



## Compte-rendu du débat INERIS – Société civile

### Phytomanagement des sites pollués : une filière en développement

21 juin 2017



*maîtriser le risque  
pour un développement durable*

## Liste des participants

### Participants

Prénom	Nom	Organisme
Mireille	HAVEZ	Environnement Développement Alternatif
Jennifer	OSES	ATC Paris
André	PICOT	ATC Paris
Bruno	VAN PETEGHEM	ATC Paris
Daniel	VIGIER	France Nature Environnement

### Ineris

Prénom	Nom	Fonction
Valérie	BERT	Ingénieur à l'unité Technologies Propres, Pôle Risques et Technologies Durables, Direction des Risques Chroniques
Rodolphe	GAUCHER	Responsable de l'unité Technologies Propres, Pôle Risques et Technologies Durables, Direction des Risques Chroniques
Lucile	OTTOLINI	Doctorante Ineris / Inra (laboratoire LISIS)
Aurélié	PREVOT	Responsable ouverture à la société à la Direction de la Communication

## 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. En effet, elles constituent des techniques douces de gestion en ce qu'elles exploitent les propriétés naturelles des plantes ; sans action destructrice du sol ; pour améliorer ou restaurer les fonctionnalités des sols.

## Points clés de la présentation

### Que sont les phytotechnologies ?

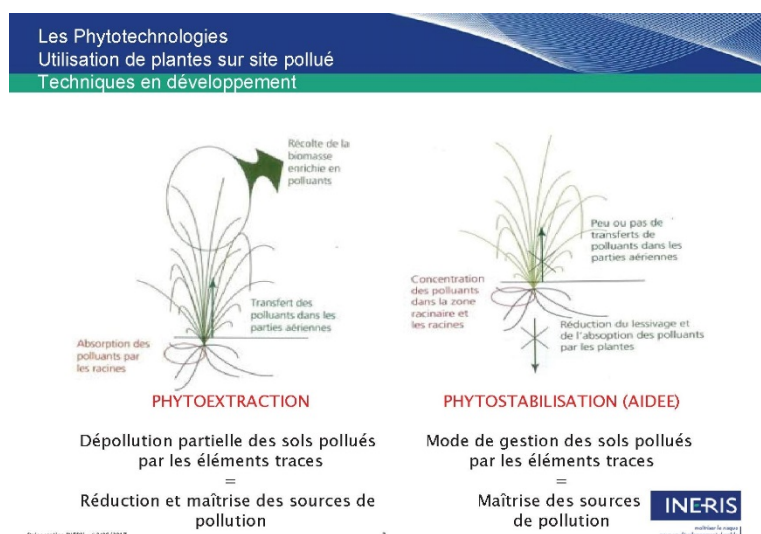
Ces techniques constituent une alternative ou un complément aux techniques conventionnelles dans le cas notamment de surfaces polluées importantes :

- 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 un mode de gestion de la pollution 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).

## « 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 est le fruit de la collaboration de l'Ademe, l'Ineris, l'Isa-Lille et Mines Saint Etienne. Il fait le point sur les résultats récents de recherche et d'expérimentation en phyto-extraction et phytostabilisation.

**Les phytotechnologies appliquées aux sites et sols pollués**

### A qui s'adresse cet ouvrage ?

Il est à destination des utilisateurs potentiels ou prescripteurs des phytotechnologies (propriétaires et gestionnaires de sites pollués, sociétés de travaux, bureaux d'étude en ingénierie environnementale, entreprises du végétal, administration, etc.).

### Ce que vous trouverez dans cet ouvrage (et ce que vous n'y trouverez pas)

- **Chapitre 1** - Phytotechnologies : présentation d'outils d'aide à la décision
- **Chapitre 2** - Phytostabilisation : retours d'expériences et exemples d'application
- **Chapitre 3** - Evaluation de la biodisponibilité des polluants dans le suivi des phytotechnologies : outils d'estimation des transferts et exposition des écosystèmes
- **Chapitre 4** - Valorisation de la biomasse issue des phytotechnologies : filières et enjeux
- **Chapitre 5** - De la gestion de sols pollués à la valorisation de la biomasse : outils d'évaluation économique des phytotechnologies.

Approche globale de gestion = phytomanagement  
 Eléments traces (métaux, métalloïdes)  
 Phytostabilisation, phytoextraction

Présentation INERIS - 15/05/2017

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. Le guide présente notamment des outils d'aide à la décision simples qui permettent aux aménageurs de déterminer la faisabilité des phytotechnologies appliquées à leurs projets et de choisir les techniques les mieux adaptées. A noter, le guide n'aborde pas la phyto/rhizodégradation dont l'efficacité à grande échelle n'est pas encore démontrée et ne traite que de la pollution aux métaux et métalloïdes.

La méthode d'aide à la décision présentée dans le guide structure la démarche de questionnement que les aménageurs doivent adopter pour évaluer la faisabilité technique, économique et sociale de la mise en œuvre des phytotechnologies dans leurs projets ; confirmer la pertinence de l'usage de ces techniques par rapport à leurs objectifs ; choisir la technique la mieux adaptée par rapport aux contraintes des sites à réhabiliter.

### Quand peut-on utiliser les phytotechnologies ?

Objectif envisagé en vue d'une réduction des risques et d'une valorisation économique ?

- Maîtrise des sources de pollution
  - Nature des polluants ?
    - Inorganiques (éléments traces) → PHYTOSTABILISATION → Polluants traitables\* : éléments traces métalliques et non métalliques
    - Organiques → PHYTO et RHIZO DEGRADATION → Polluants traitables\* : HAP, HCT, BTEX, PCB, solvants chlorés, pesticides
    - Inorganiques (éléments traces) → PHYTOEXTRACTION → Polluants traitables\* : Cadmium, Zinc, Arsenic, Nickel
- Maîtrise et réduction des sources de pollution
  - Nature des polluants ?
    - Inorganiques (éléments traces) → PHYTOEXTRACTION → Polluants traitables\* : Cadmium, Zinc, Arsenic, Nickel

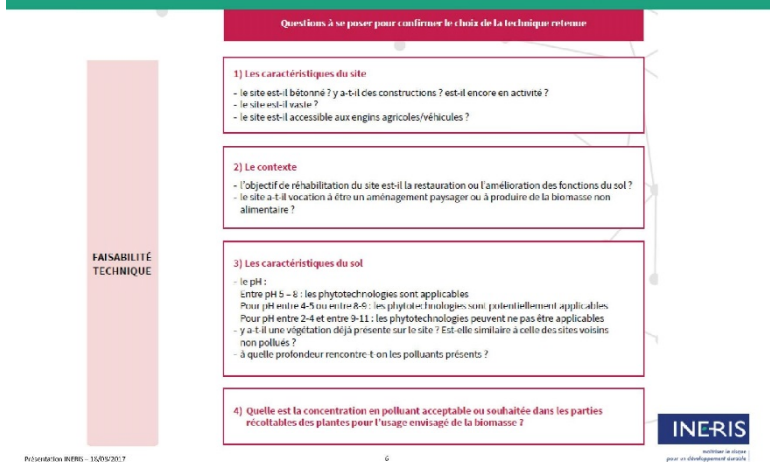
\*Polluants traitables en accord avec les connaissances du moment

Outils d'aide à la décision

Présentation INERIS - 15/05/2017

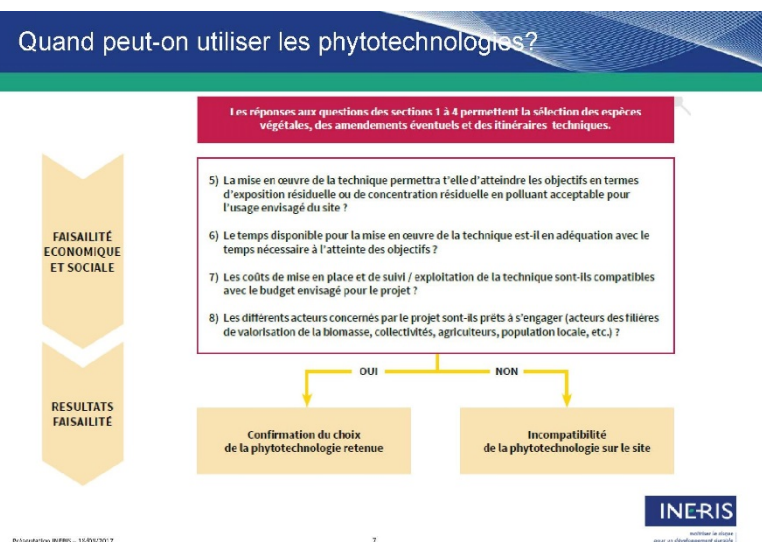


## Quand peut-on utiliser les phytotechnologies?



La méthodologie insiste sur les points importants à analyser : la faisabilité de ces technologies dépend des caractéristiques du site, en particulier sa taille (le phytomanagement est d'autant plus pertinent que la surface à réhabiliter est importante) et un accès facile (pour l'entretien des plantes). Les phytotechnologies agissent dans les couches superficielles du sol (zone racinaire des plantes) : elles ne sont pas adaptées à une pollution plus en profondeur.

La méthodologie tient compte de la faisabilité économique et sociale des phytotechnologies. Elle propose des outils d'évaluation des coûts-bénéfices, qui sont un enjeu majeur pour le développement de la filière (matrice d'opportunité pour estimer les bénéfices environnementaux, outil d'analyse coûts-bénéfices financiers). Il est crucial de connaître les coûts du suivi sur le long terme et de déterminer sur la durée le degré de motivation de l'ensemble des acteurs impliqués.



Par ailleurs, le guide remet en perspective les résultats des expérimentations à taille réelle, sur cinq à dix ans, qui montrent l'intérêt sur le long terme de la phytostabilisation comme alternative aux techniques de gestion classiques. Il met également en exergue la logique de rupture que représentent les phytotechnologies par rapport à l'excavation ou au confinement : les sites et sols pollués sont considérés comme des ressources à requalifier et valoriser ; il s'agit de gérer le sol en place et de lui permettre de mieux remplir ses fonctions. De ce fait, le guide fait un point sur les méthodes d'évaluation de la *biodisponibilité* des polluants, (fraction de contaminants susceptibles d'interagir avec les organismes vivants), qui fondent les stratégies de surveillance des sites pour s'assurer que les risques environnementaux restent acceptables. Dans la même logique, le guide dresse un état des lieux des possibilités techniques et des verrous réglementaires et culturels pour la valorisation de la biomasse issues des phytotechnologies au sein de la filière bois-énergie.

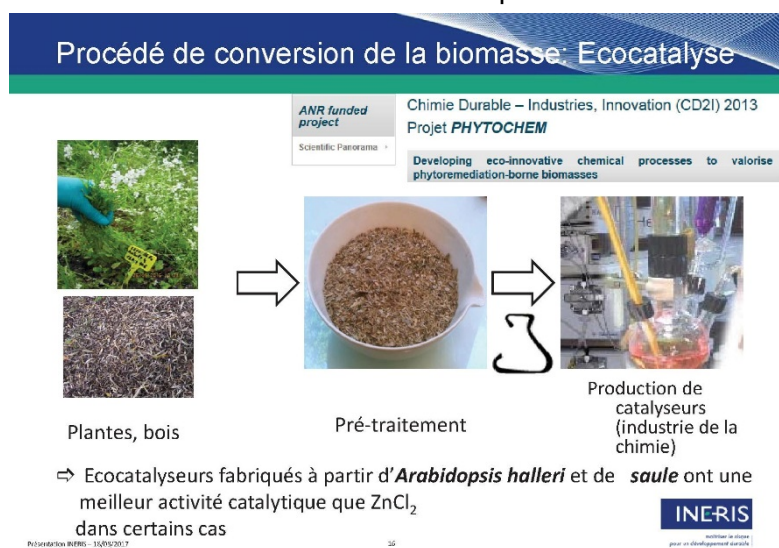
## Le phytomanagement en appui à l'aménagement urbain : le projet PHYTOAGGLO

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, avec le soutien de l'ADEME, 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> (Voie Nouvelle) 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 phyto-extraction sur la diminution de la présence de zinc et de cadmium, tout en s'assurant que les risques pour l'environnement sont maîtrisés. L'expérimentation est réalisée avec une espèce d'arbre accumulateur à croissance rapide (Saule des vanniers) et une espèce de plante dite



« hyper-accumulatrice » (Arabette de haller). Facilement récoltables, elles sont compatibles avec les conditions climatiques et pédologiques.

Le projet s'efforce d'intégrer les aspects écosystémiques et économiques. Le défi de la phytoextraction est d'augmenter la biomasse produite et les concentrations en métal dans les

parties récoltées. La biomasse produite contenant des métaux fait l'objet de recherche pour une valorisation en ecocatalyseurs pour la chimie verte, qui ont dans certains cas une meilleure activité catalytique que le chlorure de zinc.



## Le phytomanagement pour la 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 soutenu par l'ADEME, un essai de phytostabilisation aidée sur un site expérimental de 200 m<sup>2</sup> mimant un stockage de sédiments pollués aux métaux. L'objectif du projet vise à évaluer l'efficacité et la pérennité de la phytostabilisation aidée dans ce contexte, en particulier le suivi de l'évolution de la végétation sur la longue durée ainsi que le suivi de la fonction d'immobilisation des métaux.

### Principaux résultats de PHYTOSED

- Les espèces initialement semées forment avec les espèces végétales colonisatrices une couverture herbacée pérenne dont la composition fluctue avec le temps
  - La présence de métaux dans le sédiment n'empêche pas l'installation et le maintien des nouvelles espèces
  - Les facteurs écologiques influencent fortement la distribution des espèces végétales
  - Les amendements influencent la dynamique végétale.
  - Les espèces qui accumulent le moins le Cd et le Zn sont des graminées → bons candidats pour la phytostabilisation aidée
  - Certaines des nouvelles espèces colonisatrices accumulent le Cd et le Zn (bouleau, panais)
  - L'amendement sidérurgique est le plus efficace pour diminuer la fraction échangeable de Cd et de Zn dans les sédiments quelque soit l'espèce végétale
  - Les fractions échangeables de Cu et d'As sont à surveiller en présence de cet amendement
- ↳ Sélection d'espèces utilisables en phytostabilisation aidée  
↳ Sélection d'un amendement efficace sur le long terme
- ↳ Passage à l'échelle 1 pour valider ces sélections (Phytosed 2)

Phytosed 2 01/05/2017

20



### Principaux résultats Phytosed 2

- Confirmation du choix de la canche pour phytostabiliser concentrations très faibles en ETM (~ physiologiques) couverture au sol (~ 95%) tolérance aux conditions du sédiment (pollution très forte)
- Diminution de la vigueur de la renouée du Japon (27% en 2 ans) = canche + tonte
- Effet de l'amendement à confirmer sur la diminution des concentrations en Zn et en Cd dans les parties aériennes de canche

### Principaux résultats Phytosed 2

- Bon développement des saules sur les parcelles polluées non amendées  
sans canche (100% Tordis – 83% Inger)  
avec canche (100% Tordis – 61% Inger)
- Moins bon développement des saules sur la parcelle amendée avec canche (79% Tordis – 67% Inger)  
effet négatif de la canche (compétition)
- Pas d'effet de l'amendement sur la diminution des concentrations en Zn et en Cd des saules qui sont élevées  
dose d'amendement insuffisante?  
effet immobilisant moindre par rapport à l'accumulation des saules?

Phytosed 2 01/05/2017

25



De 2011 à 2015, l'Ineris a mis en œuvre cette technique en vraie grandeur, en partenariat avec Voies Navigables de France (VNF) et l'ADEME, 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 (effets des amendements à moyen-long terme, suivi des plantes invasives...), faisabilité de la valorisation de la biomasse récoltée sur la parcelle.

Le projet confirme le choix de la canche cespiteuse comme plante stabilisatrice de cadmium et de zinc. En revanche, en cas de projet de valorisation de la biomasse en bois-énergie, il est plus judicieux de ne pas associer la canche aux saules et peupliers, en particulier au moment de la plantation, du fait du possible impact sur la croissance des arbres.

## Eléments de discussion

La discussion a abordé l'état des connaissances relatives à l'évolution, sur la durée, des mécanismes en jeu dans les processus de phytoremédiation :

- La possible variabilité de la disponibilité des polluants tout au long des processus de phytoextraction. La fraction extractible par la plante évolue-t-elle au fur et à mesure du temps ? Très peu d'études sont encore réalisées sur le sujet : des travaux d'une équipe suisse sur le zinc ont montré que la fraction disponible n'est pas fonction de la dépollution.
- Les changements de spéciation chimique des polluants potentiellement induits par l'utilisation des plantes. Les travaux de recherche actuels sur la nature chimique des polluants ont identifié le rôle que jouent les bactéries dans la spéciation, mais un tel rôle n'a pas été observé pour les plantes.

Les participants s'interrogent sur le potentiel de transfert des polluants sous des formes plus assimilables dans la chaîne alimentaire, par le biais de la consommation de plantes accumulatrices par les animaux. Peu d'études sont réalisées sur ce sujet, qui est confronté à un problème technique de ressources analytiques : le cadmium doit par exemple être présent en forte concentration dans les plantes pour qu'on puisse le doser et caractériser sa spéciation chimique.

L'Ineris a commencé à travailler sur le transfert dans l'environnement des polluants accumulés par les plantes : une expérimentation est en cours sur l'ingestion de feuilles par les escargots. Les feuilles de saule ne sont pas consommées par les escargots ; les feuilles d'arabette le sont lorsqu'elles sont pas ou peu chargées en métaux, mais à partir d'un certain niveau de concentration, elles sont délaissées par les escargots. Cette question peut effectivement être un enjeu de préservation de la biodiversité, pour les invertébrés qui consomment les plantes au début du cycle de végétation.

En matière de santé (contamination de la chaîne alimentaire jusqu'à l'homme), le risque est jugé très faible. Il est rappelé que les phytotechnologies visent des filières de valorisation non alimentaires, et sont appliquées sur des terrains qui n'entrent pas en compétition avec des terres arables. Certaines plantes d'origine sauvage, comme l'Arabette de Haller, ne produisent pas assez de biomasse pour être utilisées comme plante fourragère. Les participants pointent toutefois la nécessité de bien sensibiliser les acteurs professionnels, en particulier le monde agricole, dans la perspective d'un développement de la phytoextraction.

Les échanges ont évoqué les travaux de recherche dans le domaine des phytotechnologies : la France est bien présente dans ce domaine, avec des équipes universitaires et de l'Inra basées notamment à Bordeaux, Calais, Lille, Montbéliard, Montpellier, Nancy, Saint-Etienne... Ce domaine de recherches est exploré dans différents pays mais sous des angles très variés. La Belgique, en Flandre en particulier, est un des berceaux historiques de la recherche. Il n'y a en revanche pas beaucoup d'acteurs scientifiques qui mènent des travaux de terrain, sur la longue durée, en abordant tous les aspects de la question (économique, réglementaire, environnemental...). Le soutien technique et financier de l'Ademe est salué, notamment parce que les phytotechnologies nécessitent la mise en œuvre de projets sur la longue, voire la très longue durée. Les participants déplorent les échanges limités et les difficultés de partage des connaissances entre l'Europe et l'Amérique du Nord (le Canada en particulier) et entre l'Europe et la Chine.



Les participants soulèvent la question de la sécurité des riverains dans le cadre d'expérimentation de revégétalisation urbaine. Dans le cadre du projet PHYTOAGGLO, l'Ineris a échangé de manière précoce avec tous les partenaires du projet sur les détails de l'expérimentation : aménageurs, bureaux d'études, collectivités. Le dialogue a abouti à la mise en place d'une barrière végétale physique apte à dissuader les promeneurs de pénétrer les parcelles plantées de saules et d'arabette. Par ailleurs l'ACSO a déployé une communication pédagogique efficace, en expliquant et informant régulièrement et en installant une signalisation. Il est souligné le rôle de l'analyse des scénarios de risque pour mettre en place la sécurité sur le terrain de manière adéquate. Dans le cadre du projet de l'ACSO, le scénario le plus sensible est celui de l'ingestion de plomb, notamment par des populations à risque (jeunes enfants). Pour éviter ce scénario, la stratégie a consisté à couper les voies d'exposition : pas de bancs installés à proximité, étalage de mulch sur la surface du sol. La discussion pointe la question délicate de la conservation de la mémoire du risque, malgré l'existence de documents écrits et la formation régulière des acteurs concernés. Sont évoqués des solutions de type mise en place de servitudes, recours possible à des associations culturelles pour constituer et conserver le récit historique. Quid de l'acceptabilité de ces techniques ? L'analyse des perceptions des acteurs concernés et des populations doit faire l'objet d'un prochain projet de recherche de la part de l'Ineris, sur la base de l'expérimentation de PHYTOAGGLO, qui est le premier projet concerté du genre.

La question de la faisabilité des phytotechnologies sur des sols miniers est discutée dans la mesure où ces sols sont extrêmement dégradés. Des essais ont été réalisés sur des terrils de Saint Laurent Le Minier. Il existe des techniques de génie végétal permettant de reconstituer un sol pour que les plantes puissent s'y développer. La végétalisation est possible partout après cette étape de reconstitution du sol. Les participants en profitent pour indiquer que cette question de la gestion des pollutions minières serait un sujet pertinent pour un autre débat ONG.

La discussion aborde le périmètre des recherches en phytotechnologies et leurs limites :

- L'intérêt de recourir à ces techniques pour gérer des pollutions dues à des activités nouvelles, type recyclage de produits chimiques. Le phytomanagement n'est pas utilisé dans une optique d'alerte et de surveillance de l'environnement, mais pour la gestion durable de pollutions anciennes. Il répond aux besoins de réaffecter au sol un ou plusieurs usages, dans des projets où les fonctionnalités du sol et l'articulation entre divers fonctions ont le temps d'être réfléchies.
- L'applicabilité de ces techniques à d'autres polluants comme le mercure. Des études récentes ont été faites sur les capacités accumulatrices des peupliers. Le phénomène de méthylation du mercure par les plantes (phytovolatilisation), étudié dans les années 90, est aujourd'hui une piste abandonnée, car cette technique n'est pas considérée comme une technique de rémédiation de la pollution. La phytovolatilisation ne conduit qu'à un transfert de pollution entre matrices (sol/air). Le mercure est en outre un élément chimique difficile à doser, qui nécessite des méthodes et matériels spécifiques, et dont les résultats de mesure sont difficiles à interpréter.
- L'utilisation des phytotechnologies pour limiter la propagation de plantes invasives. Les travaux de l'Ineris sur un terrain de dépôt de VNF sur la renouée du Japon montrent que c'est une piste intéressante, notamment pour des plantes invasives pour lesquelles aucune stratégie phytosanitaire n'est efficace, en dehors de l'arrachage.
- Le recours à des espèces dont l'efficacité est observée dans d'autres milieux : milieux volcaniques, exploitations minières de cuivre... Il est difficile d'aller chercher des espèces et de les acclimater. Les travaux de recherche sur la sensibilité des espèces végétales et leurs comportements vis-à-vis des polluants s'appuient sur les acquis de la génétique. Certaines familles sont connues pour être de bonnes candidates : graminées, poacées...

## Documentation

- Le Guide « Phytotechnologies appliquées aux sites et sols pollués. Nouveaux résultats de recherche et démonstration », mars 2017 : <http://www.ineris.fr/centredoc/guidephyto2-mars2017-1496923668.pdf>
- Le Guide « Phytotechnologies appliquées aux sites et sols pollués. Etat de l'art et guide mise en œuvre », 2012 : <http://www.ineris.fr/centredoc/phytotechnologies-ademe-2013-1463054029.pdf>
- Travaux d'aménagement et d'entretien des zones naturelles. Règles professionnelles. Travaux de Génie Végétal, n°N.C.1-R0, février 2015 : [http://www.lesentreprisesdupaysage.fr/documents-eficity/07%20COMMUNICATION/Site%20Internet/Refonte%20site%20documents%20projet/R%C3%A8gles%20professionnelles%20pour%20site%20Internet%202015/N-C-1-R0\\_%20Travaux-de-genie\\_vegetal.pdf?id=2649](http://www.lesentreprisesdupaysage.fr/documents-eficity/07%20COMMUNICATION/Site%20Internet/Refonte%20site%20documents%20projet/R%C3%A8gles%20professionnelles%20pour%20site%20Internet%202015/N-C-1-R0_%20Travaux-de-genie_vegetal.pdf?id=2649)
- Quelques travaux de recherche de l'Ineris depuis 2008 :
  - Projet GREENLAND : <http://www.greenland-project.eu/>
  - Projet PHYTOSTAB : <https://hal-ineris.ccsd.cnrs.fr/ineris-00973369/document>
  - Projet OPHYTO : <https://hal.archives-ouvertes.fr/ineris-00973636/document>
  - Projet PHYTOSED2 : [http://www.ademe.fr/site::s/default/files/assets/documents/synthese\\_phytosed\\_2\\_2017.pdf](http://www.ademe.fr/site::s/default/files/assets/documents/synthese_phytosed_2_2017.pdf)

## Contact Ineris

Aurélien PREVOT, Responsable ouverture à la société et communication scientifique  
[aurelie.prevot@ineris.fr](mailto:aurelie.prevot@ineris.fr) - 03 44 55 63 01

## Ineris en bref

L'Ineris est l'expert public pour la maîtrise des risques industriels et environnementaux. Ses activités de recherche, d'appui aux politiques publiques et ses prestations de soutien aux entreprises contribuent à évaluer et prévenir les risques que les activités économiques font peser sur l'environnement, la santé, la sécurité des personnes et des biens.

Etablissement public placé sous la tutelle du ministère chargé de l'environnement, l'Ineris a été créé en 1990 et compte 600 collaborateurs. Son siège situé à Verneuil-en-Halatte (Oise) accueille 30 000 m<sup>2</sup> de laboratoires et de plates-formes d'essais, qui permettent de mener des expérimentations « sur mesure » à moyenne et grande échelle.

### Les compétences de l'Ineris sur le phytomanagement des sites pollués

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. Ces travaux se structurent autour de deux axes : l'accompagnement des phytotechnologies dans le changement d'échelle (des conditions de laboratoire aux conditions réelles), en s'intéressant particulièrement aux stratégies de suivi à long terme ; l'intégration des phytotechnologies dans les démarches de gestion urbaine qui s'appuient sur le concept de « ville durable ».

L'Institut conduit ainsi 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 « hyper-accumulatrice » de cadmium et de zinc, l'arabette de Haller (*Arabidopsis halleri*). La question des phytotechnologies est enfin 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.

### Domaines d'expertise de l'Institut

#### Risques chroniques

Mesure et prévision de la qualité de l'air ; pollution des milieux aquatiques ; toxicité des substances chimiques pour l'homme et les écosystèmes ; exposition des populations ; coûts et efficacité de la prévention des pollutions ; champs électromagnétiques ; économie circulaire et déchets ; sites et sols pollués, substances nanométriques.

#### Risques accidentels

Sécurité industrielle ; transport de matière dangereuse ; sécurité des substances et procédés chimiques ; équipements de sécurité ; incendie, explosion, dispersion toxique ; malveillance, nanosécurité ; nouvelles filières énergétiques.

#### Risques sols/sous-sols

Mines, après-mine et industries extractives ; cavité, fronts rocheux et pentes ; ouvrages géotechniques, barrages et géostructures ; stockages souterrains, réservoirs et forages profonds.

#### Certification

Atmosphères explosives ; écotechnologies ; sécurité fonctionnelle ; nanotechnologie, pyrotechnie

[www.ineris.fr](http://www.ineris.fr)