

Gestion des terres sur site Projet d'aménagement hors contexte ICPE

La Démarche du Plan de Gestion et la
gestion en l'absence de valeurs VCI-VDSS

10 juin 2008

Philippe Pouget-Abadie – Directeur Bureau de Paris

Tudor Pricop-Bass – Directeur Technique Adjoint

URS

Qui est URS

www.urscorp.eu/france



- 55 000 personnes dans le monde, 150 en France
- En France, bureaux à Paris, Lyon, Aix-en-Provence, Strasbourg et Lille
- Principales activités en France
 - Sites et sols pollués
 - Risques chroniques et accidentels
 - Audits de cession / acquisition
 - Développement durable / systèmes de management HSE

Objet de la présentation

- Description de l'approche méthodologique en l'absence de VDSS / VCI
- Cas fictif inspiré d'un cas réel



- Pas de discussion concernant
 - L'encadrement par les pouvoirs publics
 - Le détail des méthodes de prélèvement

Contexte

- Ancienne usine avec des activités de métallurgie fermée il y a une trentaine d'années
- Partie d'une friche de 11 ha située en zone urbaine (environ 3 ha) concernée par un projet d'aménagement
- *Le Promoteur* a un projet immobilier comprenant un parc d'activités tertiaires et artisanales (bureaux, halles et un restaurant d'entreprise)



Etudes

- Objectif : caractériser le site, déterminer les contraintes pour le projet d'aménagement et l'adapter si nécessaire
- Etudes URS initiées en 2006 (avant la circulaire de février 2007)
- Approche itérative (environ 200 k€)
 - Investigations initiales adaptées au projet d'aménagement (sols selon maillage, eaux souterraines)
 - Investigations complémentaires (piézomètres complémentaires, MIP et gaz du sol) ciblées sur les zones sources
 - Bilan coûts / avantages et Analyse des Risques Résiduels préliminaire (ARR préliminaire)

Investigations – prélèvements

- Objectifs

- Caractérisation du site
- Evaluation de sa compatibilité avec l'usage retenu
- Détermination des coûts des travaux de gestion des terres et de réhabilitation éventuels (sols et eaux souterraines)










- Programme d'échantillonnage

- 124 sondages à 5 m (dont environ 40 au droit des futurs bâtiments), prélèvement de 2 à 3 échantillons de sols par sondage (au total environ 320 échantillons analysés)
- 10 piézomètres à 10 m (eaux souterraines à environ 5 / 6 m de profondeur)

Localisation des prélèvements



Légende :

-  Emprise des futurs bâtiments du projet
-  Limite du site
-  Maillage de 15 m x 15 m
-  Piézomètre
-  Sondage de sol
-  Sens d'écoulement de la nappe souterraine
-  Zone à risque historique



Investigations – analyses

- Programme analytique

- Pour les sols

- Métaux, coupes TPH Working Group, COHV, BTEX, HAP, PCB, MTBE, phénols (320 analyses)
 - Granulométrie et COT (10 analyses)

- Tests de lixiviation selon les critères de l'AM du 15 mars 2006 (environ une dizaine)

- Pour les eaux souterraines : programme similaire à celui des sols



Résultats – sols 1/2








- Géologie
 - Remblais d'environ 2 m d'épaisseur comprenant localement des mâchefers et des déchets
 - Marnes sous-jacentes
- Mauvaise qualité des remblais liée à la présence de métaux (concentrations > bruit de fond INRA)
 - Concentrations élevées en Cd, Cu, Pb et Zn dans les remblais
 - Concentrations inférieures au bruit de fond dans les formations naturelles sous-jacentes
- Métaux peu mobilisables d'après les tests de lixiviation

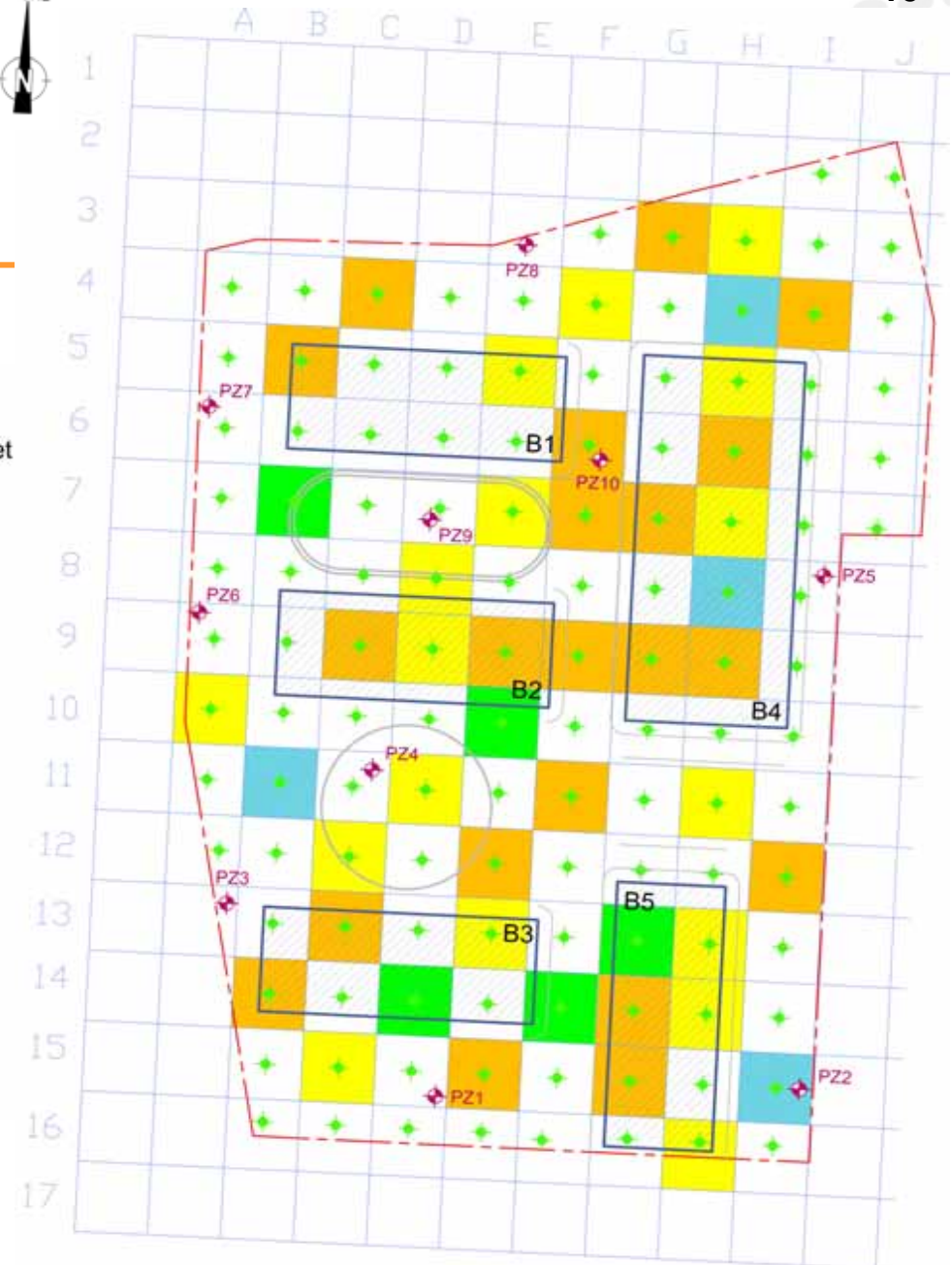
Résultats pour les métaux

Légende :

-  Emprise des futurs bâtiments du projet
-  Limite du site
-  Maillage de 15 m x 15 m
-  Piézomètre
-  Sondage de sol

Métaux (mg/kg) :

-  Maille non analysée
-  C ≤ Sols ordinaires*
-  C > Sols ordinaires*
-  C > Anomalies modérées*
-  C > Fortes anomalies*
- * D'après INRA

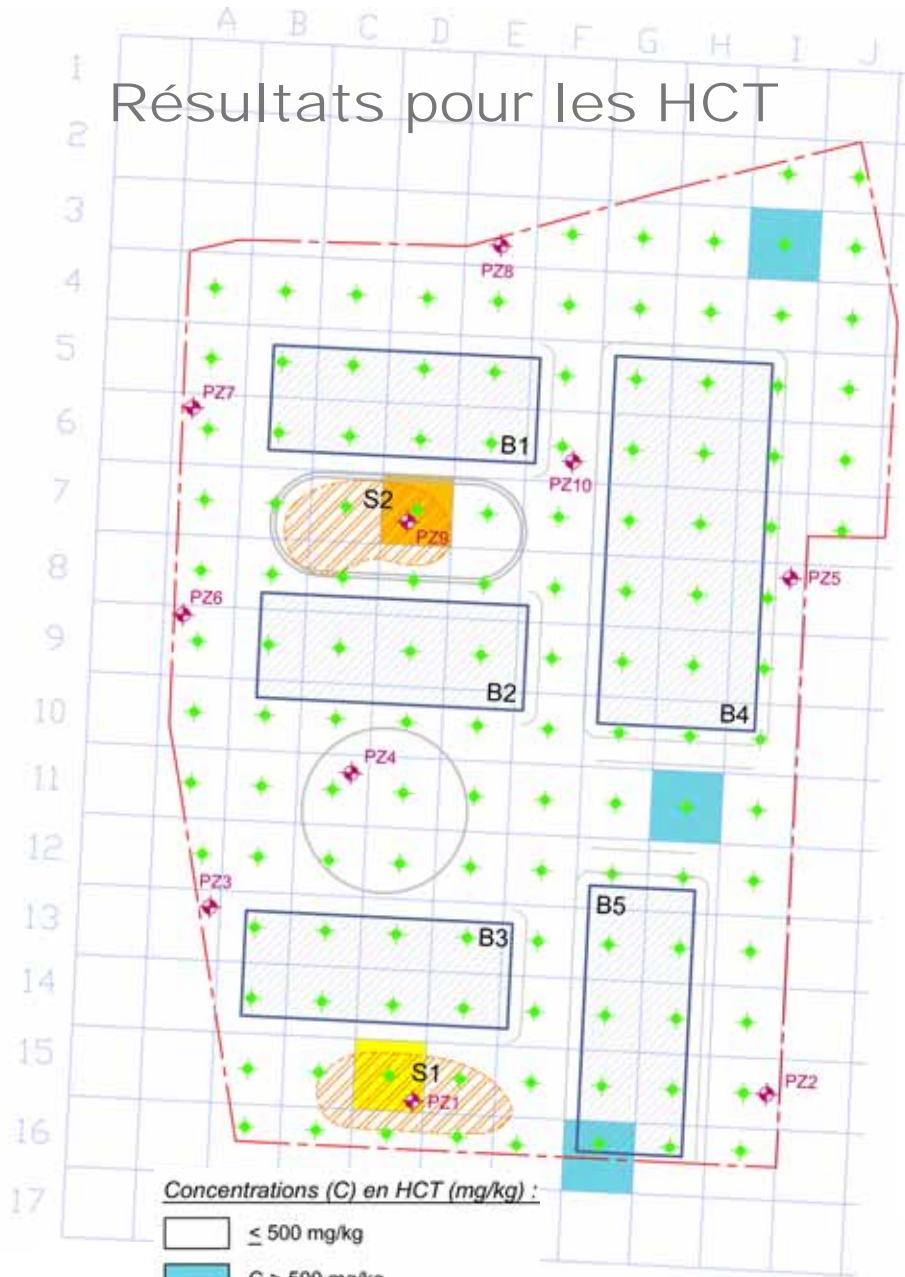


Résultats – sols 2/2



- Deux zones sources pour les HCT dans les sols (anciennes zones de stockage), concentrations entre 5 000 et 10 000 mg/kg
- Deux zones sources non suspectées pour les COHV (PCE de l'ordre de 10 mg/kg et TCE de l'ordre de 10 à 60 mg/kg)
- Zones COHV partiellement situées sous les futurs bâtiments du projet initial, optimisation du projet en déplaçant la position des bâtiments afin que ces zones soient situées au droit de voiries

Résultats pour les HCT

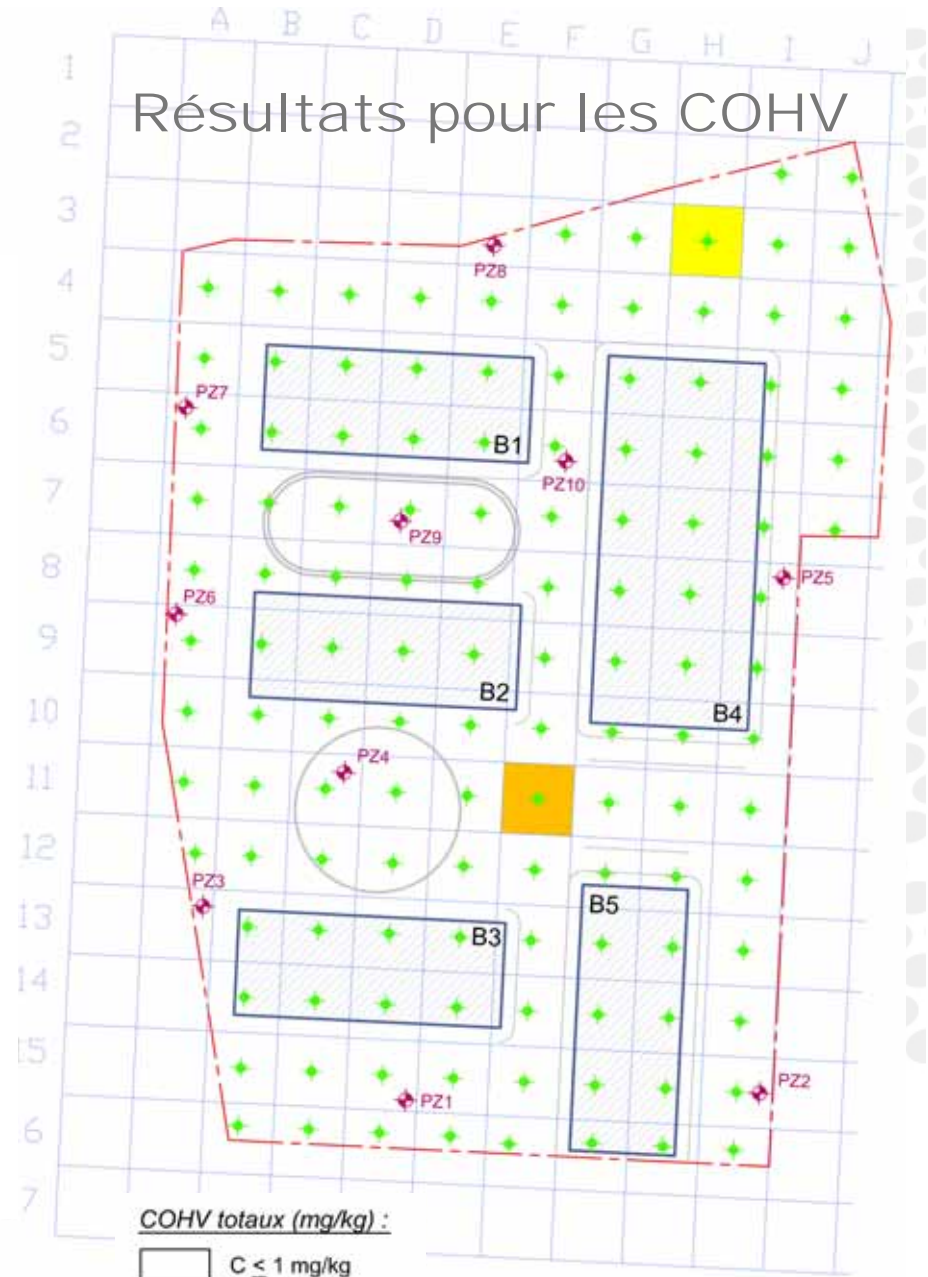


Concentrations (C) en HCT (mg/kg) :

- ≤ 500 mg/kg
- C > 500 mg/kg
- C > 2 000 mg/kg
- C > 5 000 mg/kg
- C > 10 000 mg/kg



Résultats pour les COHV



COHV totaux (mg/kg) :

- C ≤ 1 mg/kg
- C > 1 mg/kg
- C > 10 mg/kg
- C > 50 mg/kg

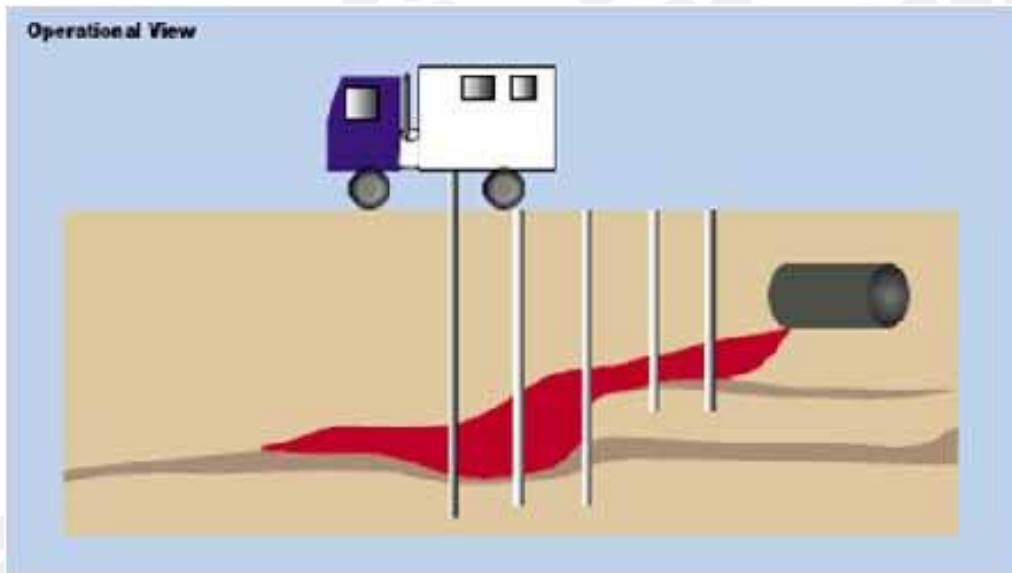


Résultats – eaux souterraines

- Nappe rencontrée vers 5 / 6 m de profondeur, sens d'écoulement vers le nord-ouest
- Concentrations détectées pour les HCT, HAP, BTEX et métaux de l'ordre de grandeur des valeurs réglementaires pour l'eau potable
- Concentrations en COHV (PCE, TCE) comprises entre le seuil de détection du laboratoire et 120 µg/l pour la somme PCE + TCE
- Pas de piézomètre installé directement dans les zones sources COHV à ce stade du projet

Investigations complémentaires

- Objectif : Compléter la caractérisation des zones sources identifiées (COHV / HCT)
- Programme
 - Installation de piézomètres complémentaires
 - Sondages MIP (*Membrane Interface Probe*)
 - Prélèvements des gaz du sol



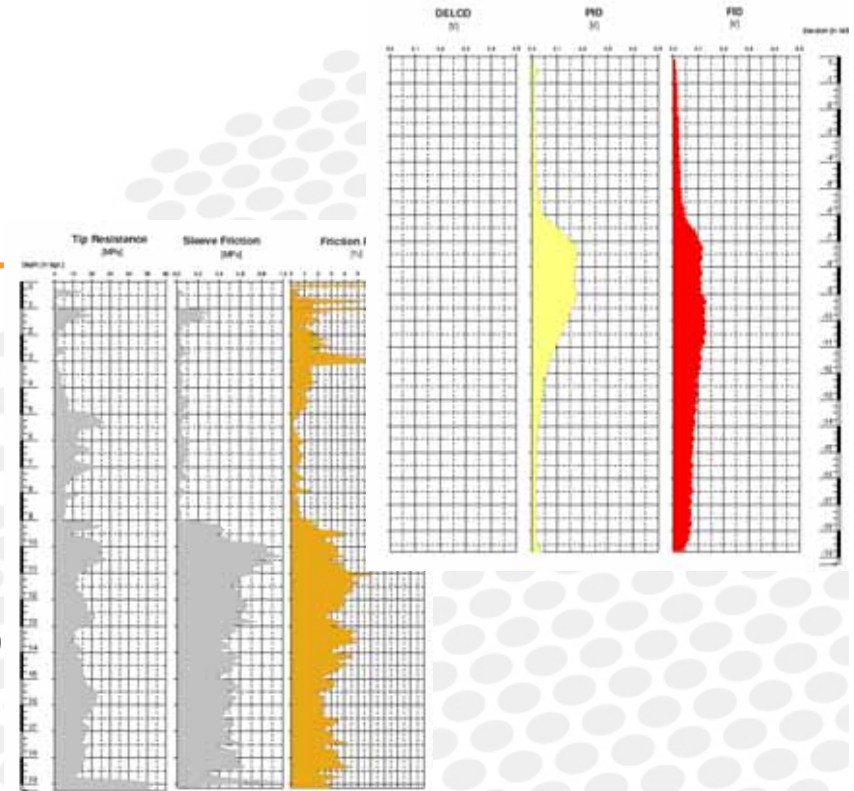
Résultats – eaux



- Objectif : installer des piézomètres complémentaires (9 ouvrages au total) au droit et en aval hydraulique des zones sources
- Résultats
 - Concentrations élevées en PCE (40 000 $\mu\text{g/l}$) et en TCE (120 000 $\mu\text{g/l}$)
 - Suggestion de la présence de phase libre
 - Absence de migration sous les futurs bâtiments prévus par le projet d'aménagement
 - Partie centrale : faible migration en aval hydraulique
 - Partie nord : évidence de migration hors site

Résultats – MIP

- Objectif : évaluer l'extension verticale et latérale des zones sources (20 sondages MIP avec quelques prélèvements d'eau discrets au droit des zones COHV)
- Résultats
 - Confirmation de la migration latérale limitée des panaches de COHV dans la nappe souterraine
 - Confirmation de la présence de phase libre
 - Répartition verticale des impacts dans la nappe souterraine entre 8 et 12 m de profondeur



Résultats – gaz du sol



- Objectif : évaluer la migration vers la surface de vapeurs de COHV / HCT et les risques potentiels pour les futurs usagers du site (une dizaine de prélèvements superficiels dans et en aval de chaque zone source)
- Résultats : absence de concentration significative en COHV / HCT en aval des zones sources, notamment au droit des futurs bâtiments

Synthèse

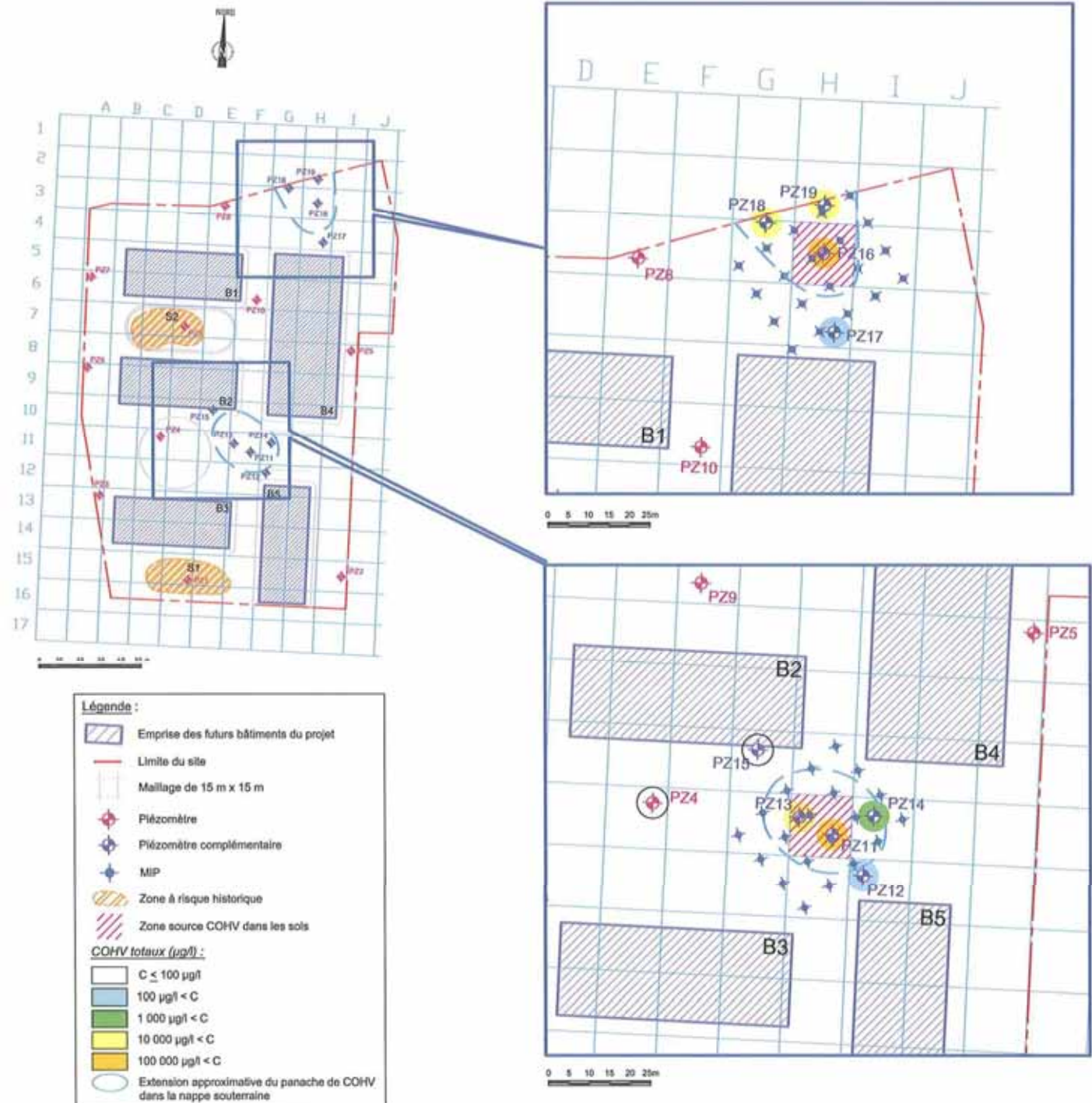
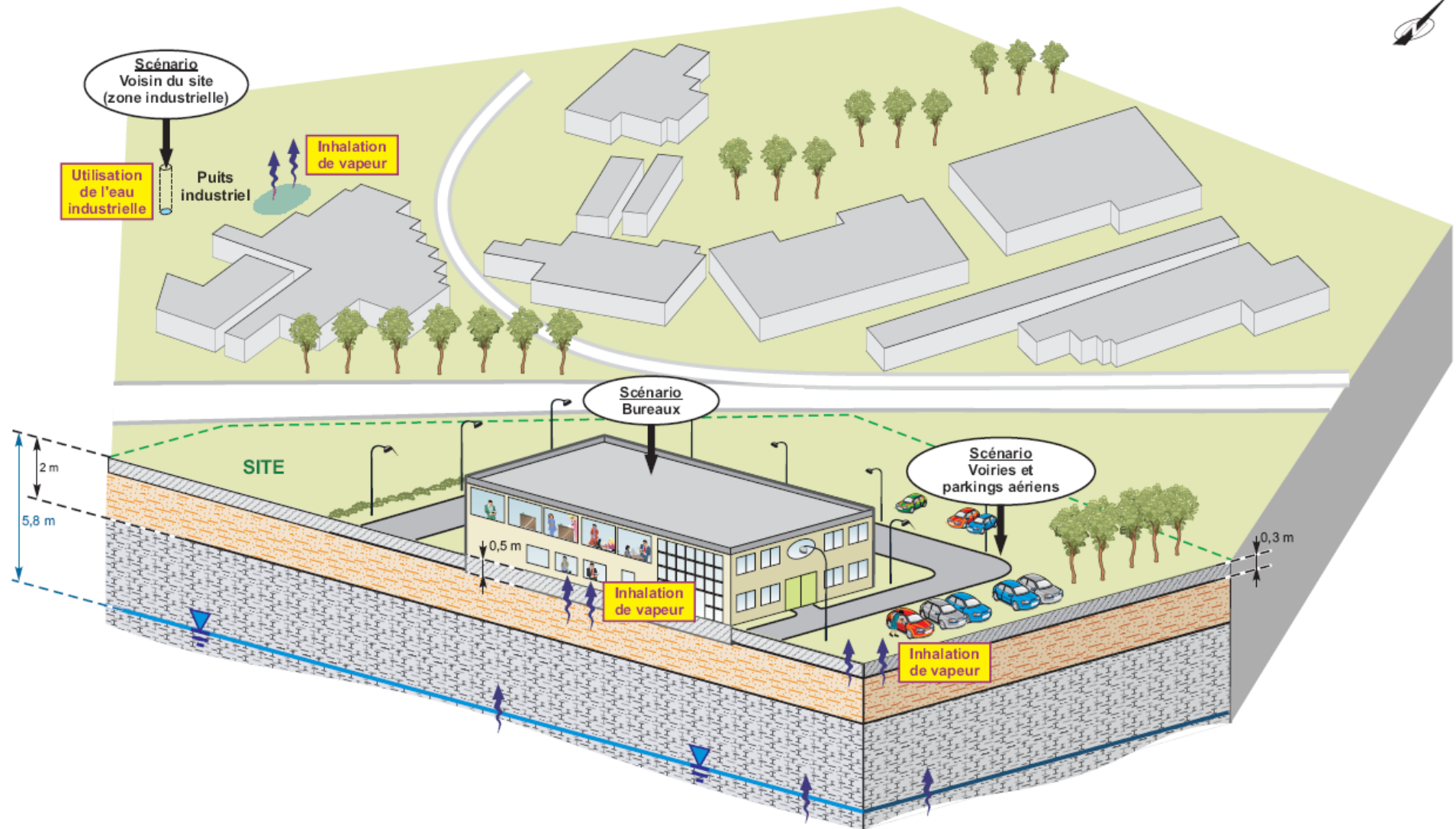


Schéma conceptuel

- Sources : métaux sur l'ensemble du site et COHV / HCT dans les sols et / ou les eaux souterraines
- Transferts
 - Métaux : pas de contact direct avec les sols (couverture sur l'ensemble du site par des bâtiments ou des voiries) et pas de transfert vers les eaux souterraines
 - COHV / HCT : migration dans les eaux souterraines et volatilisation, pas de contact avec les canalisations AEP (matériaux adaptés)
- Enjeux à protéger
 - Usagers des futurs bâtiments sur le site
 - Usage de la nappe superficielle identifié à 3 km en aval du site



Projet d'aménagement

- **Activités**
 - Parc d'activités artisanales, tertiaires et industrielles
 - Bâtiments de bureaux et de stockage de plain-pied, zones de parkings et de voiries
- Le projet a été adapté en cours d'étude de manière à mettre en place des voiries au droit des zones comportant des HCT et des COHV



Bilan coûts / avantages

- Deux aspects évalués
 - Gestion des terres : terres excavées dans le cadre des travaux de construction (terrassements pour les fondations et la mise en place des couches de forme sous dallages et voiries)
 - Traitement des sources : zones sources (zones comportant des COHV dans les sols et eaux souterraines ou des HCT dans les sols)

Gestion des terres ^{1/2}

- **Elimination complète en filières**
 - Mise en œuvre rapide
 - Gestion de l'aspect développement durable peu satisfaisante
 - Coûts élevés (2,3 M€), difficiles à forfaitiser
- **Réutilisation partielle sur site**
 - Modification du projet (élévation des cotes finies)
 - Réutilisation sur site des terres en matériaux de remblais
 - Coûts optimisés : 1,6 M€



Gestion des terres 2/2



- Réutilisation intégrale sur site
 - Evaluation du niveau de plus hautes eaux (NPHE)
 - Excavation de la totalité des remblais, surcreusement des marnes (au minimum 50 cm au dessus du NPHE)
 - Réutilisation sur site des remblais après tri et criblage
 - Elimination des déchets à l'extérieur du site
 - Remise des marnes en surface après traitement à la chaux (compatibles avec la mise en place des dallages et des voiries)
 - Coût de 1 M€, pas d'élimination de terres à l'extérieur du site, bilan environnemental favorable

Traitement des sources 1/3

- Approche : traiter les zones sources en vue de
 - Pérenniser l'absence de migration sous les futurs bâtiments
 - Protéger les récepteurs potentiels à l'extérieur du site
- Mettre en œuvre un bilan coûts / avantages pour les sols de la zone non saturée et les eaux souterraines au droit de ces zones en vue d'identifier la solution optimale
- Développer les synergies éventuelles avec les travaux de gestion des terres

Traitement des sources 2/3



- Sols de la zone non saturée

Technique	Avantage	Inconvénient / risque	Ordre de grandeur des coûts	Piste d'optimisation
Traitement in situ	Pas de travaux d'excavation des terres Bonne efficacité sur les COHV	Technique d'efficacité moindre sur les coupes lourdes d'hydrocarbures	150 à 300 k€ pour 1 à 2 ans	Solution peu applicable sur les coupes d'hydrocarbures lourdes donc nécessité d'un couplage avec soit une élimination en filière ou un traitement biologique sur site
Élimination en filière	Solution rapide (2 mois) Faible pollution résiduelle dans la zone traitée	Gestion des terres pendant le transport Stockage de terres contenant des métaux en CET	1 500 - 1 700 k€	Couplage avec une technique de réutilisation sur site.
Traitement biologique sur site	Applicable aux HCT et aux COHV Traitement et réutilisation des terres sur site Pas de transport à l'extérieur du site Couplage avec les travaux d'aménagement du site	Solution plus longue (6 à 8 mois) Conservation d'une pollution résiduelle sur site : mise en œuvre de précautions d'usage et de servitudes	250 - 450 k€	Couplage avec les travaux de gestion des terres

Traitement des sources 3/3

- Nappe souterraine



Technique	Avantage	Inconvénient / risque	Ordre de grandeur des coûts	Piste d'optimisation
Extraction double-phase	<p>Efficacité sur la phase dissoute</p> <p>Rejets aqueux optimisés</p>	<p>Profondeur de traitement limitée</p> <p>Immobilisation sur le site d'un dispositif de traitement</p>	Non évalué	Non applicable
Sparging / venting	<p>Efficacité sur la phase dissoute</p> <p>Pas de rejet aqueux à gérer</p>	Immobilisation sur le site d'un dispositif de traitement	<p>250 - 400 k€ pour une durée de 12 à 24 mois</p> <p>3 à 5 ans de suivi</p>	-
Oxydation chimique par injection	<p>Efficacité sur la phase dissoute</p> <p>Pas de rejet aqueux à gérer</p> <p>Pas d'immobilisation d'un dispositif de traitement</p> <p>Bilan environnemental favorable</p>	Efficacité potentiellement limitée en raison de l'hétérogénéité de l'aquifère	200 - 300 k€	Technique éventuellement utilisée en finition d'un système d'extraction de masse
Excavation et élimination en filières	<p>Niveau de pollution résiduelle faible</p> <p>Technique simple et maîtrisée dans le temps</p>	<p>Volumes de sol générés en lien avec la profondeur</p> <p>Contraintes géotechniques</p> <p>Rabattement et gestion de la nappe souterraine</p> <p>Bilan environnemental</p>	350 - 450 k€	-

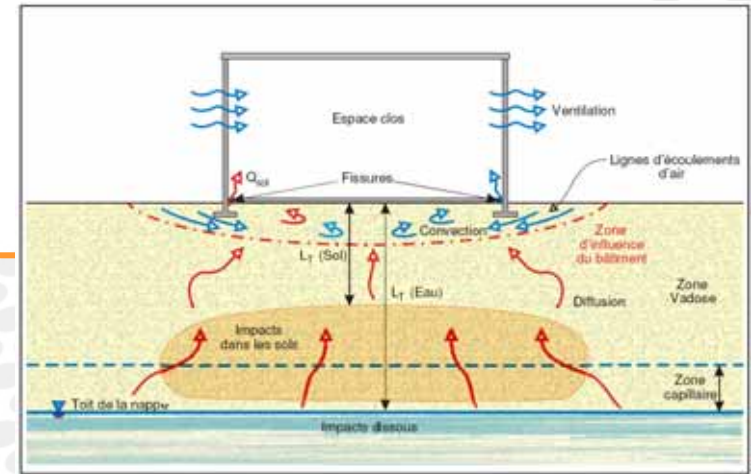
Synthèse du bilan coûts / avantages

- Réhabilitation des sources selon une combinaison de traitement biologique sur site (sols) et de traitement in-situ (eaux souterraines par sparging)
- Réutilisation de l'ensemble des terres sur site après excavation / tri / criblage et remise en surface des marnes après traitement à la chaux



ARR préliminaire

- Mesures de gestion retenues pour le site impliquent une pollution résiduelle : réalisation d'une ARR préliminaire
- Voie d'exposition pertinente : inhalation de vapeurs en intérieur et en extérieur
- Simulation des concentrations d'exposition des futurs usagers avec le modèle de l'USEPA (J&E) à partir
 - des concentrations résiduelles attendues dans les sols et les eaux souterraines à l'issue du traitement des sources
 - des concentrations mesurées à l'extérieur des zones sources
- Niveaux de risque calculés inférieurs aux seuils de référence



Synthèse

- Mesures de gestion des terres permettant
 - Une réutilisation des terres sur site et une optimisation des volumes éliminés en filières
 - Une optimisation des matériaux importés (graves pour les couches de forme)
- Traitement des sources pour
 - La protection des futurs usagers du site
 - La protection des récepteurs recensés à l'extérieur du site
- Inactivation des voies d'exposition (futurs bâtiments à l'extérieur des zones sources et couverture des sols)
- Encadrement par des mesures de surveillance et de conservation de la mémoire
- Plan de gestion complété par une IEM pour la gestion des récepteurs potentiels hors site



Conclusion

Principales questions

1. Adaptation et / ou optimisation du projet d'aménagement aux contraintes environnementales du site
2. Aspect développement durable intégré à la reconversion du terrain
3. Gestion des terres / traitement des sources en l'absence de valeur guide et de seuil de réhabilitation