



ALIAPUR

VALORISATION DES PNEUS USAGÉS EN RÉAMÉNAGEMENT  
DE CARRIÈRE :  
UNE SOLUTION TOUT À FAIT SÛRE POUR L'ENVIRONNEMENT



**EUROVIA**

Une société de **VINCI** 

ÉTUDE D'IMPACT ENVIRONNEMENTAL



## 1 - PREAMBULE

➤ Cette synthèse de l'étude d'impact environnemental a été réalisée d'après les travaux des partenaires techniques suivants :



### ANTEA

#### Société d'ingénierie et de conseil

Les domaines de compétence d'ANTEA - eau, environnement, géotechnique - se sont développés à partir des sciences de la Terre et de l'Eau.



### EEDEMS

#### Evaluation environnementale, déchets, matériaux et sols pollués

Une structure de type GIS créée à l'initiative de 4 établissements publics de recherche : INSA Lyon



### SMC - Société Matériaux Caennais

#### Valorisation géotechnique des pneus usagés

Filiale d'EUROVIA, leader Bas Normand dans les métiers du recyclage en activités TP.



# SOMMAIRE

- 1 - Préambule
- 2 - Contexte de l'étude
- 3 - Objectifs de l'étude
- 4 - Instrumentation
- 5 - Analyses physico-chimiques
- 6 - Essais éco-toxicologiques
- 7 - Conclusion



## 1 - PREAMBULE

### ➔ Les partenaires

De 2005 à 2007,

- **ALIAPUR**, société en charge de la collecte, de l'élimination et de la valorisation des pneumatiques usagés, et
- **EUROVIA**, filiale du groupe Vinci, réalisant des infrastructures routières et des espaces publics.

ont conduit une **étude d'impact environnemental** des PUNR\* utilisés en réaménagement de carrière.

Elles ont confié la mise en œuvre expérimentale

- in situ, au bureau d'études **ANTEA** dans la carrière de la société **SMC** à Feuguerolles (Calvados).
- en laboratoire, au groupement d'intérêt scientifique **EEDEMS** sur la plateforme de l'Insa de Lyon,

## 2 - CONTEXTE DE L'ETUDE

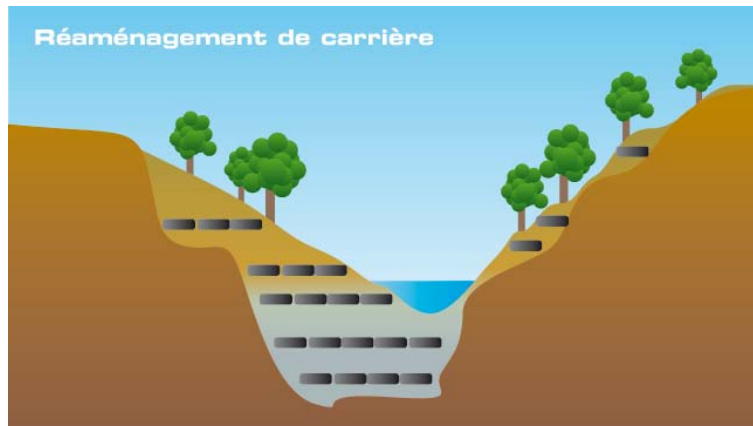
### ➔ Une nouvelle application de la technique "PNEUSOL®"

EUROVIA propose de mettre en œuvre des PUNR entiers selon la technique  
"PNEUSOL®" pour :

- ➔ réaménager d'anciennes carrières
- ➔ mettre en sécurité des sites encore

*Cette pratique est considérée comme une opération de valorisation des pneus usagés au titre du décret n°2002-1653 du 24/12/2002.*

*PNEUSOL® est une marque déposée par le Laboratoire Central des Ponts et Chaussées.  
Brevet WO 02/063105 A1 (15/08/2002)*



## 2 - CONTEXTE DE L'ETUDE

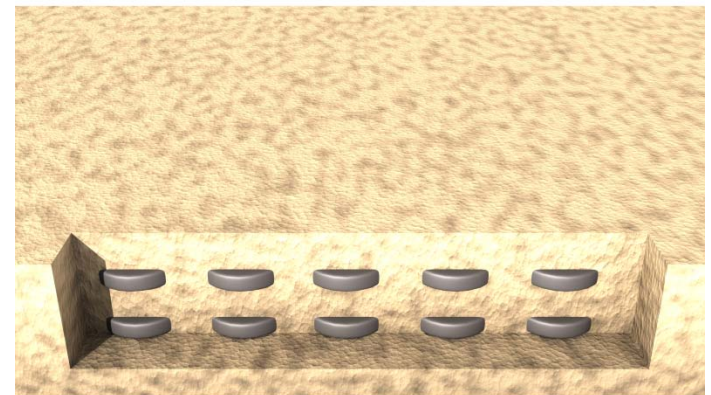
### ➔ La technique "PNEUSOL<sup>®</sup>"

"PNEUSOL<sup>®</sup>" : association de sols naturels et de pneus usagés, économique et simple à mettre en œuvre, conjuguant faible densité, allègement et résistance.

"PNEUSOL<sup>®</sup>" résulte de l'association de 2 éléments

➔ les **pneus** (= tous les éléments de pneus usagés susceptibles de supporter des **efforts de traction importants**),

➔ le **sol** (= toutes variétés de terrains naturels, artificiels ou déchets divers).





### 3 - OBJECTIFS DE L'ETUDE

## ➤ Evaluer les conséquences pour le milieu naturel

- ➔ **déterminer** et **quantifier l'impact environnemental par analyse des eaux de percolation** en tenant compte de la nature des différents matériaux pouvant être associés aux PUNR,
- ➔ **utiliser les résultats obtenus** pour contribuer à **l'élaboration de recommandations** d'utilisation et participer à une **démarche de normalisation**.



## 4 - INSTRUMENTATION

### ➔ Choix expérimentaux

L'étude de la bibliographie disponible a permis de **déterminer les paramètres susceptibles d'influencer les résultats** :

- pH des eaux,
- temps de contact (perméabilité des remblais et nappe phréatique),
- surface de contact (PUNR entiers, broyés, granulats,...),
- salinité, acidité des sols (silice, calcaire),
- immersion (nappe phréatique).

puis de **formaliser les choix expérimentaux** en conséquence.





## 4 - INSTRUMENTATION

### ➔ Reproduire au mieux les conditions du milieu naturel

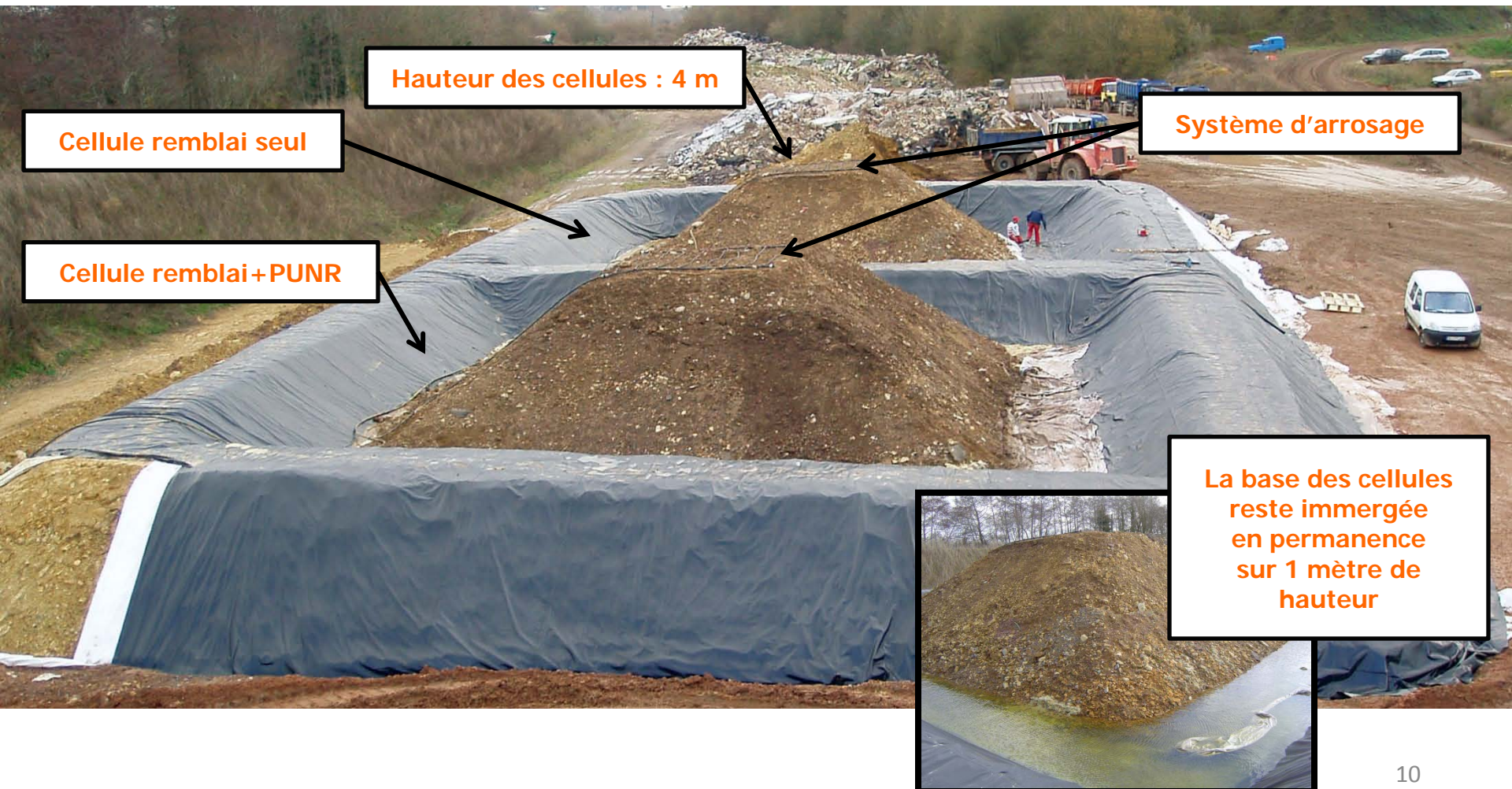
2 approches complémentaires :

#### ➔ in situ (site SMC de Feuguerolles)

- 2 cellules de 12 x 12 m :
  - 1 cellule remblai de Feuguerolles seul (témoin)
  - 1 cellule PUNR + remblai de Feuguerolles
- pluviométrie naturelle + arrosage systématique  $\Leftrightarrow$  **effets de la pluviométrie naturelle pendant plus de 20 ans.**
- une couche de pneus en contact permanent avec les eaux de percolation pour **simuler la présence d'une nappe phréatique.**

## 4 - INSTRUMENTATION

### ➔ Cellules d'essais de Feuguerolles



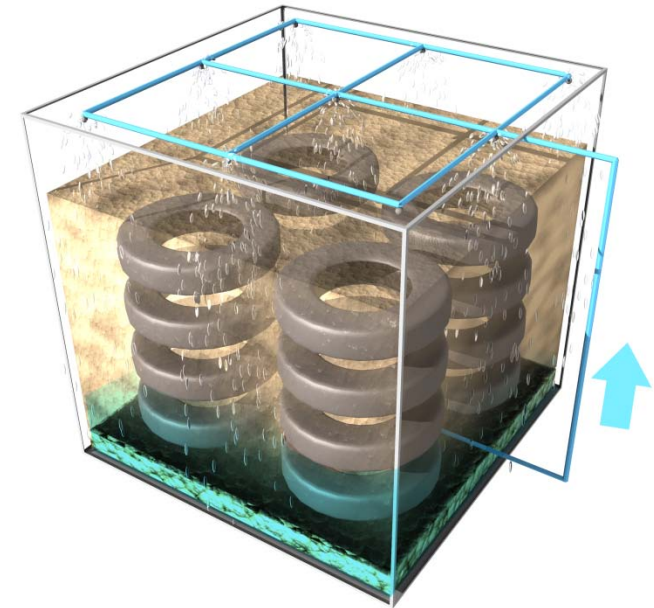
## 4 - INSTRUMENTATION

### ➤ Reproduire au mieux les conditions du milieu naturel

2 approches complémentaires

#### ➔ en laboratoire

- 5 casiers lysimétriques de 2,5 x 2,5 m :
  - 1 casier remblai de Feugueroles seul (témoin)
  - 1 casier PUNR + remblai de Feugueroles,
  - 1 casier PUNR + graves siliceuses,
  - 1 casier PUNR + graves calcaires,
  - 1 casier PUNR + terre argilo-limoneuse



- recirculation de l'eau pour simuler la percolation sur une **hauteur équivalente à celle d'une carrière.**

*N.B. en laboratoire, les données témoins pour les matériaux géologiques ont été déterminées en utilisant des colonnes de percolation.*

## 4 - INSTRUMENTATION

### ➔ Equipement des casiers lysimétriques



## 5 - ANALYSES PHYSICO-CHIMIQUES

### ➔ Des mesures répétées et exhaustives

➔ **35 échantillons d'eau** prélevés :

- casiers lysimétriques : 12 mois
- cellules in situ : 30 mois

➔ **46 paramètres analysés** :

(pH, conductivité, ammonium, cyanures, 13 métaux lourds, fluorures, chlorures, sulfates, nitrates, 16 hydrocarbures aromatiques polycycliques, hydrocarbures totaux, indice phénol, carbone total)

➔ une **comparaison systématique des résultats** :

- casiers lysimétriques / cellules in situ
- matériaux seuls (valeurs témoins) / matériaux + PUNR





## 5 - ANALYSES PHYSICO-CHIMIQUES

### ➔ Des résultats comparatifs concordants

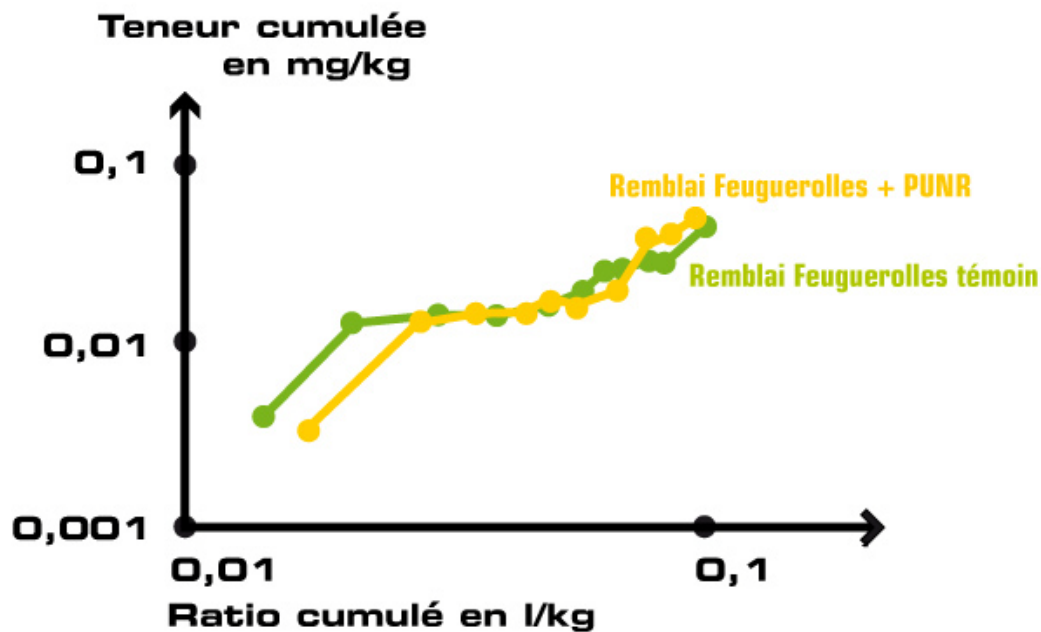
**Aucun enrichissement, aucune modification**  
des caractéristiques physico-chimiques significatifs,  
 **dus aux PUNR, n'ont été décelés quelles que soient**  
**les conditions d'usage :**

- comparaison remblai / remblai + PUNR
- comparaison graves siliceuses / graves siliceuses + PUNR
- comparaison graves calcaires / graves calcaires + PUNR
- comparaison terre argilo limoneuse / terre argilo limoneuse + PUNR
- comparaison essais in situ / essais en laboratoire

## 5 - ANALYSES PHYSICO-CHIMIQUES

### ➔ Des résultats comparatifs concordants

#### Teneurs cumulées en Zinc en fonction du ratio cumulé L/S

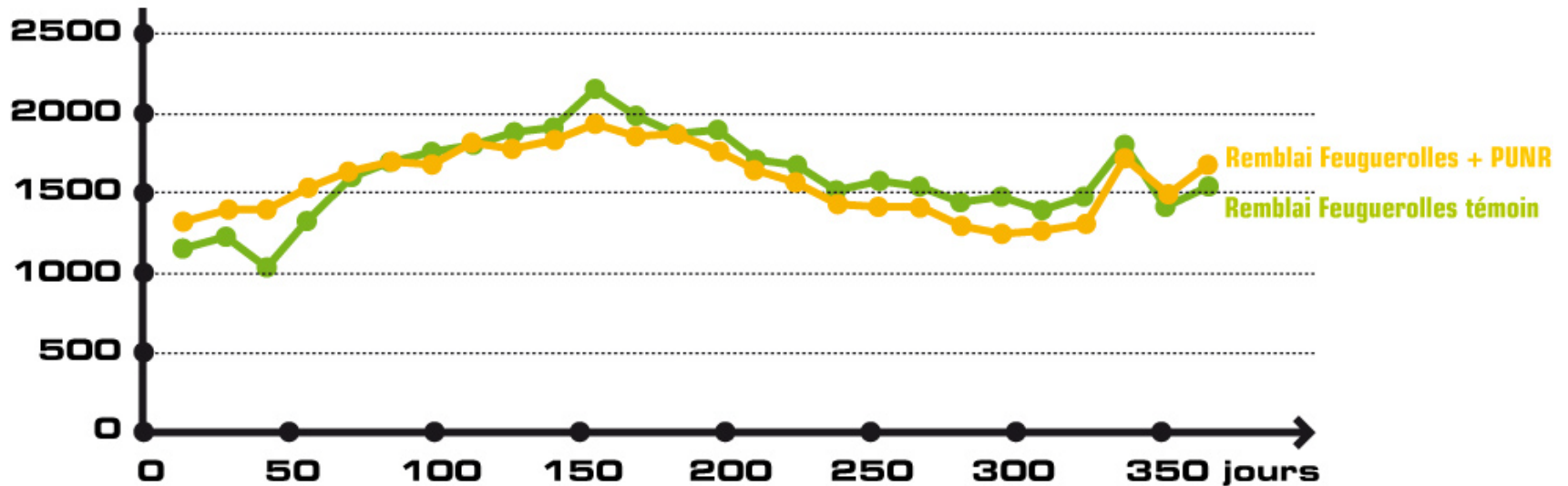


## 5 - ANALYSES PHYSICO-CHIMIQUES

### ➔ Des résultats comparatifs concordants

Evolution de la conductivité dans les lysimètres

$\mu\text{S/cm}$  à 20 °C



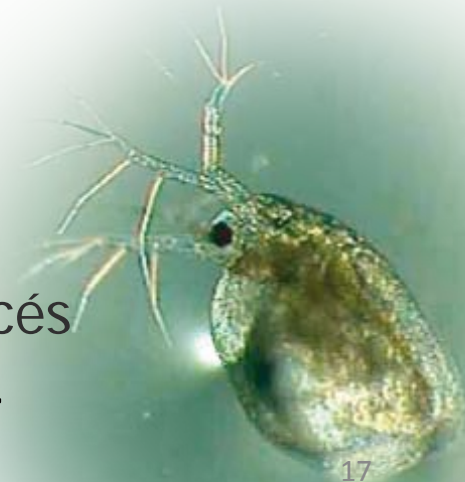




## 6 - ESSAIS ECO-TOXICOLOGIQUES

### ➤ Vérifier l'impact sur les êtres vivants

- ➔ Compléments indispensables aux analyses physico-chimiques pour :
  - tenir compte des synergies possibles entre substances
  - appréhender l'influence d'éventuelles substances non recherchées
- ➔ Tests effectués sur **5 échantillons** en contact avec les PUNR pendant 11 mois
- ➔ Recherche de toxicité aiguë sur les crustacés aquatiques
- ➔ Recherche de toxicité chronique sur les crustacés aquatiques et les algues vertes multicellulaires.





## 6 - ESSAIS ECO-TOXICOLOGIQUES

### ➤ Des essais concluants

On ne relève **aucune écotoxicité** sur les organismes animaux et végétaux :

➔ **l'utilisation des PUNR n'a aucun impact sur l'environnement, quel que soit le contexte géologique considéré.**



## 6 - ESSAIS ECO-TOXICOLOGIQUES

### ➔ Des essais concluants

Essais de toxicité	aiguë		chronique		chronique	
	<i>Daphnia magna</i>		<i>Pseudokirchneriella subcapitata</i>		<i>Ceriodaphnia dubia</i>	
Références	CE 50 24h *	UT	CE 50 72h **	UT	CE 20 5j	UT
Feuguerolles témoin sans PUNR	> 90%	< 1	> 80%	< 1,2	> 80%	< 1,2
Feuguerolles + PUNR	> 90%	< 1	> 80%	< 1,2	> 80%	< 1,2
Remblai carbonaté + PUNR	> 90%	< 1	> 80%	< 1,2	non quantifiable	
Remblai siliceux + PUNR	> 90%	< 1	> 80%	< 1,2	> 80%	< 1,2
Remblai argilo-limoneux + PUNR	> 90%	< 1	> 80%	< 1,2	≥ 80%	≤ 1,2

\*CE 50 : concentration efficace en percolats provoquant l'immobilisation de 50% d'un lot de daphnies soumis au test pendant 24h

\*\*CE50 : concentration efficace en percolats provoquant 50% d'inhibition de la croissance d'une population d'algues par rapport à un témoin sans percolats, après exposition pendant 72 heures.



## 7 - CONCLUSION



### ➤ La démonstration d'une innocuité environnementale

La valorisation de PUNR entiers en réaménagement de carrière, dans le cadre de la technique PNEUSOL est une solution sûre vis-à-vis de l'environnement quel que soit le contexte géologique et hydrologique.