



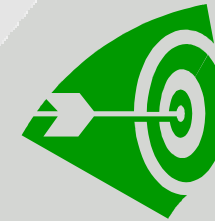
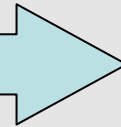
# Modalités de gestion et de réhabilitation des sites pollués



**SOURCE**

Xn - Nocif

**VECTEUR**



**CIBLE**

**Décharge**

**Stockage de produits dangereux**

**Fuite**

**Sol / Eau contaminée**

**Météo : pluie / vent**

**Eaux superficielles**

**Eaux souterraines**

**Activité humaine**

**Etres vivants**

**Végétation**

**Eaux superficielles**

**Eaux souterraines**

**Ouvrages**





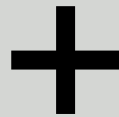
# Modalités de gestion et de réhabilitation des sites pollués

La pollution induit elle un risque ?

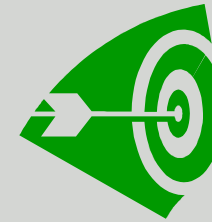
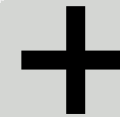


Xn - Nocif

**SOURCE**



**VECTEUR**



**CIBLE**

**NON**

**NON**

**NON**





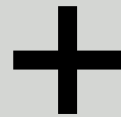
# Modalités de gestion et de réhabilitation des sites pollués

Comment supprimer le risque ?

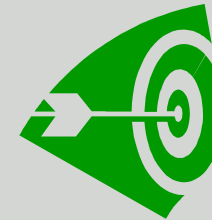
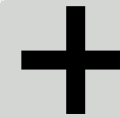
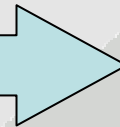


Xn - Nocif

**SOURCE**



**VECTEUR**



**CIBLE**

**Enlèvement**

**Confinement**

**Servitudes**

**Traitement**

**Drainage**

**Restrictions  
d'usage**

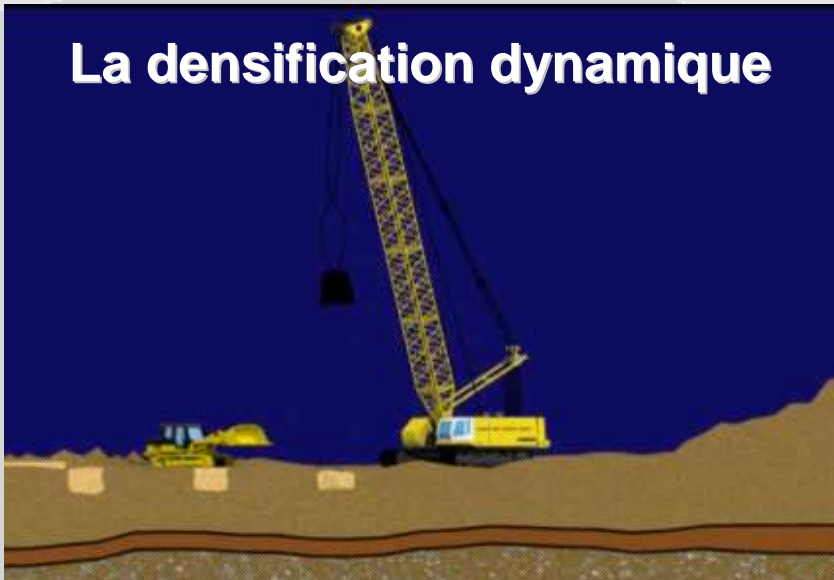
**TECHNIQUES  
DE TRAVAUX**





## La géotechnique au service de la dépollution

### La densification dynamique

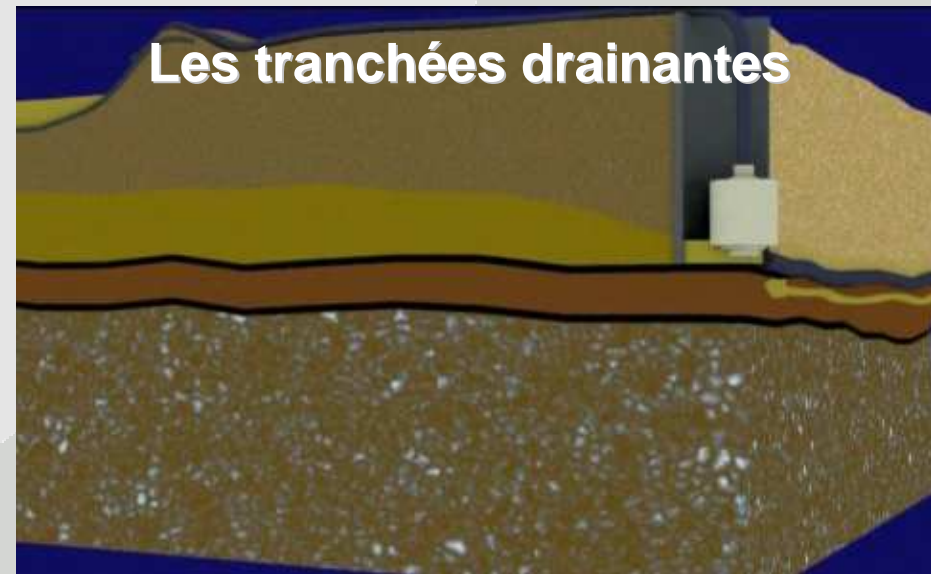


Diminution du volume de la source

Amélioration des propriétés  
mécaniques

Réemploi de matériaux inertés

### Les tranchées drainantes



Diminution du volume de la source

Suppression du vecteur hydraulique  
par captation





## La géotechnique au service de la dépollution

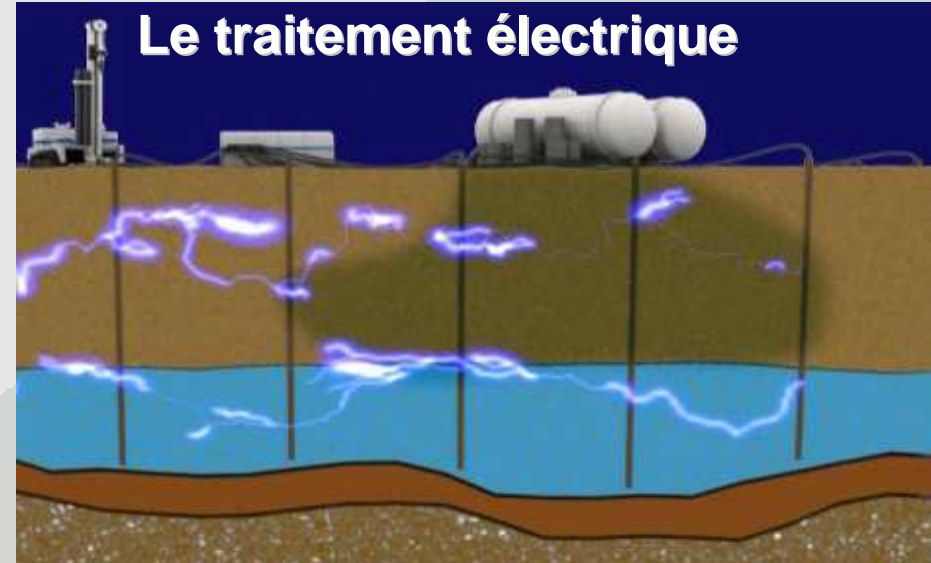
### Inertage et valorisation des matériaux



Suppression du vecteur par confinement

Réemploi de matériaux inertés

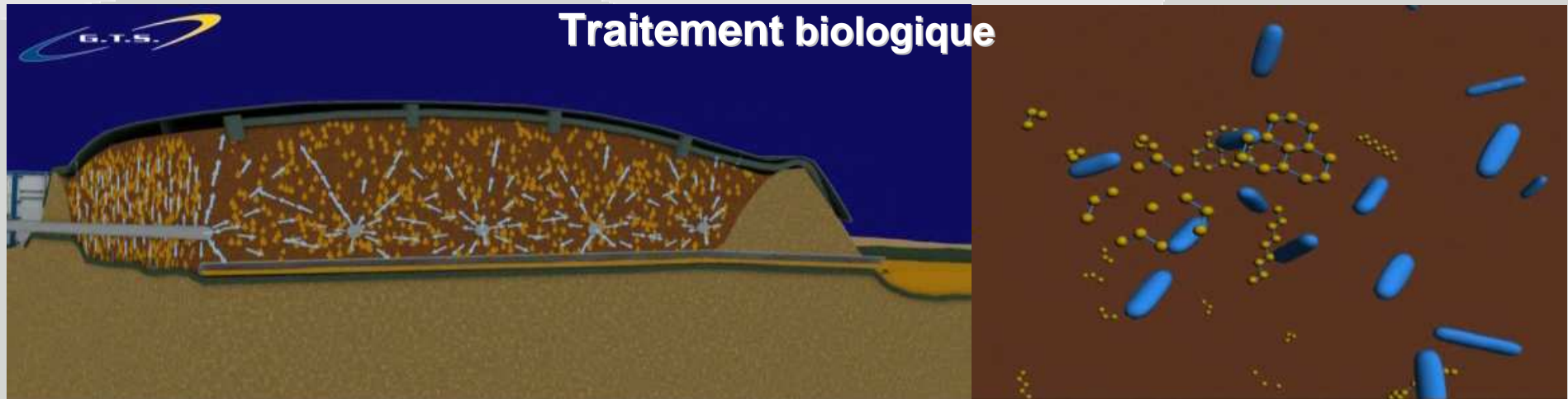
### Le traitement électrique



Suppression de la source par élimination des polluants



## La géotechnique au service de la dépollution



### Traitement biologique

Suppression de la source par élimination des polluants

Réemploi des matériaux traités





## Traitement d'un milieu par voie biologique

**Nature des polluants:**

**organiques**

**Nature du milieu:**

**sol**

**eau**

**air**

**déchets**

**Acteurs du traitement:**

**bactéries**

**champignons**





## Traitement d'un milieu par voie biologique

### Principe de fonctionnement

**Il s'agit de l'amélioration de la qualité de l'environnement par des micro-organismes (bactéries, champignons, algues).**

**Ils utilisent leur capacité à transformer des polluants qui présentent un risque en produits moins toxiques ou totalement inoffensifs**

**Exemple : Hydrocarbures pétroliers transformés en eau et en dioxyde de carbone par dégradation aérobie**

**Ces processus sont naturels mais très lents.**

**Le principe du bio-traitement consiste à stimuler ces processus pour éliminer plus rapidement les polluants**







## Traitement d'un milieu par voie biologique

### Stimulation des processus de biodégradation

#### ● Apport d'oxygène

- labourage, malaxage,
- injection ou aspiration d'air
- injection d'eau enrichie en oxygène
- injection d'eau oxygénée



## Traitement d'un milieu par voie biologique

### Stimulation des processus de biodégradation

#### ● Apport de nutriments

- apport d'azote,
- phosphore,
- soufre,
- oligo-éléments,

#### ● Inoculation par des micro-organismes exogènes



## Traitement d'un milieu par voie biologique

### Stimulation des processus de biodégradation

La stimulation des processus de biodégradation peut se faire de différentes manières:

- **Traitements in situ**

- **Bio-venting**
- **Bio-sparging**
- **Injection de nutriments / eau oxygénée**

Les traitements in-situ nécessitent une excellente connaissance du sol selon un maillage très fin.

Elle est particulièrement adaptée aux terrains homogènes





## Traitement d'un milieu par voie biologique

### Stimulation des processus de biodégradation

La stimulation des processus de biodégradation peut se faire de différentes manières:

- **Traitements ex-situ ou on-site**

- Land –farming
- Bio-réacteur
- Bio-tertre statique

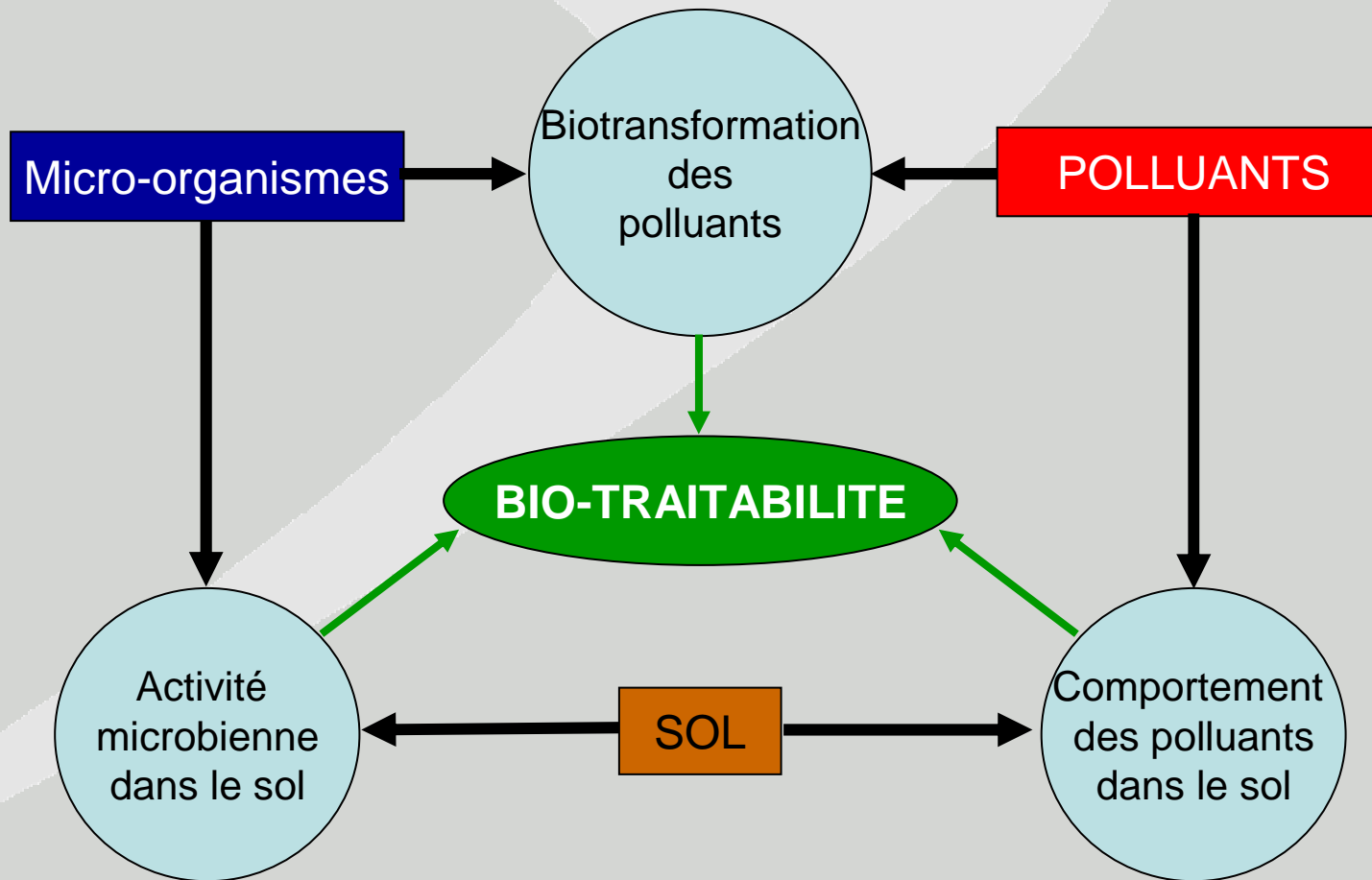
Les traitements on-site nécessitent l'excavation et le tri préalable des terres polluées. Ils permettent d'avoir une bonne connaissance des sols, et de la pollution à traiter, et de travailler sur un milieu plus homogène duquel on pourra préalablement retirer les éléments gênants





## Traitement d'un sol par voie biologique

### Critères de bio-traitabilité d'un sol





## Traitement d'un sol par voie biologique

### Critères influant la bio-traitabilité d'un sol

**POLLUANTS**

nature  
concentration  
solubilité dans l'eau  
tension de vapeur  
coefficient d'adsorption





## Traitement d'un sol par voie biologique

### Critères influant la bio-traitabilité d'un sol

**SOL**

granulométrie  
texture / teneur en argile  
perméabilité à l'eau  
perméabilité à l'air  
teneur en eau  
porosité  
présence de blocs, fissuration  
hétérogénéité  
pH, température,



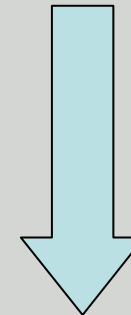


## Exemple de bio-tertre statique

### Contexte du projet



Reconversion d'un ancien site industriel de 20 000 m<sup>2</sup>



Parc d'affaire composé de 4 bâtiments de bureau de 12000 m<sup>2</sup> de SHON R+2 sur parkings souterrains







## Données du projet

- **Source de pollution:** fuite de fioul sur la conduite d'alimentation d'une chaufferie
- **Vecteur:**
  - précipitations
  - envol de vapeurs
  - Réalisation des déblais / évacuation des terres
- **Cibles:**
  - futurs usagers des bureaux
  - nappe phréatique
  - futurs usagers des bureaux
  - Lieux de décharge des déblais



● **Nature du polluant:**

**fioul domestique**

**[Hydrocarbures totaux] = 7000 mg/kg**

● **Nature du sol:**

**sol sableux perméable**

● **Etendue de la pollution:**

**non déterminée**

● **Contraintes:**

**Source de pollution dans l'emprise du parking souterrain**

**Délai < 6 mois**

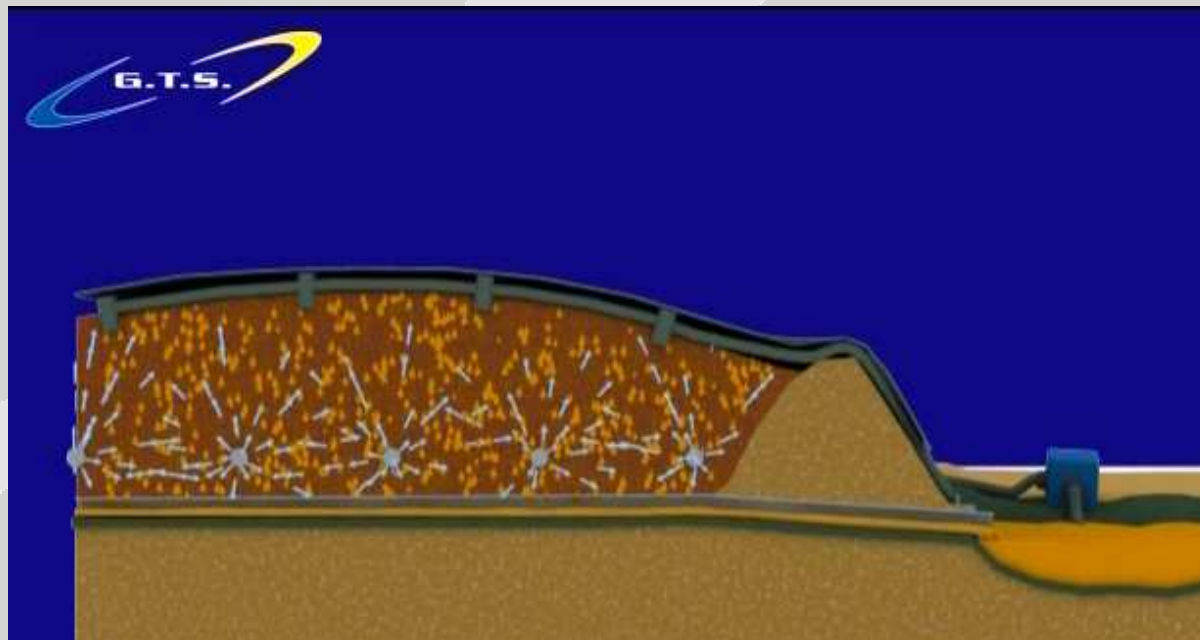
**Objectif de dépollution:**

**[HCT] < 2500 mg/kg**



## Technique retenue

- Excavation et tri des terres polluées:
- Traitement des terres en bio-tertre statique





## Photos du chantier

**Phase 1 : Réalisation d'un bassin de traitement  
avec les matériaux du site**





## Photos du chantier

### Phase 2 : Mise en œuvre des terres et équipement du biotertre





## Photos du chantier

## Phase 3 : traitement





## Suivi - contrôles

- **Bon fonctionnement des installations de traitement (pompes, surpresseur...)**
- **Évolution de la concentration en hydrocarbures dans les terres**
- **Colonisation et nature des micro-organismes par PCR (Polymérase chain reaction)**
- **Paramètres physico chimiques :**
  - **Perméabilité,**
  - **Température,**
  - **Concentration en oligo-éléments (azote , phosphore...)**



## Dates de réalisation et résultats obtenus

- Démarrage du traitement : 1er Décembre 2004
- Arrêt du traitement : 12 Mars 2005

