

Les mardis de la DGPR :

Méthodologie de gestion des sites et sols pollués

**Bilan coût-avantage :
gestion de la pollution par
une approche « bilan massique »**



AECOM

23 janvier 2018

Tudor PRICOP-BASS
Directeur Technique

CONTENU

- Contexte
- Schéma conceptuel et définition des travaux
- Suivi des travaux par « bilan massique »
- Gestion post travaux
- Points clefs



CONTEXTE



1



Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

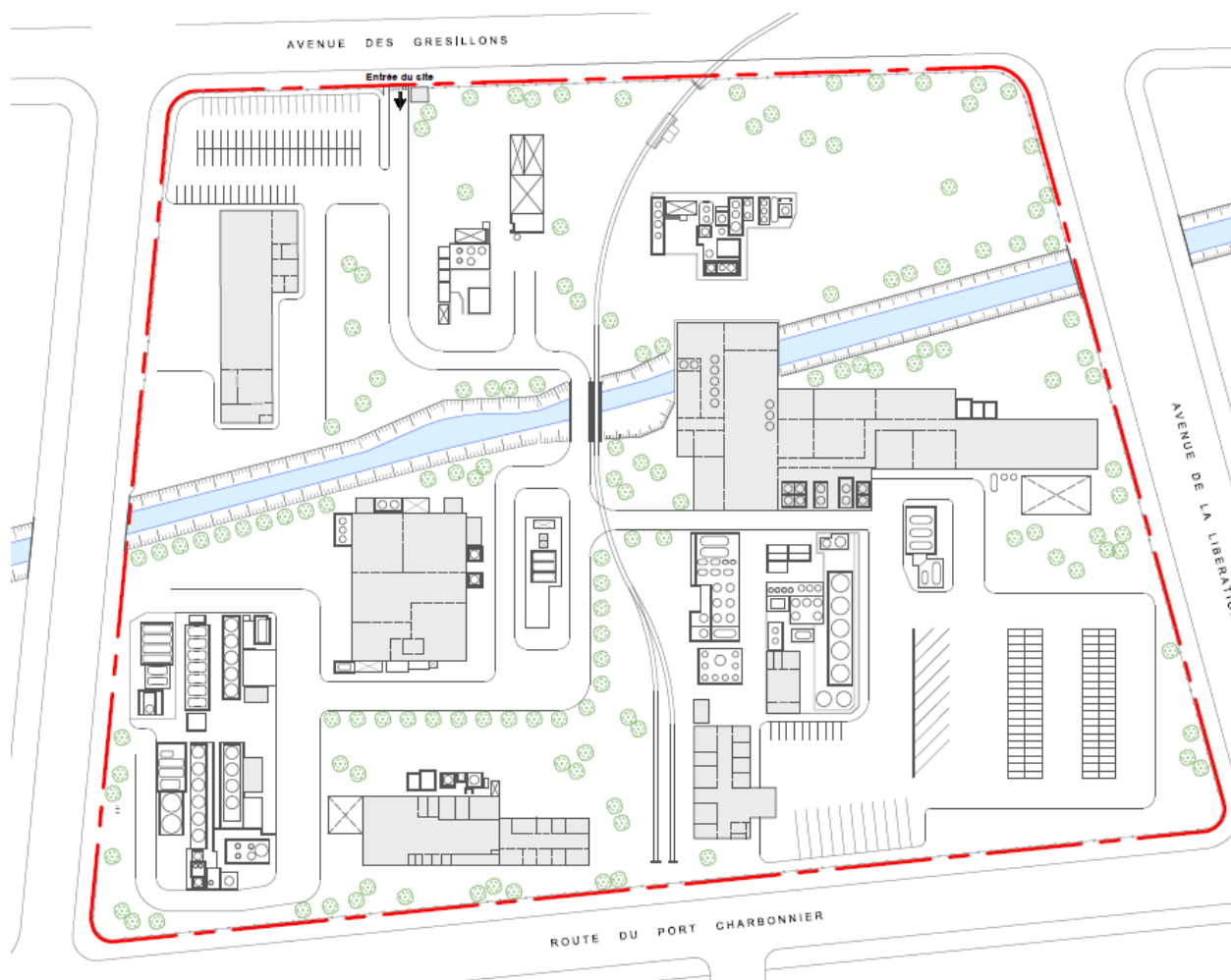
MINISTÈRE
DE LA TRANSITION
ÉCOLOGIQUE
ET SOLIDAIRE

AECOM

CONTEXTE

Historique

- Site d'une dizaine d'hectares utilisé depuis les années 1950 par **l'industrie chimique**
- Cessation d'activité en 2005, mémoire de réhabilitation et Arrêté Préfectoral (AP) encadrant les travaux de remise en état en 2006
- Démantèlement des infrastructures jusqu'en 2007



=> **Changement de la méthodologie en 2007**

CONTEXTE

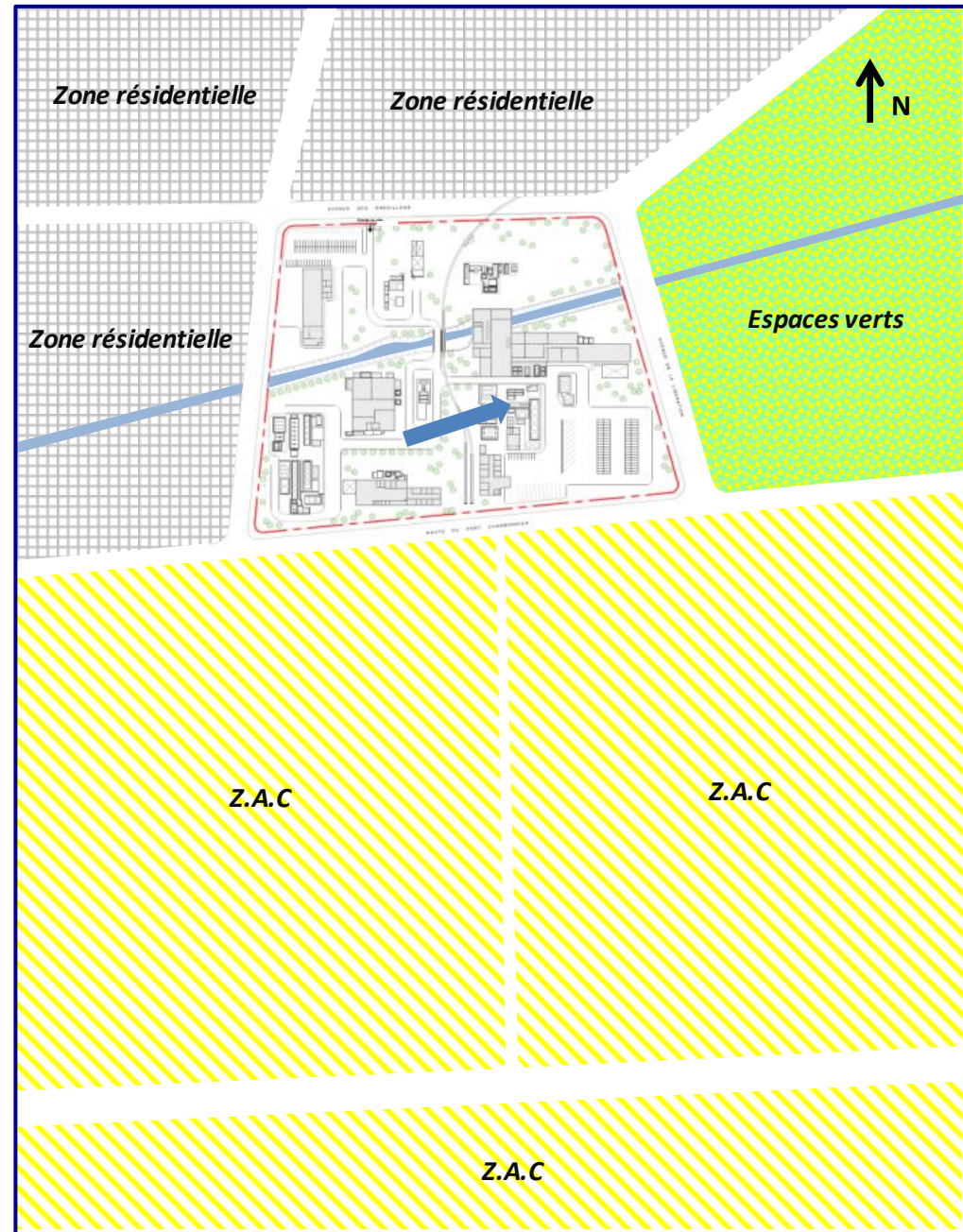
Environnement

VOISINAGE

- Zones résidentielles
- Zone d'Aménagement Concerté
- Espaces verts

HYDROGEOLOGIE

- Nappe des alluvions à - 6 m / TN
- Ecoulement de la nappe vers l'est



CONTEXTE

Projet à l'arrêt en 2008

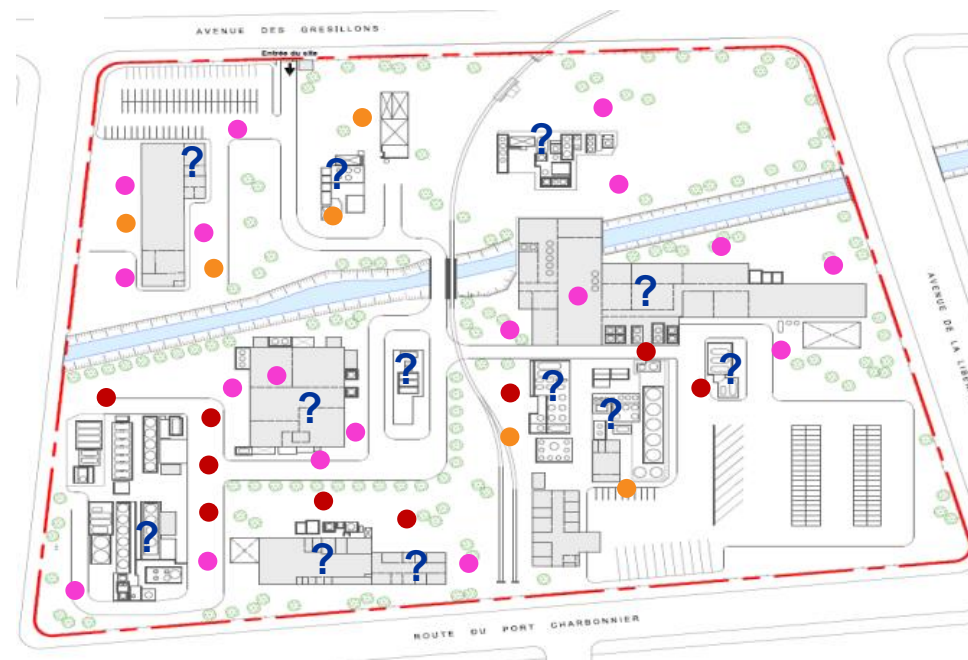
Schéma conceptuel incomplet

- Peu ou pas d'investigations au droit des unités de production / zones de stockage

Absence d'essais pilotes

AP de 2006 basé sur des calculs de risques et fixant des moyens

- Seuils faibles pour les composés les plus volatils et/ou toxiques (ex : 0,03 mg/kg de benzène et 7,3 mg/kg d'arsenic dans les sols)
- Seuils élevés pour les composés les moins volatils (ex : 140 000 mg/kg de phtalates dans les sols)



=> Arrêt des travaux de réhabilitation

SCHEMA CONCEPTUEL ET DEFINITION DES TRAVAUX



2



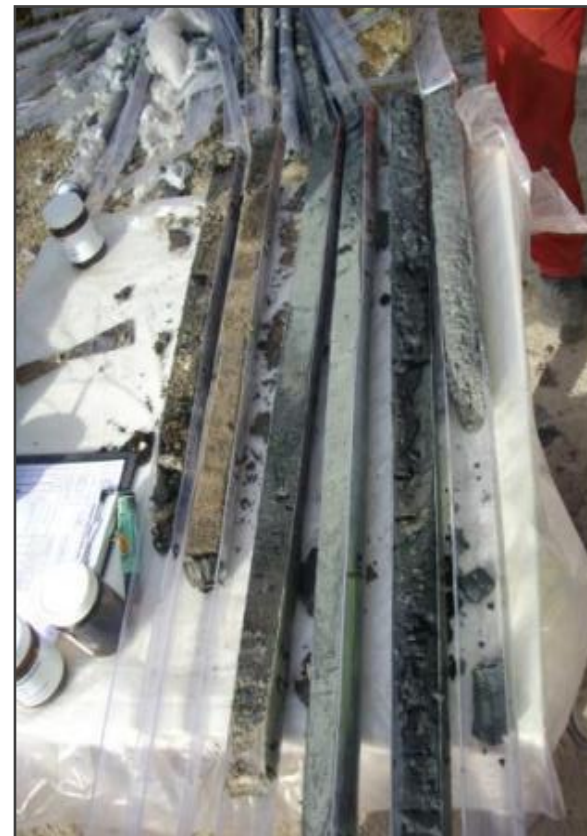
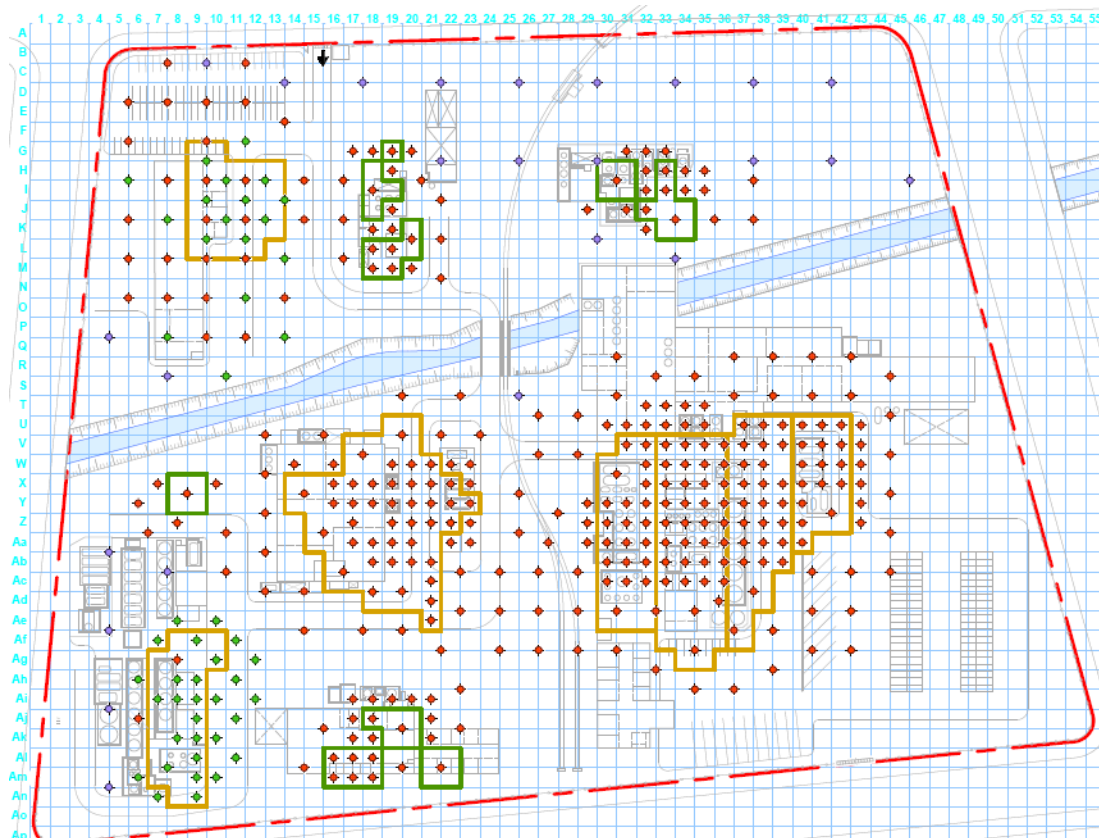
Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

MINISTÈRE
DE LA TRANSITION
ÉCOLOGIQUE
ET SOLIDAIRE

AECOM

SCHEMA CONCEPTUEL ET DEFINITION DES TRAVAUX

Investigations complémentaires



▪ **Maillage** 7 x 7 m (environ 2 000 mailles)

▪ **1 450** échantillons analysés

Réalisation de 400 sondages (2 à 9,5 m de profondeur) au cours de 3 campagnes

=> 1 sondage / 80 m² dans les zones Sources (moyenne)

=> 1 sondage / 360 m² hors des zones Sources (moyenne)



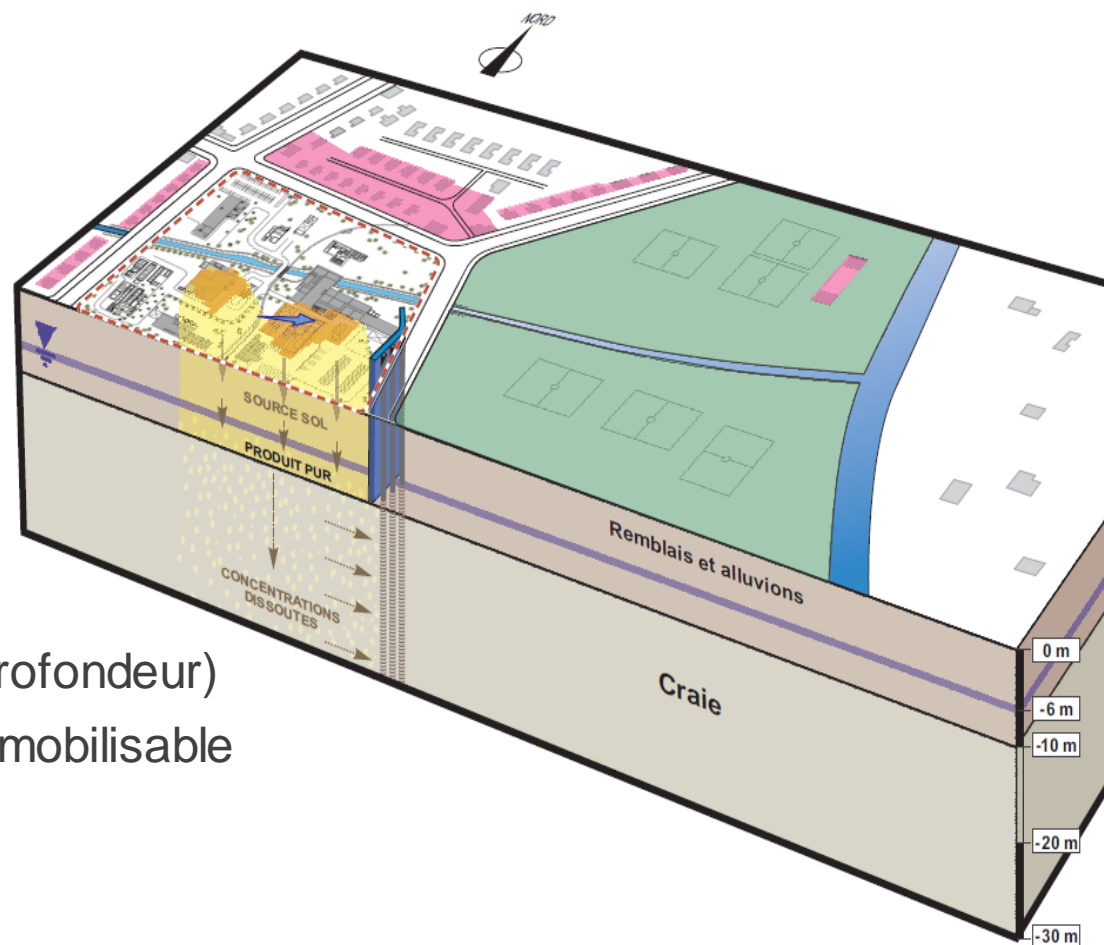
MINISTÈRE
DE LA TRANSITION
ÉCOLOGIQUE
ET SOLIDAIRE

AECOM

SCHEMA CONCEPTUEL ET DEFINITION DES TRAVAUX

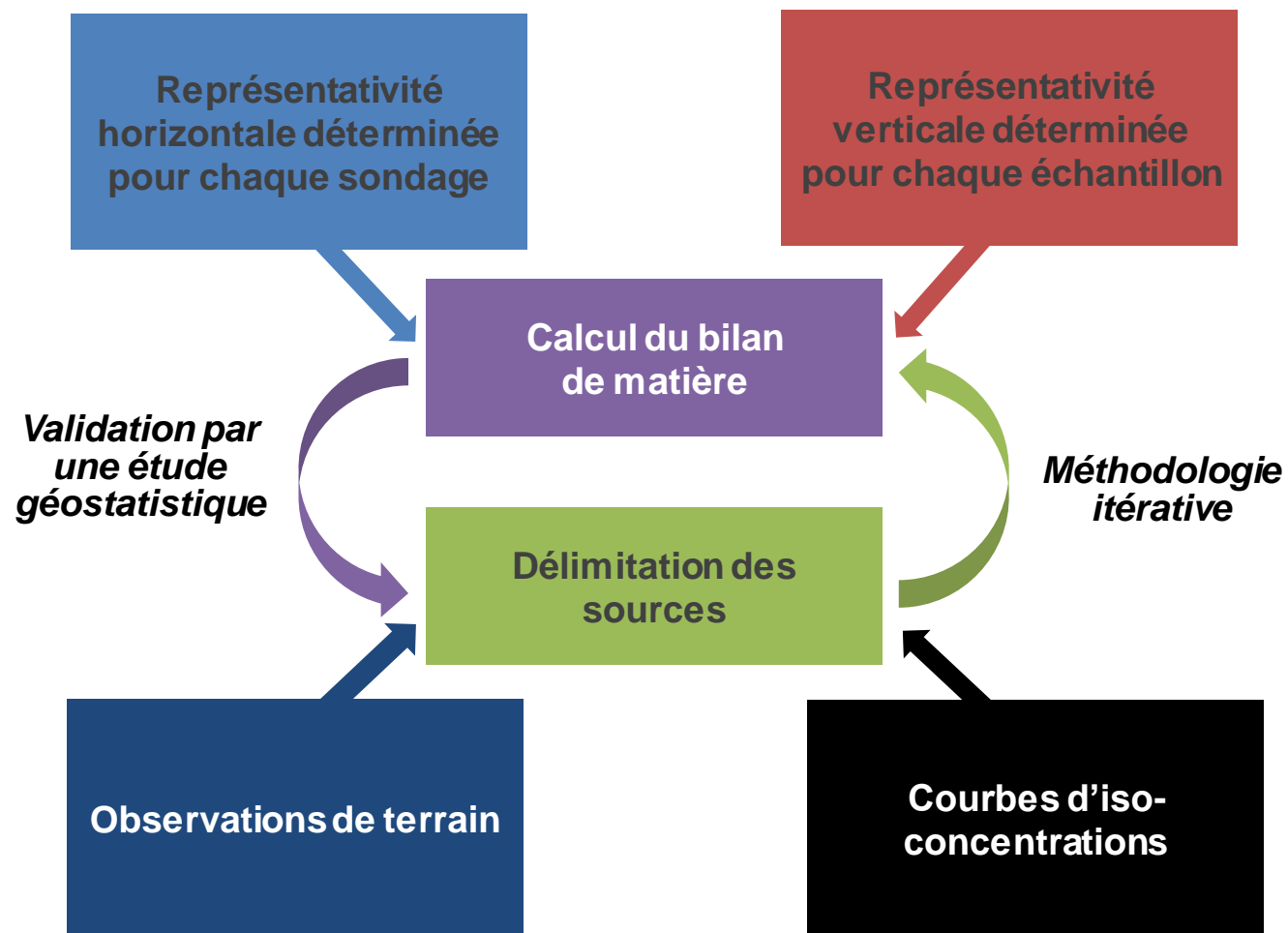
Mise à jour du schéma conceptuel

- Grande variété de contaminants aux propriétés chimiques variées
 - Hydrocarbures
 - Phtalates
 - BTEX
 - Chlorobenzènes
- Plusieurs matrices concernées
 - Sols / gaz du sol
 - Eaux souterraines (~6 m de profondeur)
- Présence de produit difficilement mobilisable
 - Densité proche de l'eau
 - Sols limoneux
- Existence de nombreuses structures bétonnées dans les sols



SCHEMA CONCEPTUEL ET DEFINITION DES TRAVAUX

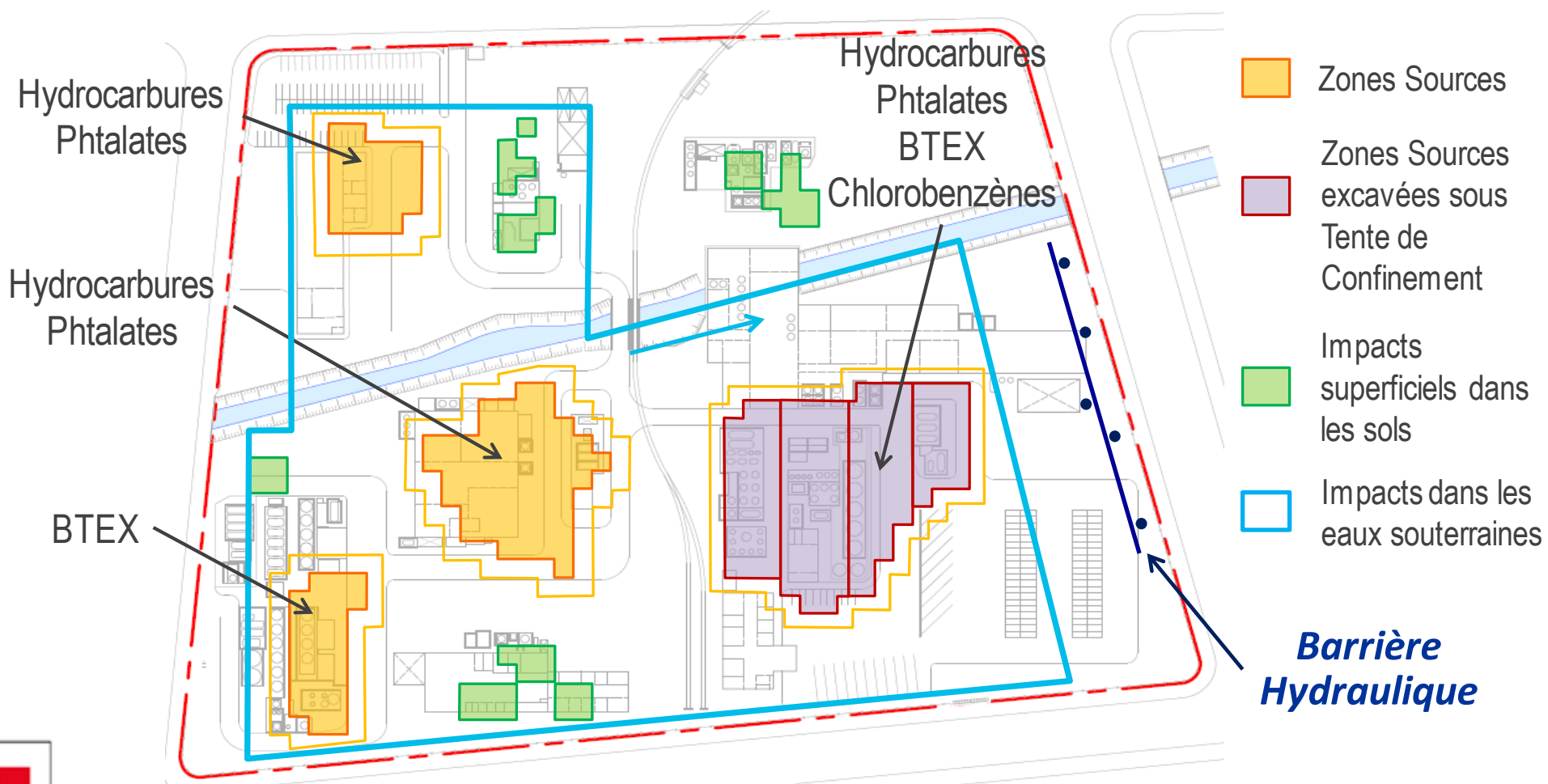
Bilan de matière initial – définition des sources



=> Définition de **sources** représentant ~ 80 % de la masse de polluants dans ~ 25 % de la surface du site

SCHEMA CONCEPTUEL ET DEFINITION DES TRAVAUX

Sources définies



SCHEMA CONCEPTUEL ET DEFINITION DES TRAVAUX

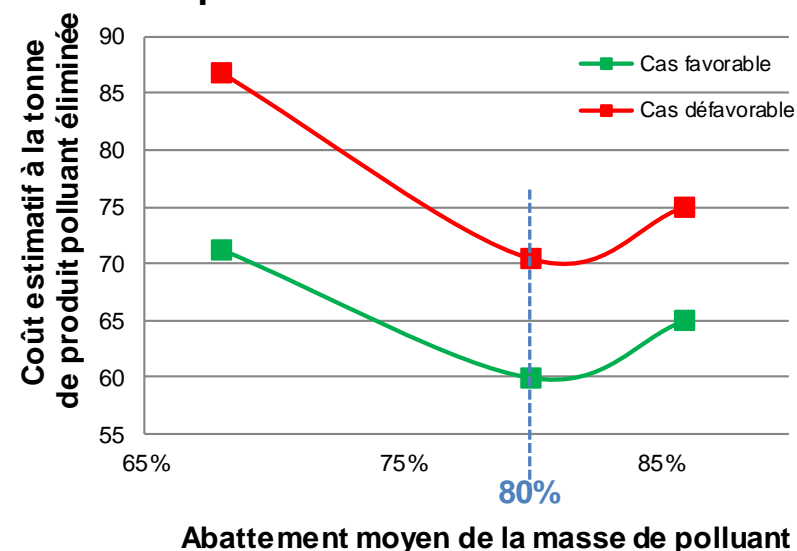
Etude technico-économique et détermination des objectifs d'abattement

- Evaluation de la **faisabilité** des différentes techniques de réhabilitation (plan de conception des travaux)
 - Tests pilote sur site
 - Essais en laboratoire
- **Bilan coûts / avantages** pour les techniques de réhabilitation envisageables
 - Nature des polluants et contexte géologique
 - Contraintes du site (environnement, utilités...)
- **Sélection de la technique** de désorption thermique hors-site et proposition d'**objectifs d'abattement de masse** par famille de composés

=> **Nouvel AP sur la base du Plan de Gestion transmis en 2011**



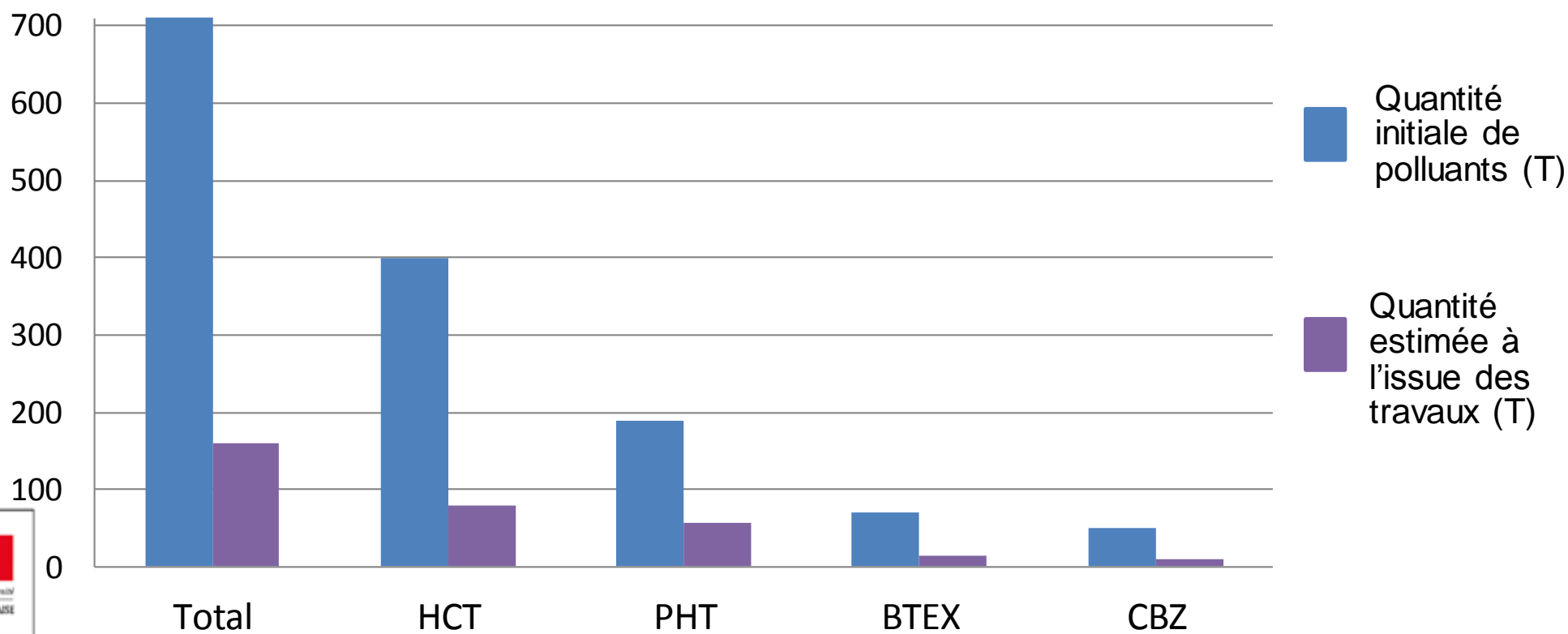
Rapport coût/efficacité pour le traitement des sources



SCHEMA CONCEPTUEL ET DEFINITION DES TRAVAUX

Synthèse des objectifs d'abattement par famille de composés

Résultats du BDM et de l'étude technico-éco.	Quantité de polluants estimée (Sols, produit et eaux souterraines)				
	TOTAL	Hydrocarbures	Phtalates	BTEX	Chlorobenzènes
Site avant réhabilitation	710 T	400 T	190 T	70 T	50 T
Objectifs d'abattement	-	80%	70%	80%	80%



AECOM



SUIVI DES TRAVAUX PAR « BILAN MASSIQUE »

3



MINISTÈRE
DE LA TRANSITION
ÉCOLOGIQUE
ET SOLIDAIRE

AECOM

SUIVI DES TRAVAUX PAR « BILAN MASSIQUE »

Mise en œuvre du suivi (1/2)

Méthodologie

- Etablissement de **plans de terrassement** précis (7 x 7 x 0,5 m) et définition de **catégories de matériaux** (à éliminer, à réutiliser ou douteux)
- Détermination des **volumes des tertres** par un géomètre et **échantillonnage**
- **Actualisation du bilan de matière** avant chaque phase de remblaiement
 - Mise à jour du BDM initial
 - Calcul de la masse de polluants dans les matériaux destinés à être remblayés

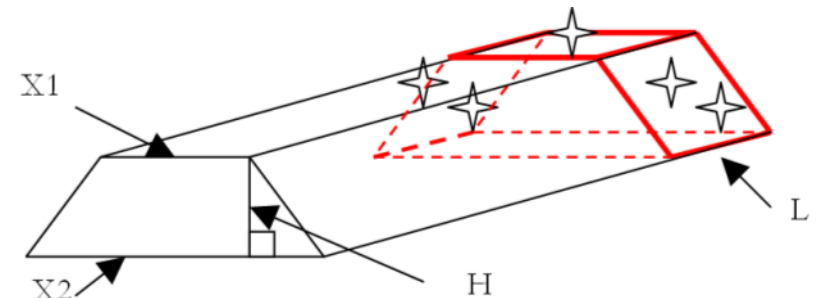


SUIVI DES TRAVAUX PAR « BILAN MASSIQUE »

Mise en œuvre du suivi (2/2)

Outils utilisés

- Procédures de caractérisation et de réutilisation éventuelle des matériaux excavés (préalablement établies en concertation avec l'entreprise de travaux)
- Utilisation d'une base de données / SIG permettant un suivi à l'avancement
 - Des résultats d'analyses (~5 000 échantillons)
 - Des observations de terrain (~500 logs, ~900 fiches de purge / prélèvement...)
 - Des excavations et stockages sur site
 - Des éliminations hors site / apports sur site (~5 000 mouvements de camions)



Download interface showing file management options: Télécharger, Parcourir..., Ajouter, Unzip, Créer un répertoire, Ajouter.

File list:

- Pz122_030412_FP.pdf 106ko 2012, Mai 18
- PZ122_log.pdf 45ko 2012, Avr 23

Technical form: FICHE DE PRELEVEMENT D'EAU (Water Sampling Sheet) with fields for identification, date, time, and analysis results.

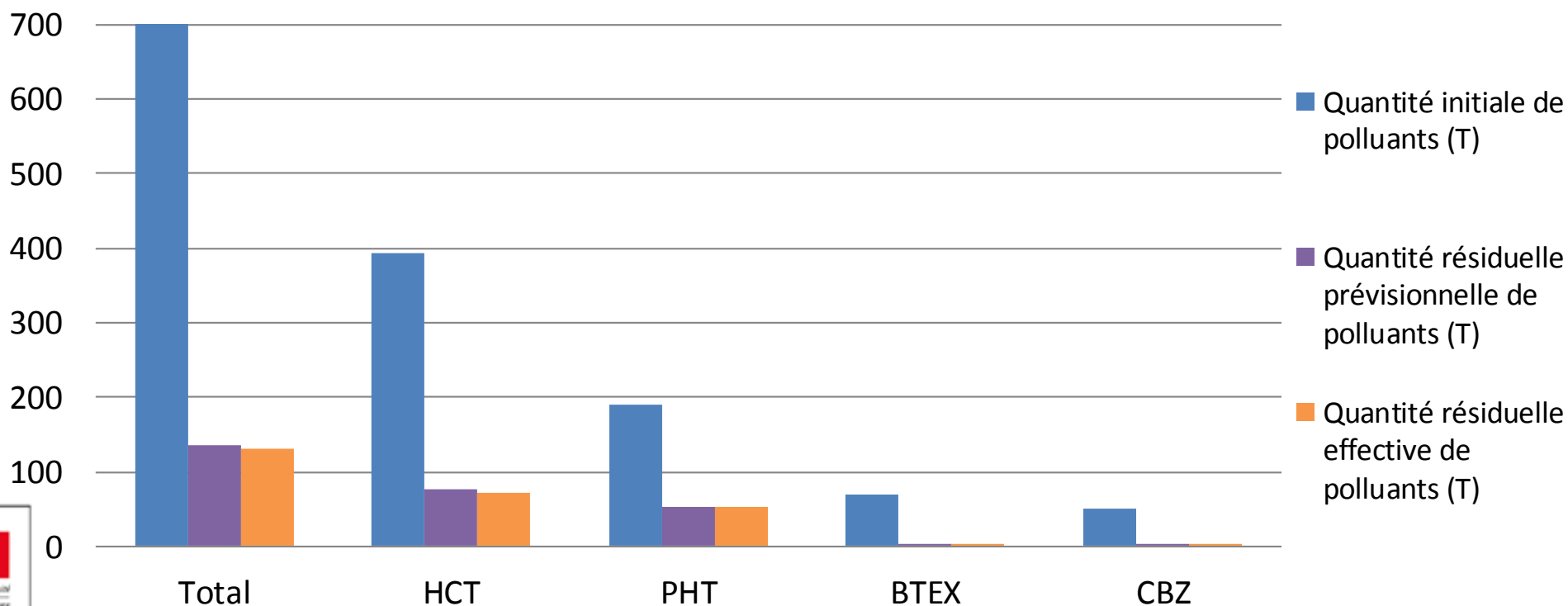
Technical form: PIEZOMETRE PZ122 (Piezometer PZ122) with fields for location, depth, and measurement data.

Date	Prof.	Cote haute	Cote basse	TR (m ³)	BE (m ³)
2013, Nov 18	25.20	26.30	25.20	50 L2-G-001	0
2013, Nov 13	26.80				
2013, Nov 12	27.30				
2013, Nov 08	27.80				

SUIVI DES TRAVAUX PAR « BILAN MASSIQUE »

Résultats obtenus

Résultats du BDM	Quantité de polluants estimée (Sols, produit et eaux souterraines)				
	TOTAL	Hydrocarbures	Phtalates	BTEX	Chlorobenzènes
Site avant réhabilitation	710 T	400 T	190 T	70 T	50 T
Objectifs d'abattement	-	80%	70%	80%	80%
Abattement atteint	-	82%	72%	97%	93%



GESTION POST TRAVAUX



4



RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

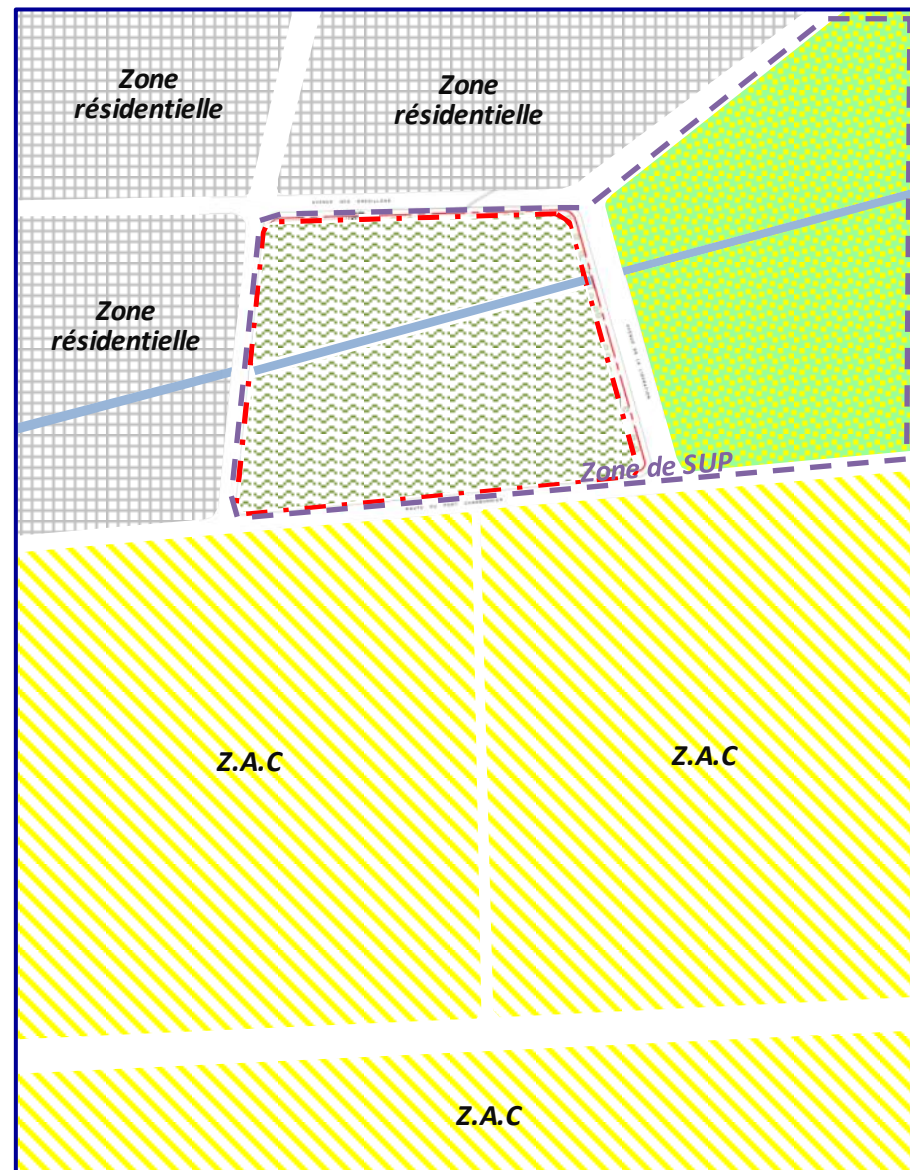
MINISTÈRE
DE LA TRANSITION
ÉCOLOGIQUE
ET SOLIDAIRE

AECOM

GESTION POST TRAVAUX

Compatibilité état résiduel / usages futurs

- Inactivation des voies d'exposition =>
 - Couverture des sols de surface (remblais de mauvaise qualité)
 - Dispositions constructives particulières (composés volatils résiduels)
- Limitation des usages => Servitudes d'Utilité Publique - SUP (interdiction des usages résidentiels, maintien des couvertures de surface, limitation de l'utilisation de la nappe...)
- Validation de la compatibilité entre l'état résiduel et les usages => Analyse des Risques Résiduels - ARR de fin de travaux



POINTS CLEFS



5



MINISTÈRE
DE LA TRANSITION
ÉCOLOGIQUE
ET SOLIDAIRE

AECOM

POINTS CLEFS

Facteurs de succès du chantier

- Contractualisation des travaux par **phases** successives permettant une flexibilité sur la méthode et un engagement maîtrisé de la société de travaux
- **AP** fixant des **objectifs à atteindre en abattement de masse** et non une méthode de traitement ou des seuils par composé
 - En démontrant une **efficacité similaire**, la méthode de traitement a été optimisée à l'issue de la première phase de travaux
 - Après que le taux de récupération ait atteint une **asymptote**, une partie du traitement in-situ a été stoppée avant la date prévue initialement



POINTS CLEFS

Avantages de l'approche « Bilan massique »

- Focalisation des traitements sur les zones de pollution concentrée
- Adaptations possibles en cas de découverte de nouvelles zones polluées (grâce à la mise à jour du BDM initial)
- Réutilisation maîtrisée des matériaux du site (analyses et évaluation de la quantité résiduelle de polluants)
- Approche pragmatique par rapport aux seuils de dépollution basés sur des calculs de risques (difficiles à atteindre en tout point du site et non pérennes)





Merci de votre attention



LIBERTÉ - ÉGALITÉ - FRATERNITÉ
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

MINISTÈRE
DE LA TRANSITION
ÉCOLOGIQUE
ET SOLIDAIRE

AECOM