

# Bioremédiation d'un sol industriel pollué (HAP, BTEX) – Essais en laboratoire

Marie-Eve Duprez<sup>1</sup>, Julian Viseur<sup>1</sup>, Aude Devalckeneer<sup>2</sup>, Thierry Martin<sup>3</sup>, Amandine Liénard<sup>4</sup>, Vincent Vanderheyden<sup>5</sup>, Yves Saintenoy<sup>6</sup>, Anne-Lise Hantson<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Génie des procédés Chimiques et Biochimiques, <sup>2</sup>Biologie Humaine et Toxicologie, <sup>3</sup>Géologie Fondamentale et Appliquée, Université de Mons, Place du Parc 20, 7000 Mons, Belgique

<sup>4</sup>Department BIOSystem Engineering, ULiège, Passage des Déportés 2, 5030 Gembloux, Belgique

<sup>5</sup>SITEREM s.a., Cour de la Taillette 4, 1348 Louvain-la-Neuve, Belgique

<sup>6</sup>Duferco Wallonie s.a., Rue de Marchienne 42, 6001 Marcinelle, Belgique

[anne-lise.hantson@umons.ac.be](mailto:anne-lise.hantson@umons.ac.be)

## INTRODUCTION

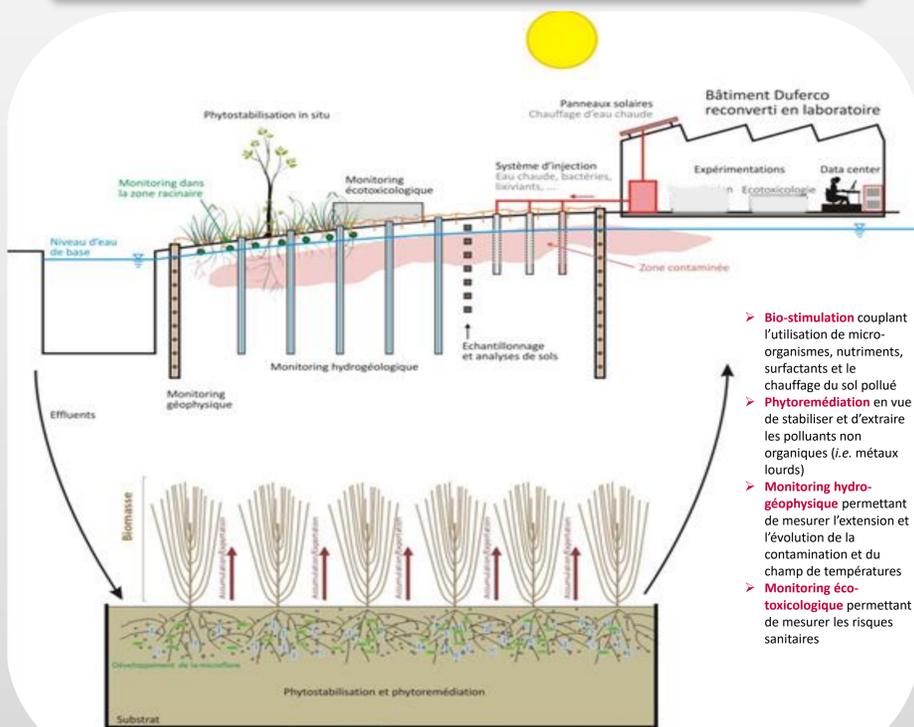
L'essor de l'industrie sidérurgique au 20<sup>ème</sup> siècle a laissé place à de nombreux sites non exploités et ne pouvant être réaffectés à un autre type d'activités en raison des hauts niveaux de pollution qu'ils présentent (entre autres par les HAP (Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques), BTEX (Benzène-Toluène-Ethylbenzène-Xylènes), métaux lourds, huiles minérales, cyanures).

Les techniques conventionnelles de remédiation incluent l'excavation des terres contaminées, leur transport et leur traitement *ex situ* dans des centres spécialisés induisant ainsi un risque sanitaire pour les riverains et un bilan carbone négatif. Dès lors, les **traitements de dépollution *in situ*** prennent tout leur sens.

C'est dans ce contexte que s'inscrit le projet **MEMORIS (Méthodologie de traitement et de Monitoring pour la Réaffectation séquentielle des sites Industriels Sévèrement pollués)** qui comporte quatre axes de développement : (1) bio-stimulation couplant l'utilisation de micro-organismes, nutriments, surfactants et le chauffage du sol pollué, (2) phytoremédiation en vue de stabiliser et d'extraire les polluants non organiques (*i.e.* métaux lourds), (3) monitoring hydro-géophysique permettant de mesurer l'extension et l'évolution de la contamination et du champ de températures, (4) monitoring éco-toxicologique permettant de mesurer les risques sanitaires.

Le site pollué étudié est une **ancienne cockerie**, localisée dans la région de Charleroi (Belgique). Les types de polluants présents dans la zone étudiée sont principalement des **HAP, BTEX, métaux lourds et huiles minérales**.

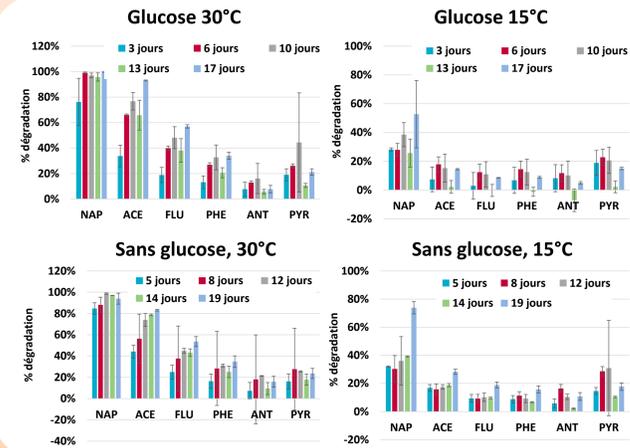
## APPROCHE MULTI-DISCIPLINAIRE



- **Bio-stimulation** couplant l'utilisation de micro-organismes, nutriments, surfactants et le chauffage du sol pollué
- **Phytoremédiation** en vue de stabiliser et d'extraire les polluants non organiques (*i.e.* métaux lourds)
- **Monitoring hydro-géophysique** permettant de mesurer l'extension et l'évolution de la contamination et du champ de températures
- **Monitoring éco-toxicologique** permettant de mesurer les risques sanitaires

## BIODÉGRADATION DE HAP

Choix des 6 HAP les plus présents sur le site (concentrations : 10% teneurs maximales pour une teneur totale en HAP ~ 1000 ppm) : naphtalène (NAP), acénaphthène (ACE), fluorène (FLU), phénanthrène (PHE), anthracène (ANT), pyrène (PYR).



**Dégradation bactérienne en milieu liquide, étude de l'influence de la température et de la présence de glucose dans le milieu**

- Influence du glucose sur la croissance des micro-organismes
- Influence limitée de la présence de glucose sur la biodégradation
- Influence positive de l'augmentation de la température sur la dégradation

## SÉLECTION DES MICRO-ORGANISMES

Échantillons d'eau souterraine et sols

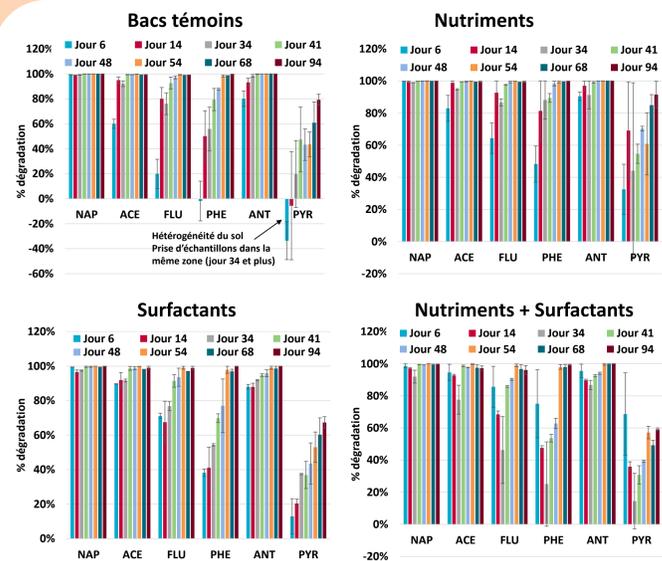
- Isolement et identification de micro-organismes
- Seuls les non-pathogènes (humains et végétaux) ont été retenus

Étude bibliographique

- Sélection de souches commerciales couramment utilisées dans le cadre de la dégradation de HAP et/ou BTEX

**Micro-organismes retenus**

Bactéries natives	Bactéries commerciales	Fungi commerciaux
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Bacillus licheniformis</i></li> <li>• <i>Bacillus thuringiensis</i></li> <li>• <i>Microbacterium paraoxydans</i></li> <li>• <i>Pseudomonas chlororaphis</i></li> <li>• <i>Pseudomonas fluorescens</i></li> <li>• <i>Pseudomonas putida</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Pseudomonas putida</i> LMG 14681</li> <li>• <i>Pseudomonas putida</i> LMG 24210</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Phanerochaete chrysosporium</i> MUCL 16186</li> <li>• <i>Pleurotus ostreatus</i> MUCL 28518</li> </ul>



**Dégradation bactérienne et fongique sur sol humide**

- Température : 30°C
- Sol sain pollué artificiellement
- Statique
- Maintien du taux d'humidité
- Nutriments (C:N:P) : 100:10:1
- Surfactants : SDBS/Tween 80

- Influence positive de la présence de nutriments sur la dégradation du PYR
- Influence limitée de la présence de surfactants

## CONCLUSIONS

- Influence positive d'une augmentation de température
- Hétérogénéité du sol et mesures destructives → suivi temporel de la dégradation difficile
- La présence de nutriments semble améliorer la dégradation des HAP plus lourds
- La présence de surfactants ne semble pas améliorer de manière significative la dégradation des polluants MAIS sol pollué artificiellement en laboratoire mis au repos 2 semaines → adsorption des polluants faible et quantité de polluants biodisponible pour les micro-organismes plus importante que sur un site présentant une pollution historique

## REMERCIEMENTS

Le projet MEMORIS (C7276) a été financé par la Région Wallonne, Belgique (Pôle Greenwin)