



# Innovations en matière d'essais pilotes de traitement sur site

*On-site treatment testing innovations*

INTERSOL 2022 – Mercredi 22 juin

Guillaume BOITOUT – Chef de Projets – [guillaume.boitout@eiffage.com](mailto:guillaume.boitout@eiffage.com)





## Présentation de Gauthey

- **GAUTHEY est une filiale du Groupe EIFFAGE, spécialisée dans la réhabilitation de sites et sols pollués :**
  - Services d'ingénierie, de conseil et d'études d'avant-projet (essais sur site, PCT, définition de solutions de traitement optimisées...)
  - Réalisation de travaux de dépollution, majoritairement in-situ ou sur site
  - Conception interne des unités et pilotes de traitement (sols, air et eaux)
- **Nos certifications :**
  - LNE Domaines B et C : Ingénierie et de l'exécution des travaux de réhabilitation
  - ISO 9001 : Management de la qualité
  - ISO 14001 : Management environnemental
  - MASE : Management de la sécurité





EIFFAGE

**GAUTHEY**

Problématiques rencontrées et solutions



## Contexte

- **Création en 2007 du Plan de Gestion (PG), dont le but est d'identifier les techniques de dépollution (scénarios de gestion) possibles. Néanmoins, il a été constaté que les travaux de dépollution étaient engagés suite à la réalisation du PG alors que :**
  - Les données de base connues étaient insuffisantes : géologie, hydrogéologie...
  - Le choix de la technique de dépollution n'avait pas été validée par des essais sur site : imprécision sur les éléments de dimensionnement, cinétique...
  - Le contexte du site n'était pas pris en compte : accessibilité, place et temps disponible...
  - L'étendue et les caractéristiques des pollutions n'étaient pas bien définies/connues
  - Les éléments connexes n'étaient pas intégrés : nuisances induites, rejets...



**Les problèmes engendrés étaient les suivants :**

- **Techniques** de dépollution **inefficaces**
- Augmentation des moyens matériels et du temps de traitement : **augmentation importante du cout des travaux**
- **Nuisances importantes** pour les riverains



## Contexte

- Pour répondre aux problèmes précédemment exposés, une mise à jour de la méthodologie nationale de gestion des sites pollués a eu lieu en avril 2017 :
  - Introduction d'un nouvel outil (étude) : Plan de Conception des Travaux (PCT)
- Les objectifs du PCT sont :
  - Vérifier la faisabilité du traitement prévu sur site
  - Réaliser le pré-dimensionnement du traitement
  - Valider la pertinence des stratégies de dépollution proposées dans le Plan de Gestion (PG)



La validation de ces objectifs passe notamment par des essais préalables sur site permettant de :

- Acquérir des informations précises sur le site (caractéristiques des sols, accessibilité, environnement...)
- Valider l'efficacité de la technique prévue (récupération/élimination des polluants)
- Collecter des **données précises et fiables** permettant réaliser un pré-dimensionnement en vue du traitement à grande échelle



## Innovations

- Les innovations menées par EIFFAGE GAUTHEY concernent 3 techniques de dépollution fréquemment utilisées :

- Venting
- Sparging
- Biotertre (biodégradation aérobie)



Préalablement à la conception de ces solutions, certains critères primordiaux à respecter ont été définis :

- Matériel **facile à mettre en œuvre**
  - Matériel de mesure **précis et fiable**
  - **Acquisition et enregistrement automatique** des données au cours des essais
- 
- Les techniques de venting et sparging étant régulièrement couplées, ces deux techniques ont été regroupées dans une unité pilote.
  - Ces nouvelles solutions, issues de la conception interne de Gauthey, ont été brevetées.





## Solutions créées par Gauthey

- Les unités pilotes créées par Gauthey présentent les caractéristiques suivantes :
  - **Faciles à mobiliser et à mettre en œuvre** : matériel sur remorque VL ou sur skid, présence de l'ensemble des éléments en nombre suffisants et prêts à être raccordés ;
  - **Mesures par capteurs analogiques** : permet la mesure automatique de données (pression, débit, température...) de façon fiable et précise
  - **Enregistrement des données par automate** : un automate programmable permet l'acquisition et l'enregistrement automatique des données de fonctionnement de l'unité



Ces équipements permettent de répondre aux objectifs suivants :

- **S'affranchir des incertitudes de mesures** liées aux mesures humaines dans de mauvaises conditions et/ou avec du matériel de mesure imprécis ;
- Acquérir un **nombre de données suffisant** et de manière **précise/fiable** ;
- Réaliser des **essais de longue durée**, sans présence de technicien en continu



EIFFAGE

**GAUTHEY**

Essais pilotes de venting / sparging





## Venting / Sparging

### ➤ Présentation de l'unité pilote de venting/sparging

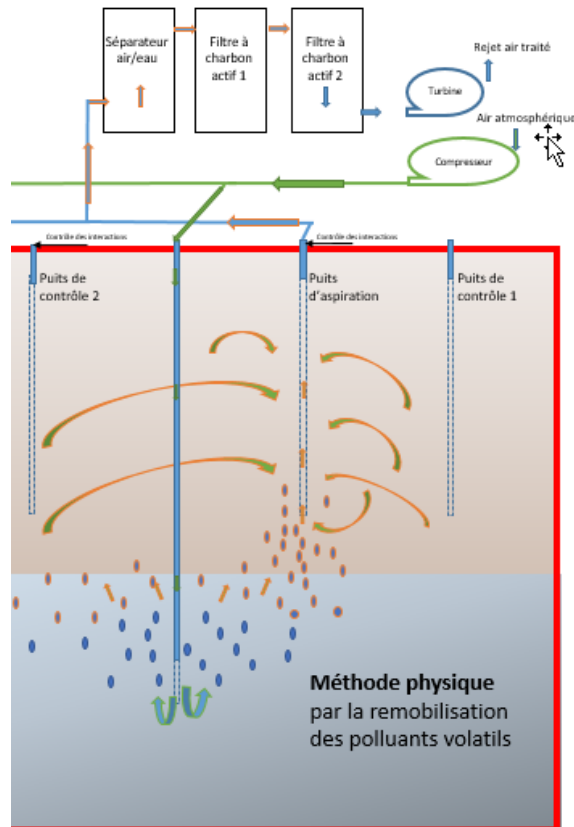




## Venting / Sparging

- **Venting (ventilation des sols) et Sparging (bullage de la nappe) :**

Principes :



### Innovations Gauthey :

- **Contrôle et mesure des débits** (pompage et/ou insufflation) **en continu**
- Mesure des **interactions** via des capteurs de pression et/ou dépression **précis au Pascal Pa**
- La réalisation d'une « **image instant T** » via un **enregistrement des paramètres en instantané** sur les différents ouvrages





## Venting / Sparging

### ➤ Présence d'un automate permettant de :

- Régler les débits de pompage (venting) / insufflation (sparging)
- Visualiser les paramètres de fonctionnement en continu au cours de l'essai, sur site ou à distance via interface web


départ cycle

email venting

auto

arrêt

remani



**AUTO**

vitesse

35

hertz

durée essai

80

minutes

temps restant

80

minutes

dépression brut

164

mbar

débit turbine

30

m3/h

température

20

°C

**TURBINE**

PC1

- 273

pa

PC2

- 127

pa

PC3

- 11

pa

PC4

0

pa

PC5

0

pa

PC6

0

pa

ACCUEIL

départ cycle

email sparging

auto

arrêt

remani



**ARRÊT**

vitesse

25

hertz

durée essai

20

minutes

temps restant

65503

minutes

pression brut

0

mbar

débit compresseur

0

m3/h

température

21

°C

**COMPRESSEUR**

PsC1

0

pa

PsC2

0

pa

PsC3

0

pa

PsC4

0

pa

PsC5

0

pa

PsC6

0

pa

Capteurs de dépression installés sur les puits de contrôle :  
-> Détermination du rayon d'influence

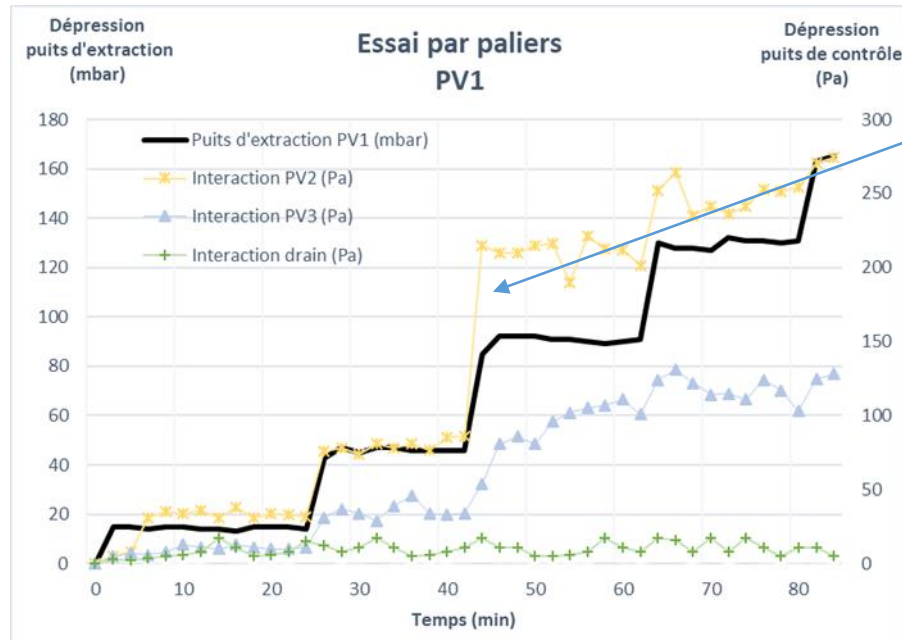
Capteurs de pression installés sur les puits de contrôle :  
-> Détermination du rayon d'influence

Permet un enregistrement automatique des données mesurées

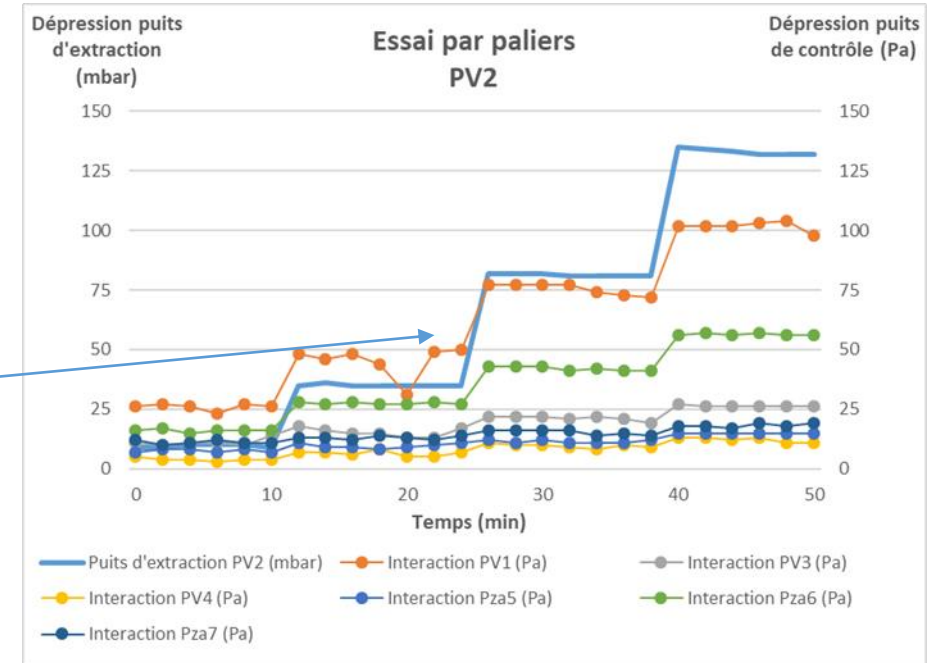


## Venting / Sparging

➤ Exemple d'utilisation des données issues d'un essai de venting :



Interactions  
enregistrées en  
automatique



### • Objectifs :

- Détermination du **rayon d'influence**
- Détermination du **couple débit/dépression optimal**
- Détermination du **flux massique de polluant extrait**
- Estimation plus précise du cout et de la durée du traitement à grande échelle



EIFFAGE

**GAUTHEY**

Essais pilotes de biodégradation





## Biotertre

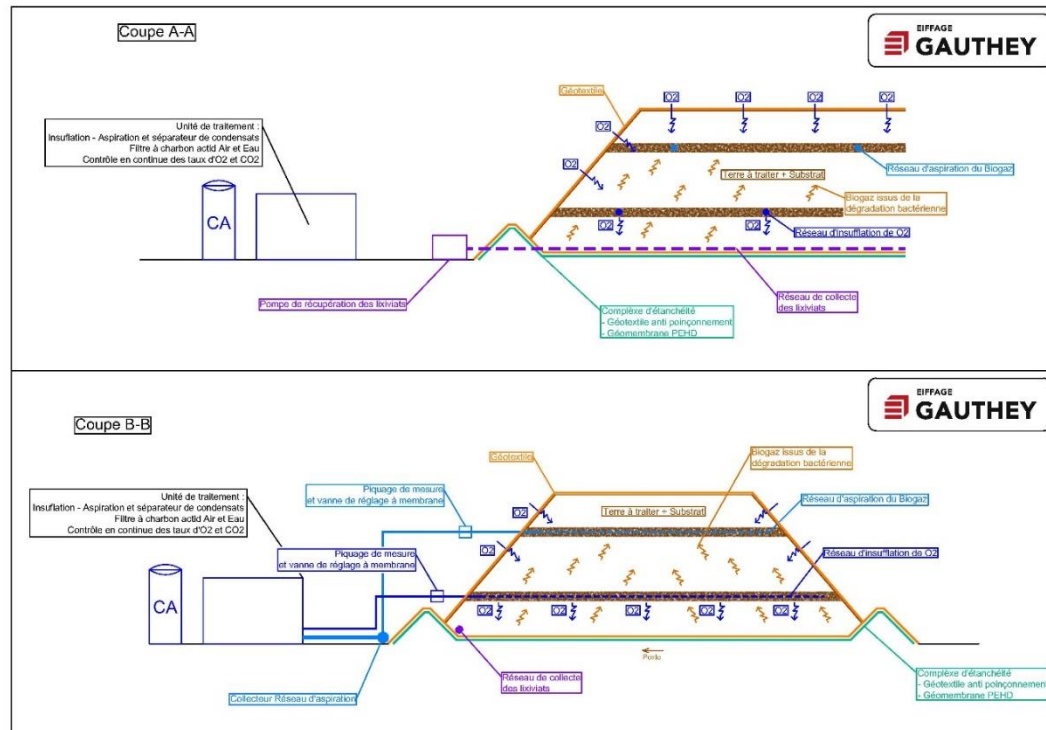
### ➤ Présentation de l'unité pilote de biotertre (biodégradation aérobie)





## Biotertre

- Biotertre (biodégradation aérobie) :



### Innovations Gauthey :

- **Réalisation d'un essai de traitement en conditions réelles sur site** (soumis aux aléas climatiques)
- Essai réalisé sur **2 Tonnes de terres** au lieu de quelques kilos
- **Facile à mettre en œuvre** via un container métallique équipé
- Collecte des **données précises et fiables** permettant réaliser un pré-dimensionnement en vue du traitement à grande échelle (température, vitesse et teneurs  $O_2/CO_2$  des flux entrants et sortants...)

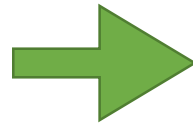




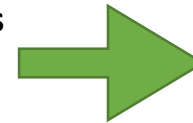
## Biotertre



Étude du dossier  
Faisabilité technique



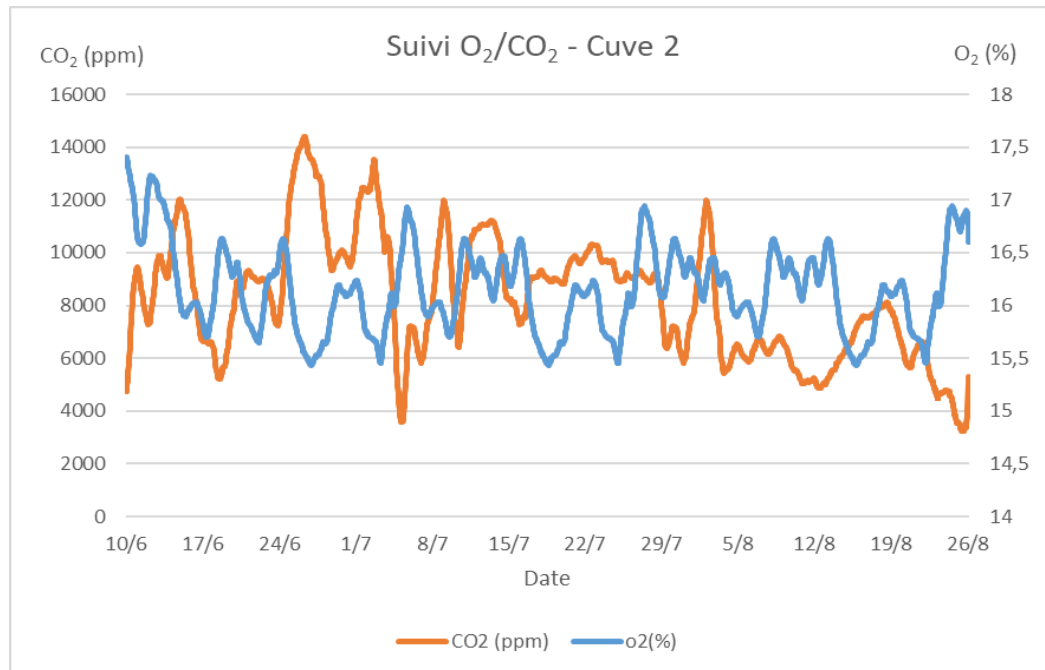
Définition des différents substrats  
Bio augmentation



Première exploitation des données sur le terrain  
Paramétrage des essais en conséquence



## Interprétation des résultats



Extraction des données enregistrées pour établir :

- la cinétique de respiration
- Les meilleures conditions d'exploitation du biotertre



Analyse ADN /ARN pour:

- Quantifier les souches bactériennes présentes
- Identifier les meilleures conditions pour leur développement



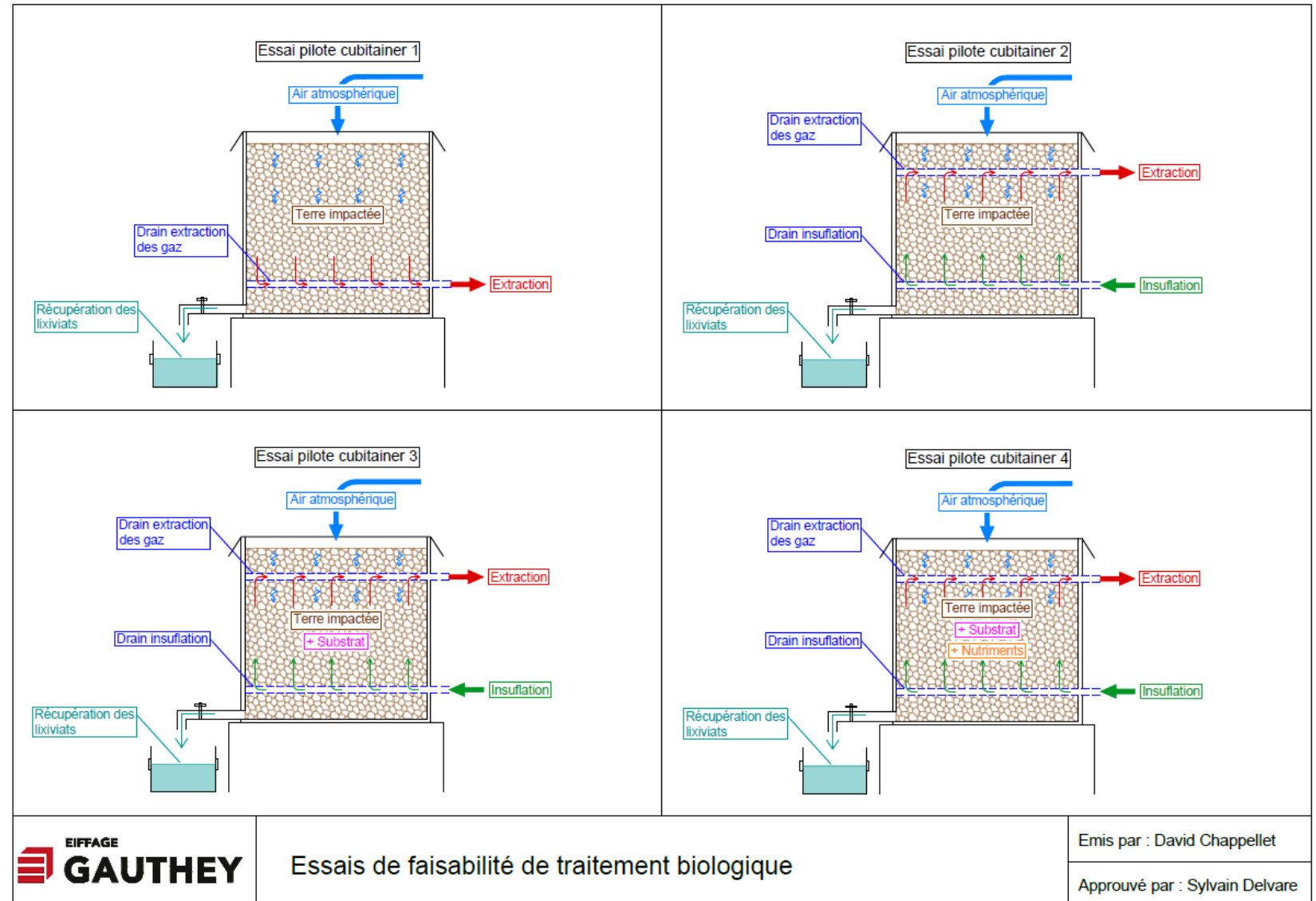
## Bioterre

### • Exemple d'utilisation



### • Objectifs :

- Détermination des **meilleures conditions de biodégradation** (insufflation et extraction d'air, apport de substrat et/ou de nutriments)
- Détermination de la **cinétique de biodégradation**
- **Estimation plus précise du coût et de la durée du traitement à grande échelle**





EIFFAGE

**GAUTHEY**

Conclusion





## Conclusion

- Grâce à ses compétences internes, GAUTHEY a conçu des unités pilotes permettant :
  - Une **facilité de mise en œuvre**
  - La réalisation d'essais à une **échelle représentative** et dans les **conditions** qui seront effectivement **rencontrées en phase travaux**
  - L'enregistrement de **mesures précises et fiables** afin de définir les **paramètres essentiels au dimensionnement** du traitement à grande échelle
  - La réalisation d'essais **longue durée en toute autonomie**
  - Une **estimation plus précise des couts de dépollution**