mise en œuvre de ces techniques. Ces différents aspects seront abordés au travers la présentation de récents travaux de l'Institut.

### « Guide phyto » : des outils opérationnels pour gérer des sites pollués

Le guide « phytotechnologies appliquées aux sites et sols pollués » paru en mars 2017 vient compléter un premier guide réalisé en 2012 par l'Ademe et l'Ineris, qui présentait les techniques de phytotechnologies. Ce nouveau guide fait le point sur les résultats récents de recherche et d'expérimentation en phytostabilisation et phytoextraction. Il est le fruit de la collaboration de l'Ademe, l'Ineris, l'Isa-Lille et les Mines de Saint Etienne.

Outil à vocation opérationnelle, il est à usage des utilisateurs potentiels et prescripteurs des phytotechnologies pour la mise en œuvre concrète de projet de réhabilitation : gestionnaires de sites, bureaux d'étude, administration, société de travaux... Le guide présente notamment des outils d'aide à la décision simples qui permettent aux aménageurs de déterminer la faisabilité des phytotechnologies dans leurs projets et de choisir les techniques les mieux adaptées.

Téléchargez le guide : <http://www.ineris.fr/centredoc/guidephyto2-mars2017-1496923668.pdf>

### Les phytotechnologies en appui à l'aménagement urbain : le projet PHYTOAGGLO

L'aménagement du territoire doit aujourd'hui tenir compte des sols et de leurs fonctionnalités par rapport aux usages et services attendus tout en s'inscrivant dans le long terme. Cet enjeu de gestion durable des sols est associé à une amélioration de la qualité de vie urbaine au travers du concept de « ville durable ». Les phytotechnologies sont adaptées à cette nouvelle façon de penser la gestion des espaces urbains, en répondant à des besoins d'aménagement paysager dans le cadre de réhabilitation de sites. Les terrains pollués potentiellement « gelés » du fait de la contamination des sols, peuvent ainsi être utilisés pour réintroduire des espaces verts en milieu citadin. Les fonctionnalités du sol sont restaurées tout en limitant les possibilités de dissémination des contaminants dans l'environnement.

En 2013, l'Ineris et l'Agglomération Creil Sud Oise (ACSO) ont lancé la première expérimentation à échelle réelle en France d'intégration des phytotechnologies dans un projet d'aménagement urbain. Dans le cadre de la rénovation du quartier intercommunal de Gournay les Usines à Montataire (Oise), le Carrefour des Forges est l'objet d'un test de phytoextraction de 500 m<sup>2</sup> et d'un test de phytostabilisation sur 300 m<sup>2</sup> qui contribuent à la re-végétalisation du site et sa transformation en écoquartier. L'objectif pour l'Institut est notamment d'évaluer la performance de la phytoextraction sur la diminution de la présence de zinc et de cadmium, tout en s'assurant que les risques pour l'environnement sont maîtrisés.

### Les phytotechnologies dans une perspective de valorisation énergétique : le projet PHYTOSED

Le dragage des sédiments est une opération nécessaire à l'entretien des voies d'eau et à la préservation du bon état écologique du milieu. Les phytotechnologies pourraient permettre d'assurer efficacement la gestion des sédiments qui font l'objet d'un stockage en terrain de dépôt.

L'Ineris conduit depuis 2002, dans le cadre du projet PHYTOSED, un essai de phytostabilisation aidée en partenariat avec VNF sur un site expérimental de 200 m<sup>2</sup> mimant un stockage de sédiments pollués aux métaux. De 2011 à 2015, la suite de ce projet a permis de tester cette technique en vraie grandeur, sur une parcelle d'1 ha d'un terrain de dépôt situé à Fresnes-sur-Escaut (59) : performance des plantes choisies, optimisation de la stratégie de suivi du site, faisabilité de la valorisation de la biomasse récoltée sur la parcelle.

### Contact

Aurélie Prévot – [aurelie.prevot@ineris.fr](mailto:aurelie.prevot@ineris.fr) – 03 44 55 63 01