HAL
open science

Réduction des risques de transferts de contaminants de sols pollués par phytostabilisation

Frédéric Paran, Olivier Faure, Fernando Pereira, Jordan Ré-Bahuaud, Cyrille Conord, Didier Graillot, Mathieu Scattolin

To cite this version:

Frédéric Paran, Olivier Faure, Fernando Pereira, Jordan Ré-Bahuaud, Cyrille Conord, et al.. Réduction des risques de transferts de contaminants de sols pollués par phytostabilisation. 16ème Congrès de la Société Française de Génie des Procédés (SFGP 2017 NANCY), Jul 2017, Nancy, France. Ed. SFGP, Paris, France, Livres des résumés, 110, 2017, Récents Progrès en Génie des Procédés. hal-01667902

HAL Id: hal-01667902

https://hal.science/hal-01667902

Submitted on 8 Jan 2018

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

RÉDUCTION DES RISQUES DE TRANSFERT DE CONTAMINANTS DES SOLS POLLUÉS PAR PHYTOSTABILISATION

Programme Ademe intitulé Physafimm « PHYtoStabilisation : méthodologie Applicable aux Friches Industrielles Métallurgiques et Minières »
Site d'Industeel ArcelorMittal à Rive-de-Gier (Loire, France),
GIS PILoT « Redéploiement Post-Industriel Loire Territoires Urbains »

Contexte

Gestion durable des sites et sols pollués par des laitiers sidérurgiques classifiés en tant que déchets (ex. site Industeel ArcelorMittal) :

- ► laitiers - matières minérales produites par l'industrie du fer et de l'acier
- ► crassier/stock - surface importante (plusieurs hectares) et volume considérable (plusieurs milliers de m^3)
- ► sources de contaminations potentielles (les laitiers sont riches en oxydes métalliques et métaux : Cr, Mo, W, …) - air, sols, eaux et écosystèmes

Problématique et objectif

Comment réduire le risque [Risque = f (Source, Transfert, Cible)] de transfert des contaminants ?

Gérer la source : détruire ou enlever la pollution ?
► Solution coûteuse

Gérer la cible : restreindre l'accès au site ?
► Solution inadaptée

Gérer le transfert : confiner par imperméabilisation (ex. géomembrane) ?
► Solution coûteuse et à durée limitée dans le temps

Alternative = Phytostabilisation

► Tester l'implantation d'un couvert végétal homogène et pérenne pour limiter les transferts de contaminants

Méthodes

18 parcelles expérimentales pour :

- ► évaluer le potentiel de végétalisation d'un crassier sidérurgique - suivi du couvert végétal sur une combinaison de différents amendements et ensemencements
- ► évaluer l'influence du couvert végétal sur :
  - le transfert éolien ~ tunnel à vent
  - le transfert hydraulique vertical ~ modèle conceptuel fondé sur la réserve utile (RU)
  - le transfert vers le vivant ~ analyse des éléments traces dans le couvert végétal

Résultats

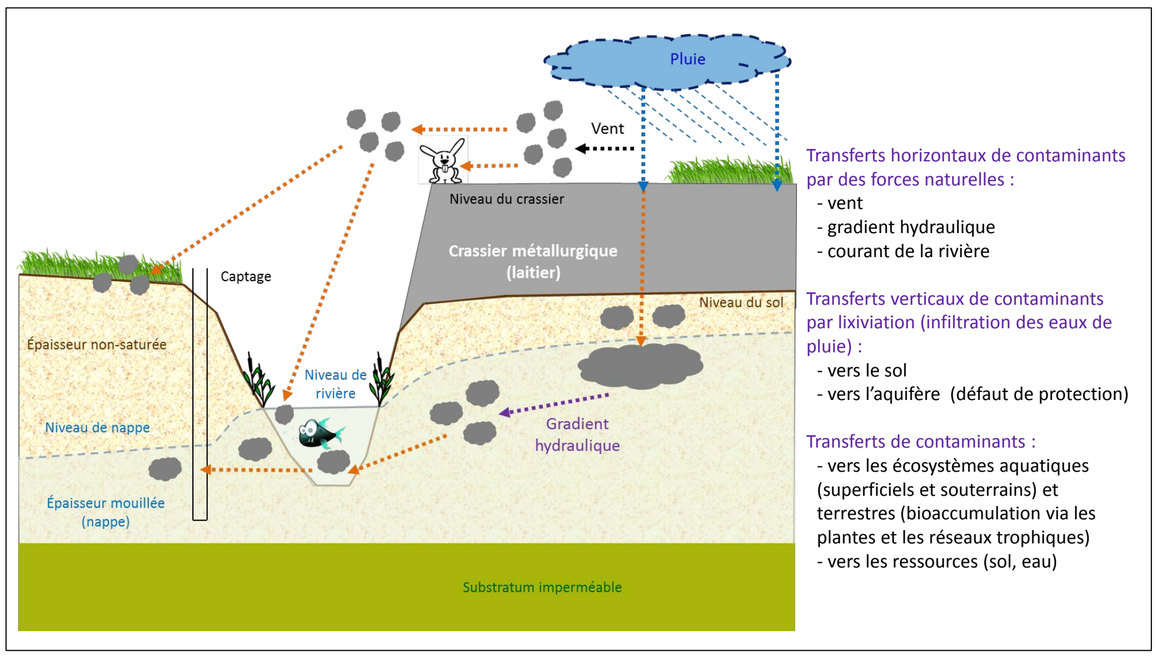
- ► Couvert végétal au bout d'un an : atteint 95% sur les parcelles amendées par des MIATE et ensemencées par des espèces métallophytes
- ► Vitesse du vent à 20 cm du sol : diminuée sur les parcelles présentant un couvert végétal de 95%
- ► Transport de particules et masse d'éléments métalliques : fortement diminués à 50 cm du sol sur les parcelles présentant un couvert végétal de 95%
- ► Infiltration d'eau : réduite sur des parcelles présentant un couvert végétal de 95%.
- ► Contamination des espèces végétales : comparable à celle d'espèces se développant sur des sols non pollués (seuls le Cr et le Mo montrent des teneurs légèrement supérieures aux standards)

Conclusion et perspectives

La phytostabilisation est adaptée aux crassiers métallurgiques sous réserve d'un amendement et d'un ensemencement optimisés. Elle réduit de manière significative le transfert de contaminants.

Pour aller plus loin :

- ► Modélisation du transfert de contaminants : zone non saturée, zone saturée (nappe), rivière
- ► Optimisation de l'ensemencement (métallophytes excluders)
- ► Amélioration du substrat (ensemencements bactérien et mycorhizien)
- ► Diminution ou neutralisation du pouvoir contaminant des laitiers par hydrométallurgie
- ► Préconisations pour la mise en œuvre de bonnes pratiques de gestion des contaminants



Transferts horizontaux de contaminants par des forces naturelles :
- vent
- gradient hydraulique
- courant de la rivière

Transferts verticaux de contaminants par lixiviation (infiltration des eaux de pluie) :
- vers le sol
- vers l'aquifère (défaut de protection)

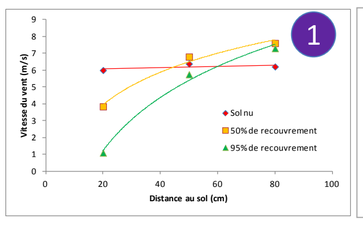
Transferts de contaminants :
- vers les écosystèmes aquatiques (superficiels et souterrains) et terrestres (bioaccumulation via les plantes et les réseaux trophiques)
- vers les ressources (sol, eau)

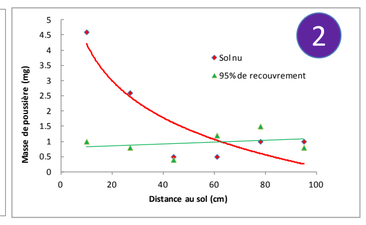
18 parcelles expérimentales sur le site (crassier) d'Industeel ArcelorMittal à Rive-de-Gier (Loire, France)

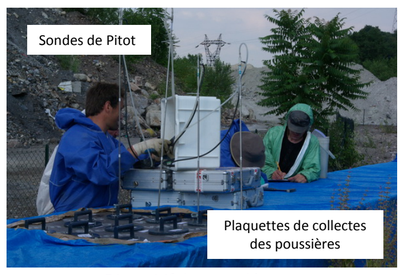
Vue aérienne du site (crassier) d'Industeel ArcelorMittal à Rive-de-Gier (source : IGN)

MIATE : Matières d'Intérêt Agronomique issues du Traitement des Eaux

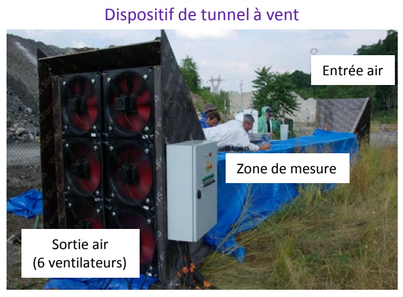
Résultats des tests de végétalisation sur les parcelles expérimentales







Dispositif de tunnel à vent



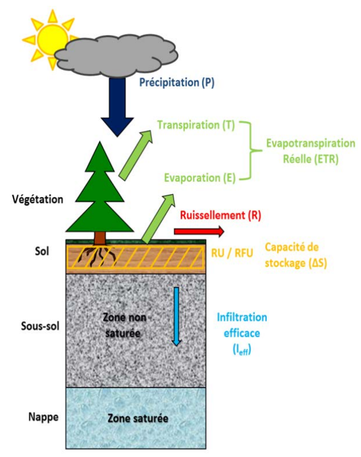
Dans les conditions du test :

1. La présence d'un couvert végétal réduit d'un facteur 6 la vitesse du vent à 20 cm du sol
2. La présence de plantes diminue significativement la masse de poussières dans la couche d'air située entre 0 et 50 cm de sol
3. La présence de plantes diminue la masse de chrome transporté d'un facteur 7 à 30

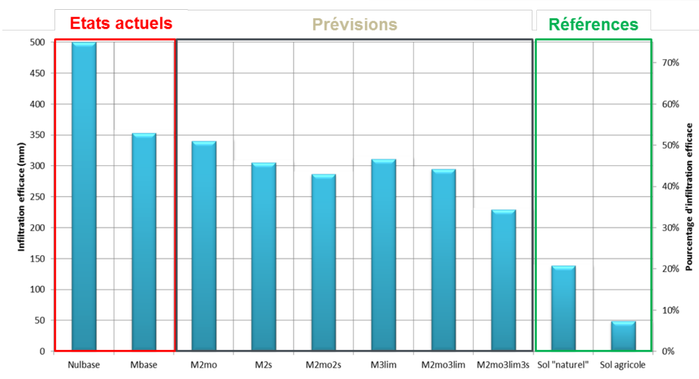
% Recouv.	Distance au sol (cm)			
	10	27	44	61
0%	12	4.8	2.3	1.1
95%	0.4	0.7	0.3	1.2
Réduction transferts	*30X*	*7X*	*7X*	=

3

Résultats de l'expérimentation avec le tunnel à vent sur les parcelles



$P = ETR + I_{eff} + R + \Delta S \longrightarrow I_{eff} = P - (ETR + R + \Delta S)$



Prévisions : simulations d'amendements (sol végétalisé)
M2mo : matière organique x2
M2s : épaisseur sol x2
M2mo2s : matière organique et épaisseur sol x2
M3lim: limons fins x3
M2mo3lim : matière organique x2 et limons fins x3
M2mo3lim3s : matière organique x2, limons fins x3 et épaisseur sol x3

États actuels des parcelles
Nulbase : 0% de couvert végétal
Mbase : 95% de couvert végétal

États de référence
Sol de type « naturel »
Sol de type « agricole »

Résultats du modèle conceptuel d'infiltration fondé sur la réserve utile (RU)

Données climatiques locales :
- Pluviométrie journalière à Châteauneuf (mm/jour) sur les années 2010, 2011, 2012 et 2013
- ETP (Évapotranspiration potentielle) Monteith quotidienne à Saint-Chamond (mm/jour) calculée par Météo France

Données pédologiques des parcelles :
- Profondeur du sol (cm)
- Granulométrie : refus à 2mm (%), argile (%), limon fin (%), matière organique (%)

Données floristiques des parcelles :
- Recouvrement (%)
- Type de végétation

Modèle conceptuel d'infiltration fondé sur la réserve utile (RU) et données nécessaires

INSPIRING INNOVATION SINCE 1816

Auteurs :
F. PARAN[1, 2, 3]*, O. FAURE[1, 2, 3], F. PEREIRA[1, 2, 3], J. RÉ-BAHUAUD[2, 3], C. CONORD[2, 4], D. GRAILLOT[1, 2, 3], M. SCATTOLIN[1, 2, 3]
1- Mines Saint-Étienne - SPIN PEG, Saint-Étienne, France
2- UMR CNRS 5600 EVS, Lyon, France
3- GIS PILoT, Saint-Étienne, France
4- Université Jean Monnet - ISTHME, Saint-Étienne, France
* **Contact :** frederic.paran@mines-stetienne.fr

MINES Saint-Étienne — Une école de l'IMT
Institut Mines-Télécom
Liberté • Égalité • Fraternité — République Française — Ministère de l'Économie et des Finances
ADEME — Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie
ArcelorMittal
Université Jean Monnet Saint-Étienne
GIS PILoT — GIS du redéploiement Post-Industriel : Loire Territoires Urbains — Groupement d'intérêt Scientifique
EVS Environnement Ville Société — cnrs UMR 5600
Université de Lyon