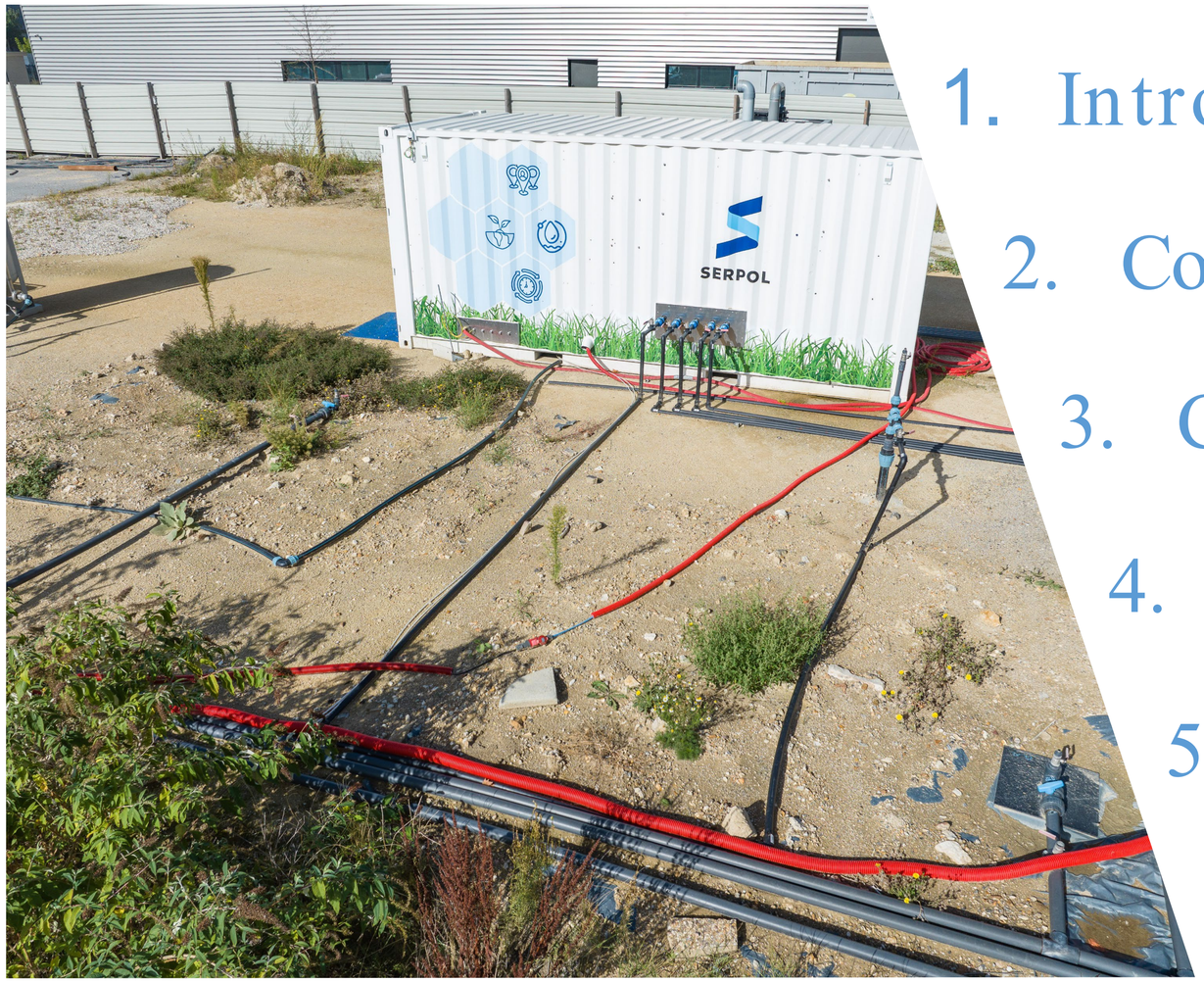
L’oxydation chimique en soutien à un traitement de venting-sparging

Des essais pilotes au traitement pleine échelle

SOMMAIRE



1. Introduction

2. Contexte et missions

3. Caractérisation

4. Essais pilotes

5. Traitement pleine échelle

6. Bilan

La méthodologie SSP

Les étapes clés

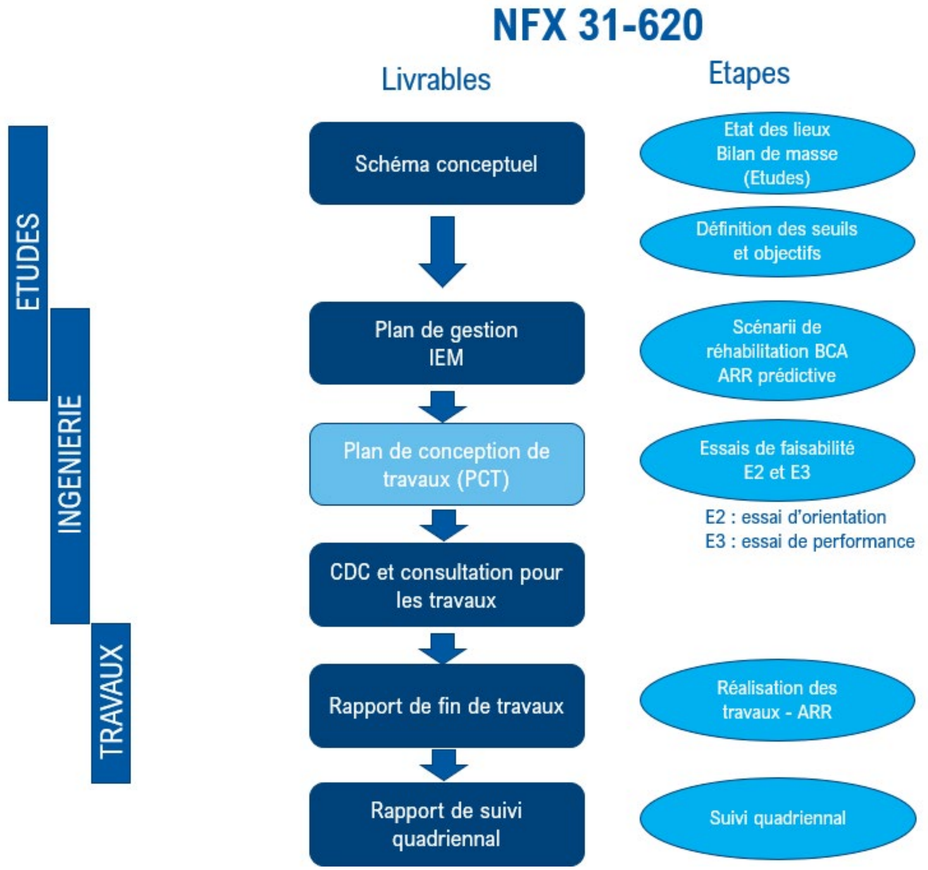
Prérequis :

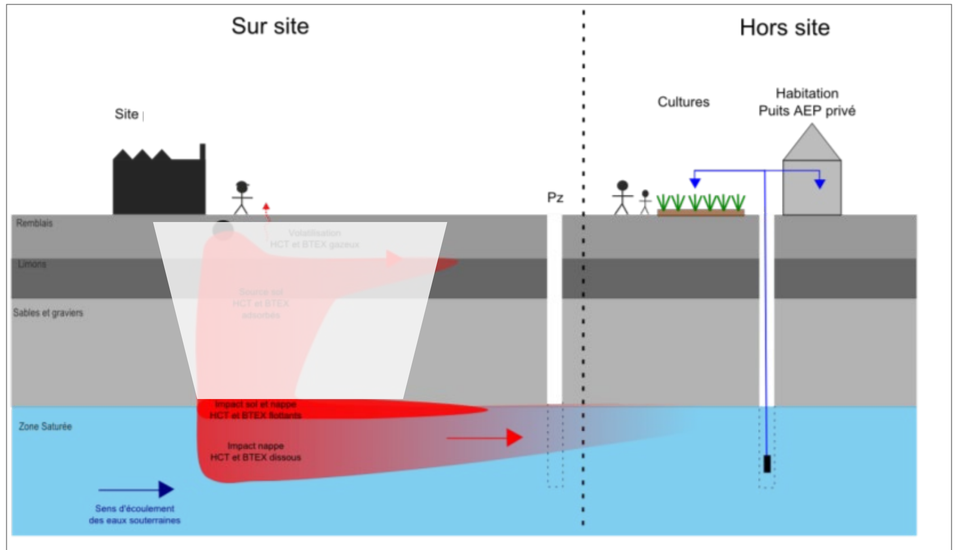
- ❑ Schéma conceptuel fiable
- ❑ Pollution concentrée identifiée, délimitée et quantifiée
- ❑ Seuils et objectifs de réhabilitation définis

Sécuriser le projet de réhabilitation

- Tester la faisabilité des techniques de dépollution
- Elaborer la stratégie de dépollution (combinaison de plusieurs techniques)
  - ✓ Objectifs
  - ✓ Délai
  - ✓ Budget
  - ✓ Aléas

- Travaux de dépollution passés
- Changement d'usage
- Evolution des méthodes analytiques





Contexte historique

- Ancien site industriel dépollué au début des années 2000 (PV de récolement obtenu de l'administration)
- Impact majoritaire en hydrocarbures et BTEX dans la zone non saturée et zone de battement de nappe
- Travaux ayant consisté en une excavation jusqu'à 10 m de profondeur
- Traitement des eaux de fouille par oxydation chimique en circuit fermé
- Remblaiement de la fouille avec matériaux d'apport

Contexte du projet

- Aménagement de la ZAC en cours :
  - Voiries principales
  - Réseaux électriques
  - Réseaux d'eau et assainissement

- Projet Immobilier sur une parcelle de la ZAC pour un usage tertiaire, avec un niveau de sous-sol
  - Investigations réalisées à 10 m de profondeur dans le cadre du projet immobilier
  - Impact résiduel identifié en COHV (0-6 m) et Hydrocarbures volatiles (6-10 m)
  - Ancien exploitant prenant à sa charge un plan de gestion pour s'assurer de la compatibilité avec l'usage futur
  - Timing très serré imposé par le projet immobilier : date de démarrage des travaux immobilier imposée

Missions confiées à SERPOL

- Accompagnement de l'Industriel et de son Bureau d'études pour évaluer les solutions envisageables au Plan de Gestion puis au Plan de Conception de Travaux

- Identification des données complémentaires à acquérir pour sécuriser les solutions retenues
  - Caractérisation complémentaire des sols pour établir le bilan de masse sur l'emprise à traiter
  - Essais en laboratoire
  - Essais pilotes de terrain pour chaque technique, pour confirmer la faisabilité en fonction des contraintes du projet et établir le dimensionnement pour la rédaction du PCT

Caractérisation complémentaire

❖ Les masses estimées dans le cadre du plan de gestion étaient issues d'interpolation des données existantes, qui présentaient une forte variabilité en fonction des zones à traiter (densité, horizons analysés…), et, par conséquent, de fortes incertitudes sur le dimensionnement futur des travaux de traitement.

❖ **Objectif :**

- Délimiter horizontalement et verticalement le résiduel
- Quantifier le bilan de masse
- Définir le programme d'essais des techniques envisagées

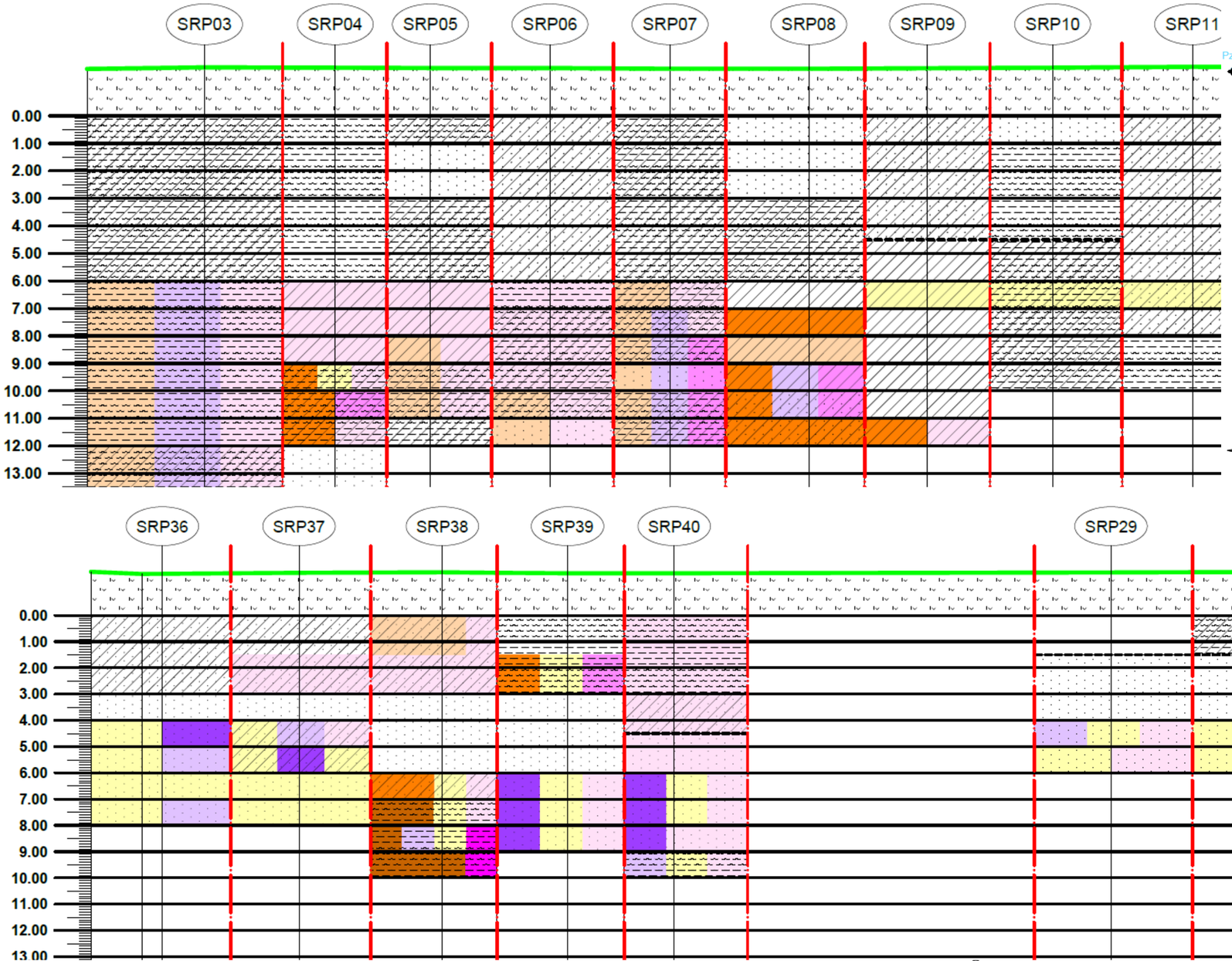
❖ **Programme proposé :**

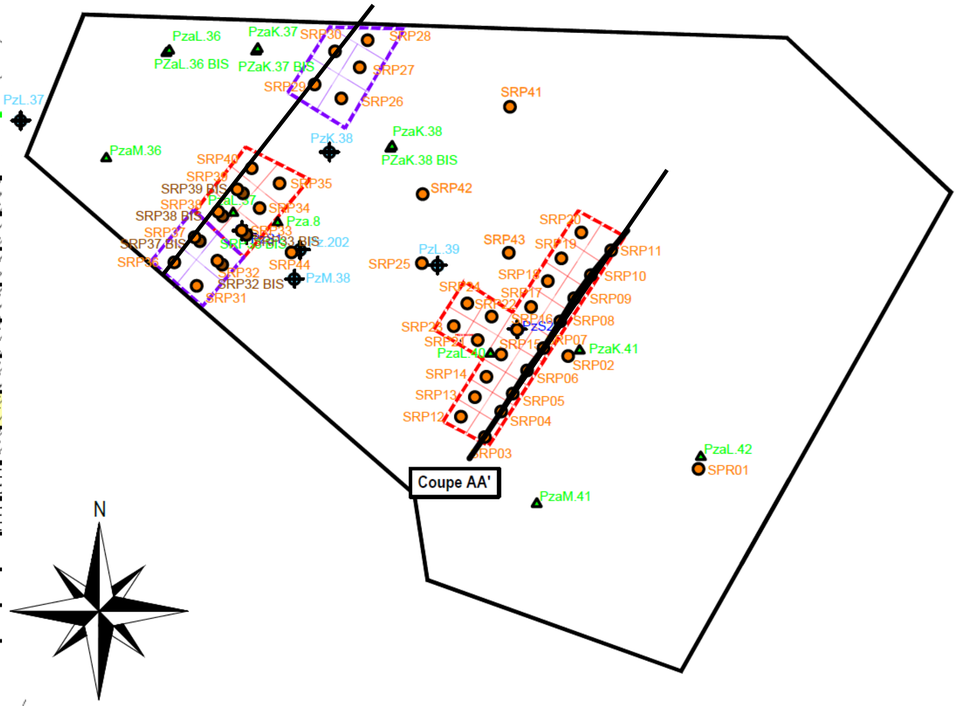
- 50 sondages (mailles 5*5m) de 6 à 10 m de profondeur
- 150 échantillons de sols

Résultats des investigations :

- Anomalies régulières > 1 000 ppmV (dès 8 m de profondeur)
- Prolongement des sondages à 13,5 m
  - Maximum de 4 223 ppmV entre 10 et 11 m de profondeur
  - Bilan de masse actualisé à 23,2 tonnes d'hydrocarbures C5-C10

Caractérisation complémentaire





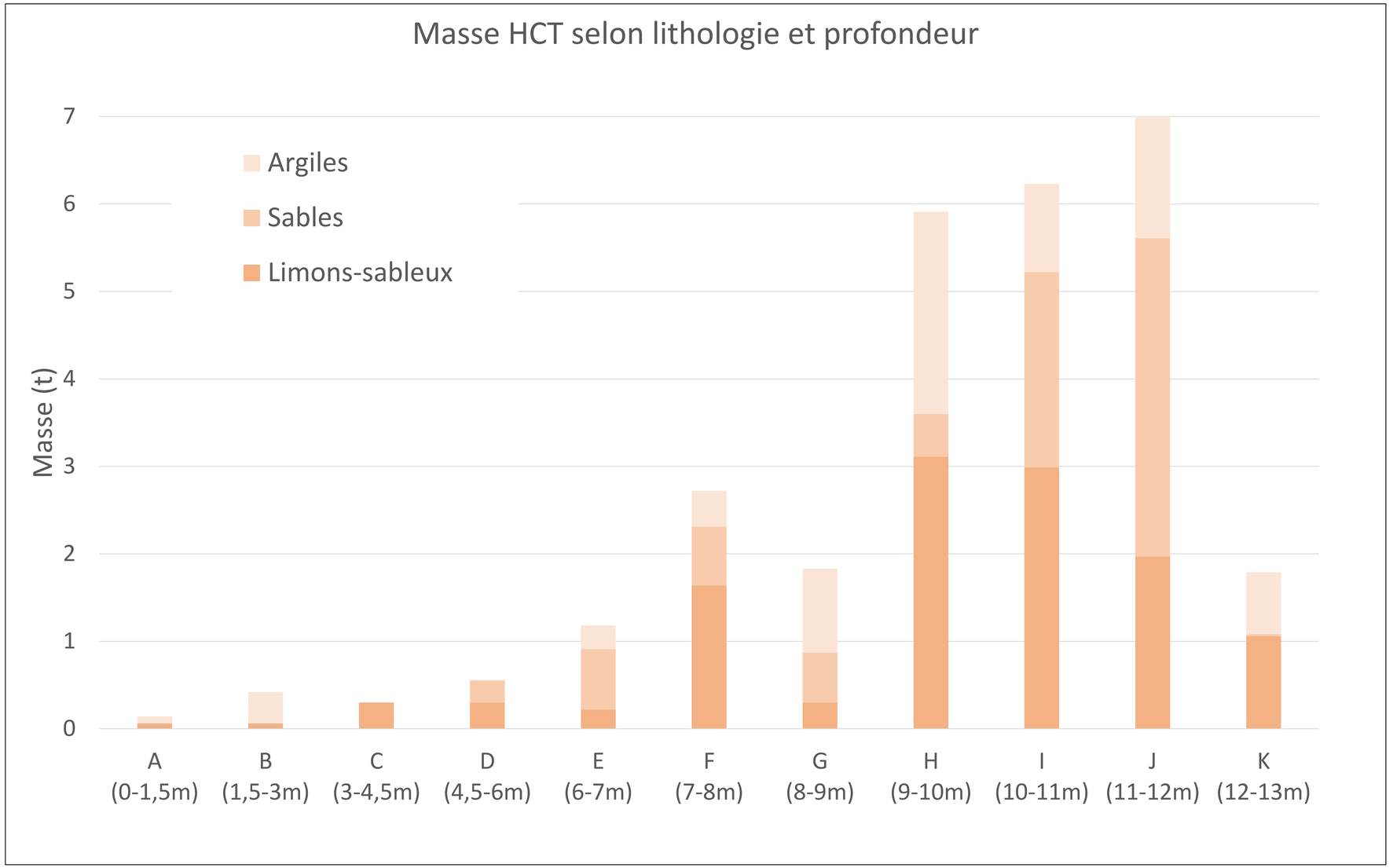
LÉGENDE:

Limons argileux | Limons sableux | argiles | sables

Impacts identifiés dans les sols:

C5-C10	500-1000	C10-C40	500-1000	COHV	0-100	BTEX	0-500
C5-C10	1000-3500	C10-C40	1000-3500	COHV	>100	BTEX	500-776
C5-C10	>3500	C10-C40	>3500			BTEX	>776

Caractérisation complémentaire



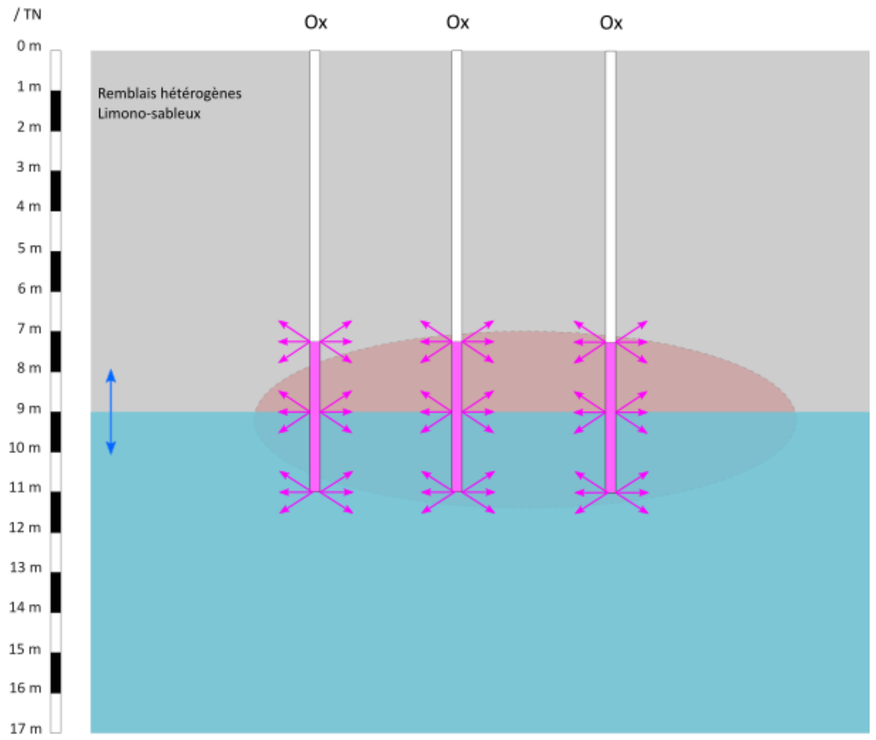
Hydrocarbures C5-C10 :

23,2 tonnes

⚠ 50% de la pollution au-delà de 10 m

L’oxydation chimique

Principe



Principes fondamentaux :

- Réactivité
- Mise en contact
- Durée

3 Oxydants principaux :

- Fenton (H2O2 activé Fer, pH acide)
- Permanganate (Na ou K)
- Persulfate activé (pH basique, H2O2, …)

Mode :

- Injection in-situ direct push, TAM, SPIN Injectis
- Soil-mixing
- BPR









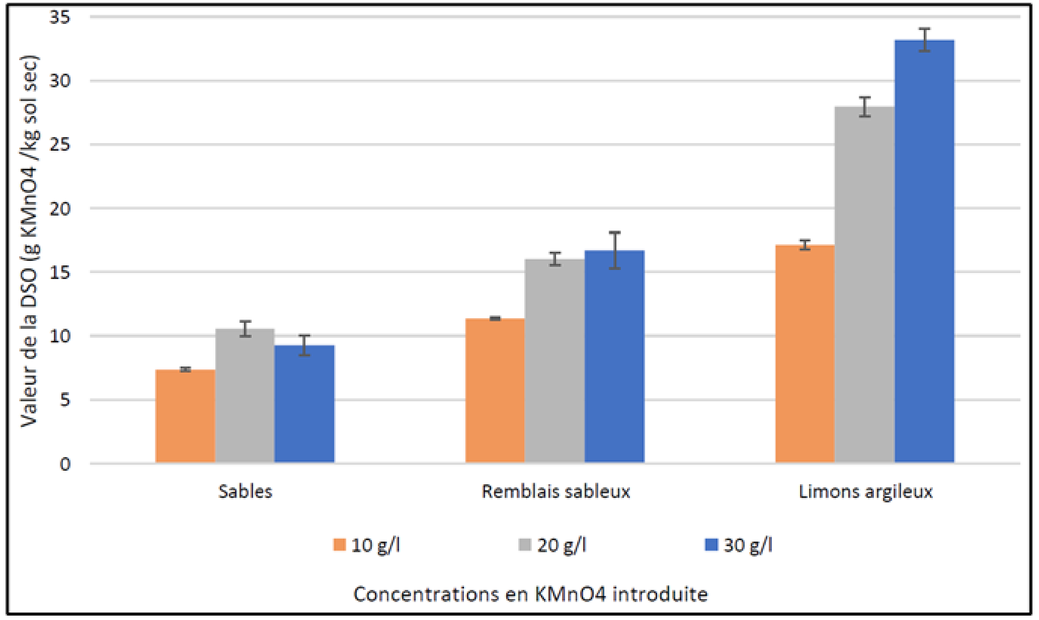




Essai d'oxydation chimique

Essai laboratoire - DSO

- Identifier la demande du sol naturel en oxydant
- Choix porté sur la réaction de FENTON (acide citrique / sulfate de fer / peroxyde d'hydrogène)



Essai d'injection en puits

- Absence de rayon d'influence autour de l'ouvrage et jusqu'à 35 m
- Pas de diminution locale des teneurs en polluants

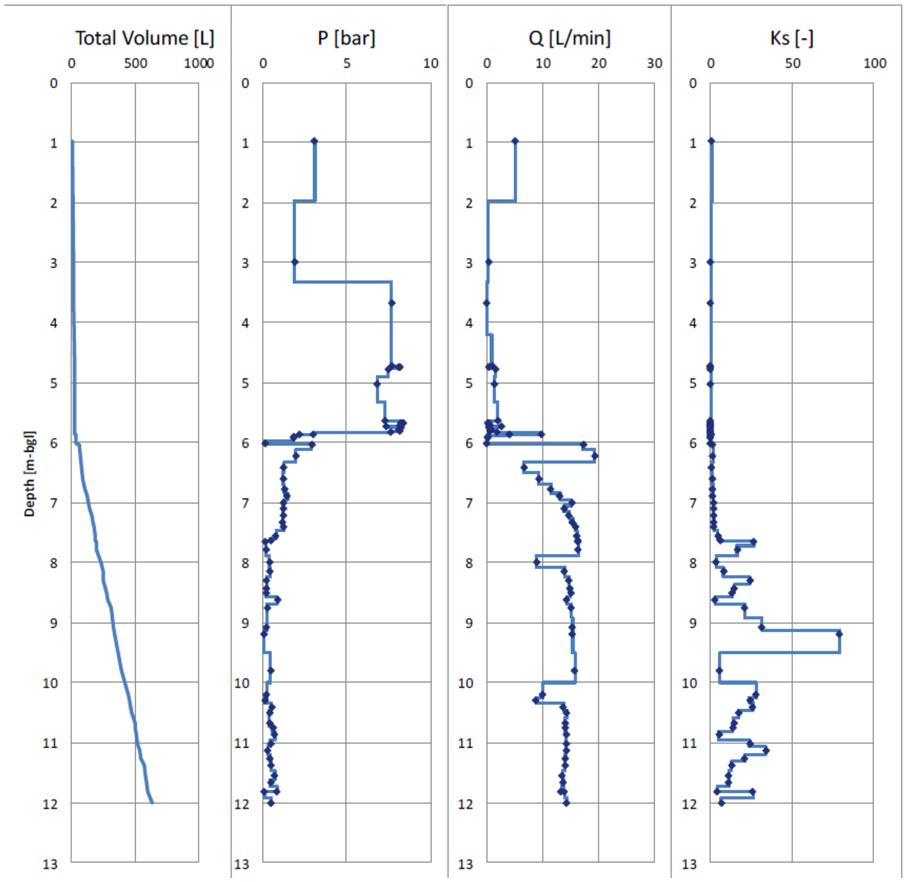


Essai d’oxydation chimique

Essai d’injection in situ par imprégnation

Dimensionnement :

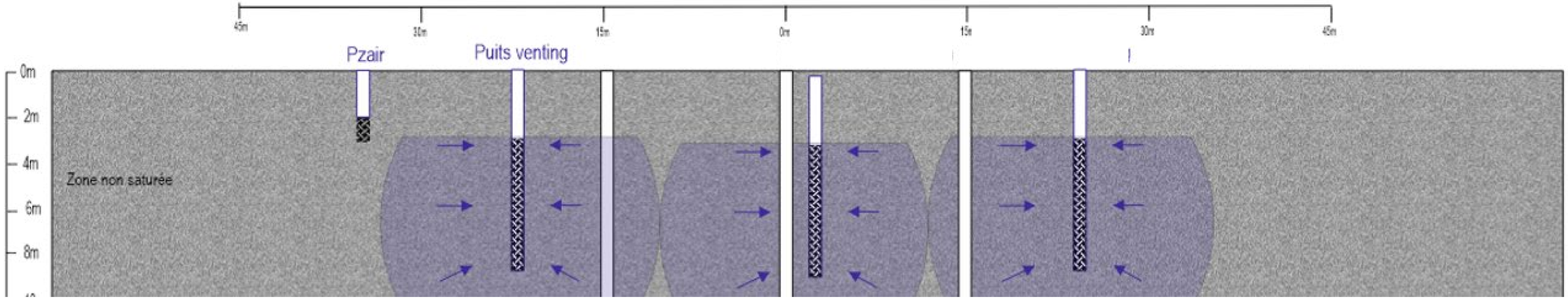
- Injection en zone non saturée et saturée
- Pression d’injection faible (< 2 bars)
- Débits: 10 L/min (argiles), 20 L/min (sables)
- Rayon d’action faible : 1,5 m



Traitement par ISCO sur 6 mois :
Coûts en réactif et prestation très élevés

Venting

Principe



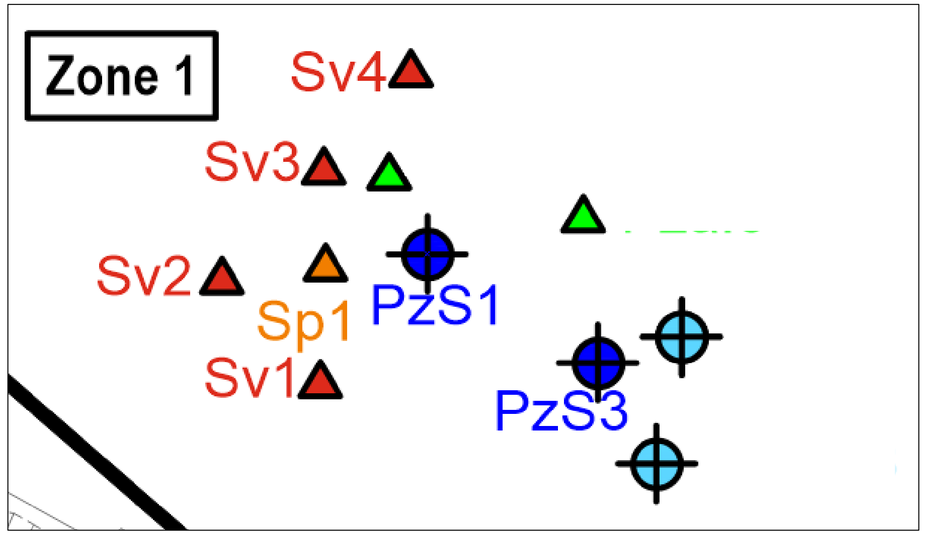


Extraction des polluants volatils par dépressurisation des sols

Traitement des gaz extraits sur charbon actif



Essais Venting



Légende:

- Aiguille de venting
- Piézair
- Ouvrage de sparging
- Piézomètre existant
- Nouveau piézomètre

➢ Dimensionnement

- Rayon d'action des ouvrages de venting = 5 m
- 16 aiguilles de venting
- Débit de pompage moyen = 50 à 60 m^3/h par aiguille
- Flux estimé par aiguille : 300 à 400 g/jour

Traitement par venting sur 6 mois :
1,2 t d'hydrocarbures (abattement de 5 %)

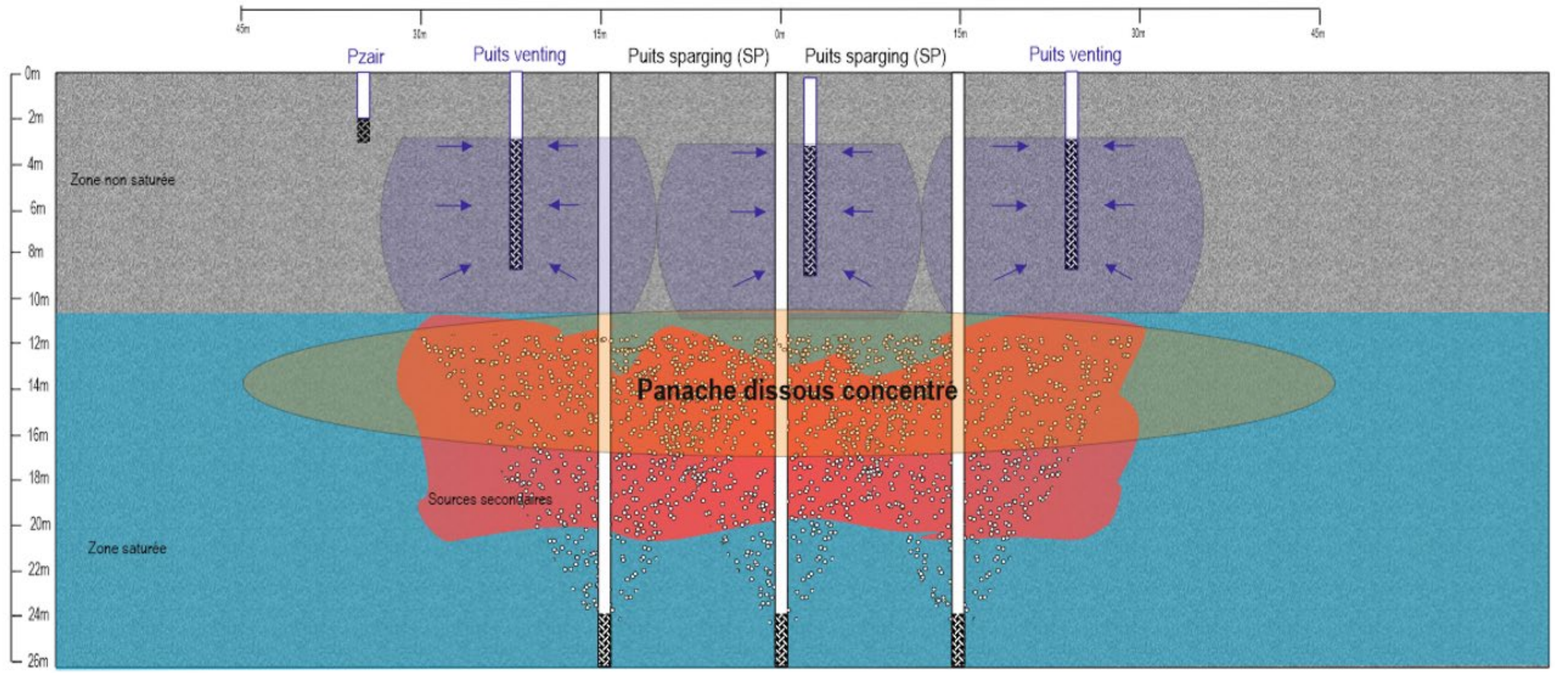
Sparging – venting

Principe

Sparger les polluants dissous des eaux souterraines
Par injection de bulles d'air

Extraction des gaz du sol
Par Venting

Traitement des gaz extraits sur charbon actif







Essais Venting-Sparging

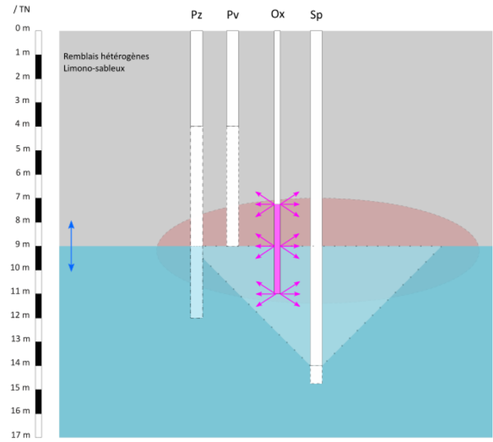
Dimensionnement :

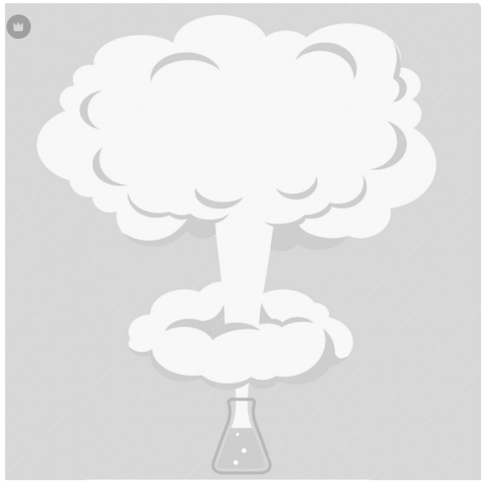
- Rayon d'action des ouvrages de venting = 5 m
- 16 aiguilles de venting
- Rayon d'action des ouvrages de sparging = 10 m
- 9 aiguilles de sparging
- Débit de pompage moyen = 50 à 60 m^3/h par aiguille
- Flux estimé par aiguille : 1.2 à 1.4 kg/jour

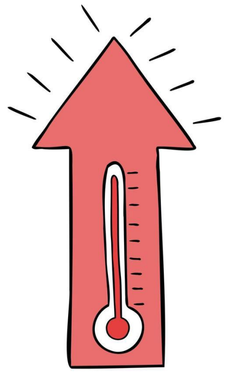
Traitement par Venting/Sparging sur 6 mois :
4 t d'hydrocarbures (abattement de 17 %)

L’oxydation chimique

Pas suffisant mais peut-être utile !









Bilan pour dimensionnement pleine échelle



Contraintes projet

- Planning : emprise disponible 6 mois
- Emprise de chantier modulable selon les phases de travaux
- Coactivité très présente autour et dans l'emprise de travaux
- Réseaux eau et électrique déjà en place

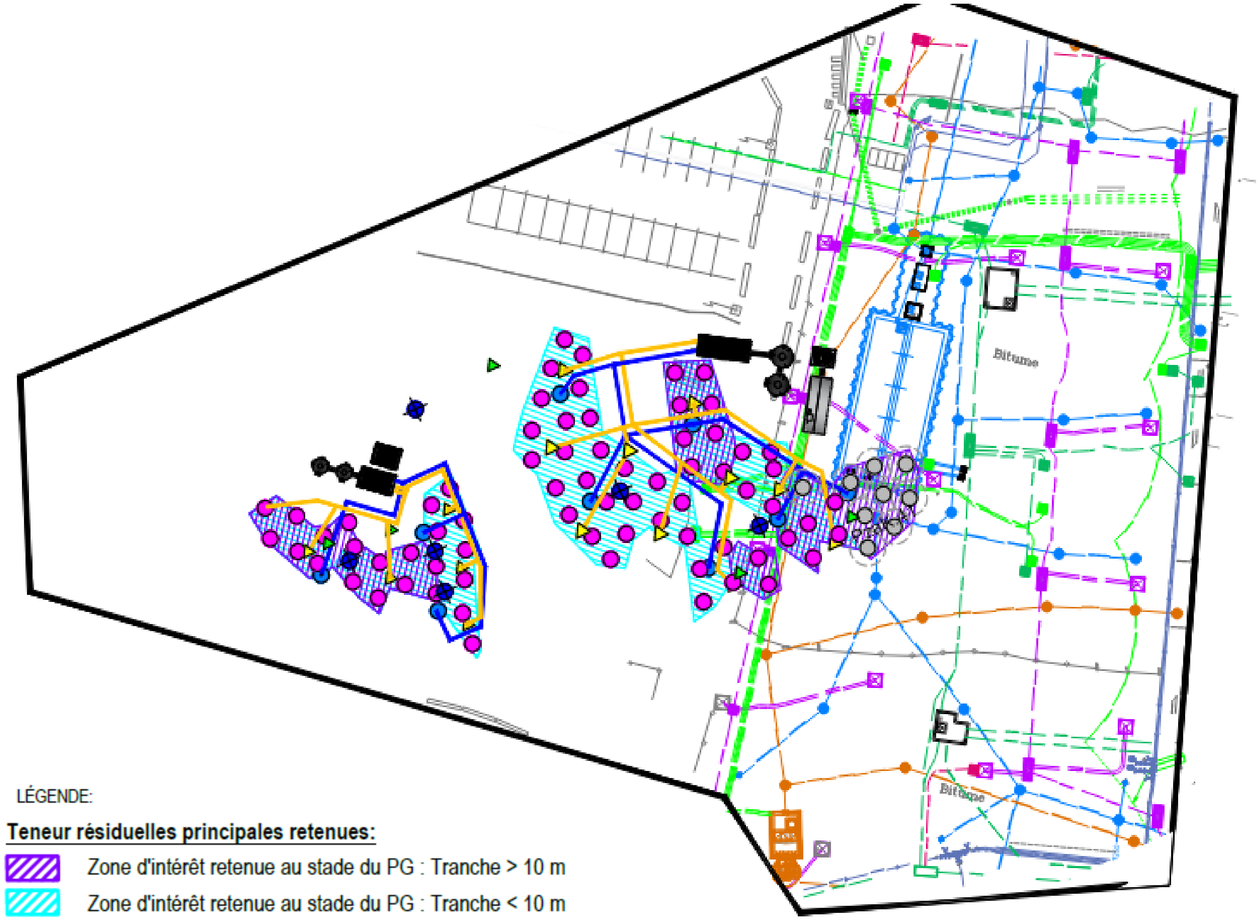
Essais pilotes

- 3 techniques efficaces sur la pollution
- Oxydation seule : très coûteuse
- Venting seul : abattement insuffisant
- Venting/Sparging : abattement insuffisant

REX SERPOL

- Utilisation des effets secondaires de la réaction de FENTON comme soutien à un traitement par venting/sparging

Mise en œuvre Traitement



LÉGENDE:

Teneur résiduelles principales retenues:

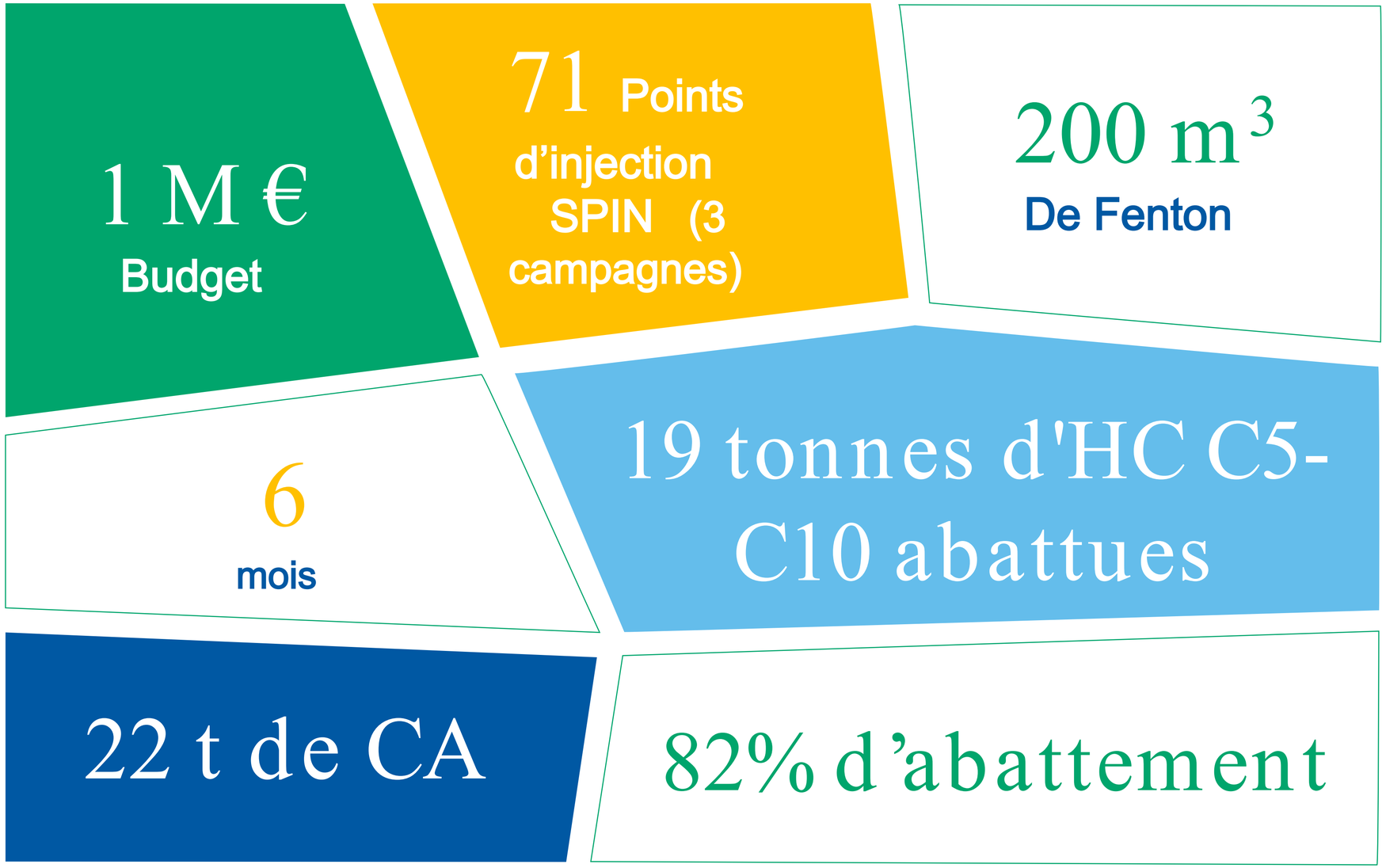
- Zone d'intérêt retenue au stade du PG : Tranche > 10 m
- Zone d'intérêt retenue au stade du PG : Tranche < 10 m
- Réseau venting
- Réseau sparging
- Puits d'injection
- Puits de sparging
- Aiguilles de venting
- Piézomètres
- Piézairs
- Citerne stockage eaux
- Container 20 pieds
- Container 10 pieds
- Skid d'injection
- FCA air 2 m³



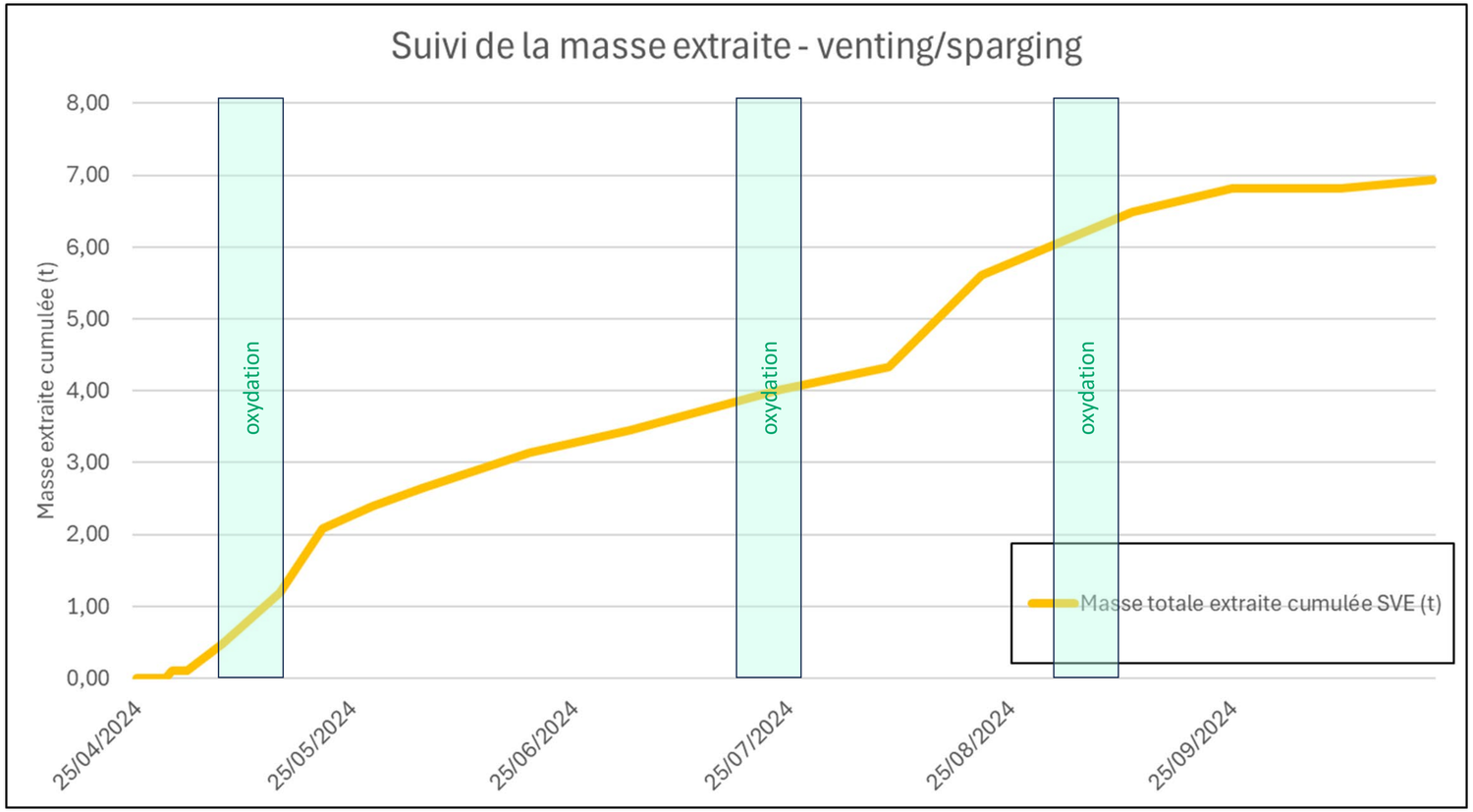




Full scale : Venting-Sparging couplé à oxydation chimique



Mise en œuvre Traitement



Performance du Venting / Sparging 75 % plus élevée qu'estimée sans oxydation

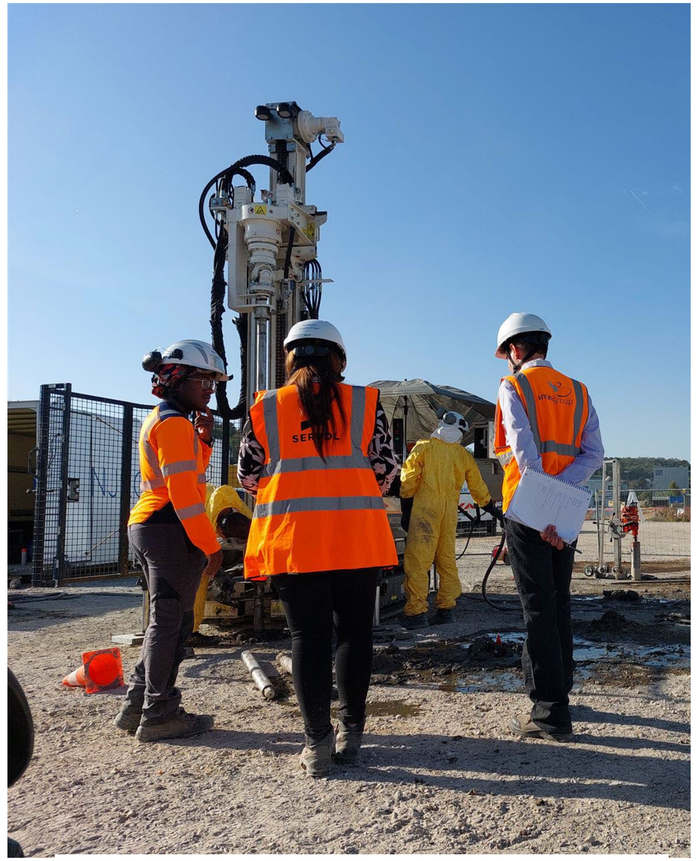
Bilan

Points importants pour un projet réussi

-
- **Echanges** constructifs et adaptation dès le PG et lors du PCT
  - Client / BE / Travaux / prestataires

- **Technique & Pilotes sur site**
  - Essentiel
  - Ne pas tester qu’une seule technique

- **Ingénierie pour une solution sur-mesure à chaque site**
  - Expertise technique / laboratoire interne





Merci