

Site des anciennes papeteries de Nivelles: Retours d'expérience

SITEREM SA [info@siterem.be]

Direction de l'Assainissement des Sols - Département du Sol et des Déchets

Formation continue experts sols – 15 et 22 mai 2025

Moulins de Beez

Sommaire

- **La connaissance du milieu**
- **Le déroulé des études de sol**
- **Le projet d'assainissement**
- **Les lignes de communication**
- **Prendre le train en marche, Possible?**

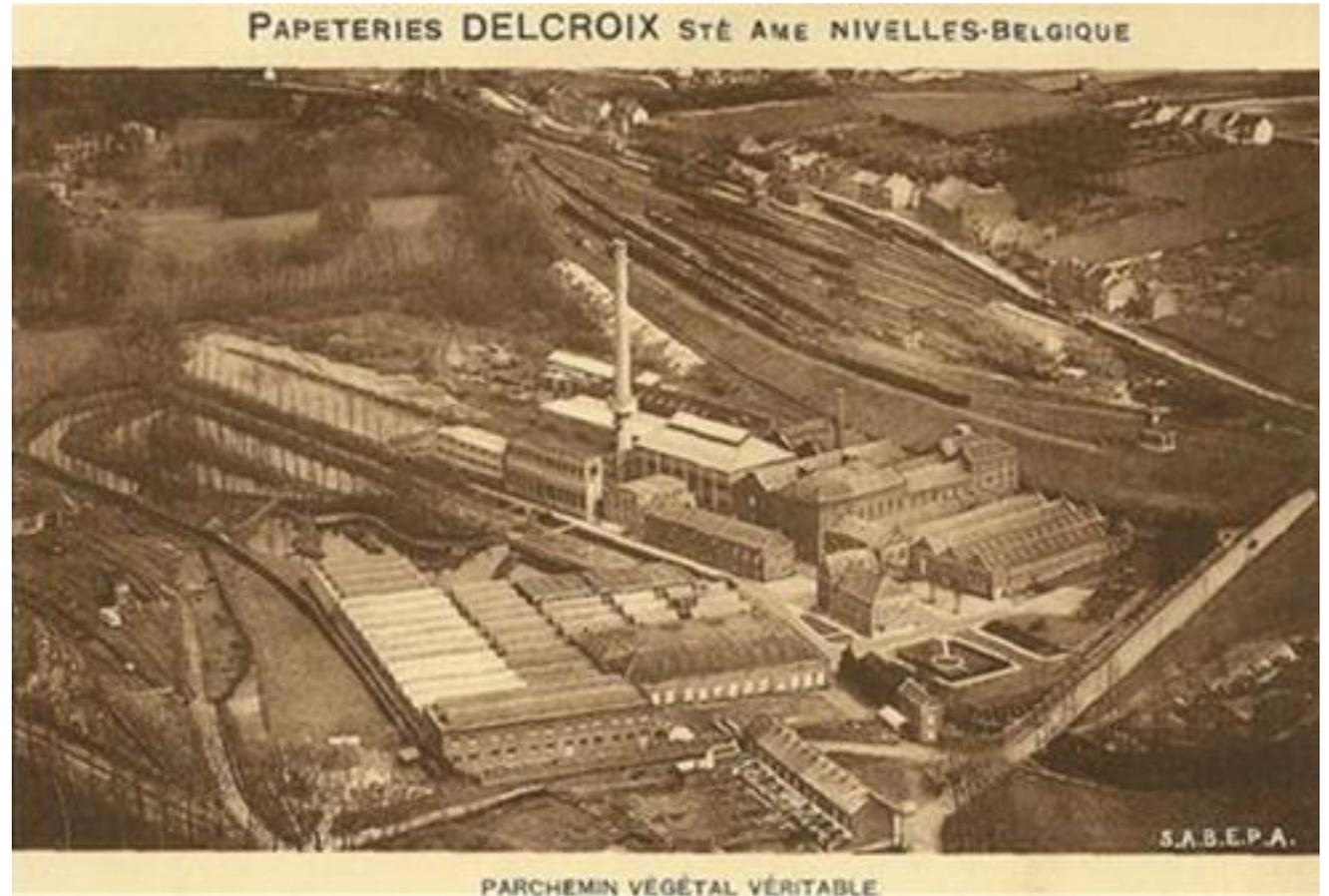


Point focus



Mise en contexte - Historique

- ❑ Depuis 1872 jusqu'en 2007
- ❑ Production de papier et papiers spéciaux (papier carbone)
- ❑ Deux zones suspectes :
 - Zone industrielle (SPP « traditionnelles ») sur 10,5 ha (revêtement type béton)
Cuves carburants, Ateliers dégraissage-maintenance, Machines industrielles (huiles), ...
 - Zone de traitement des eaux sur 4,6 ha (revêtement terreux)
Bassins de décantation
- ❑ Une zone non suspecte:
 - Zone verte
Prairies et anc. château



Mise en contexte - Administratif

« Îlot » industriel au cœur d'un environnement résidentiel

Revitalisation du terrain sur la base d'un master plan

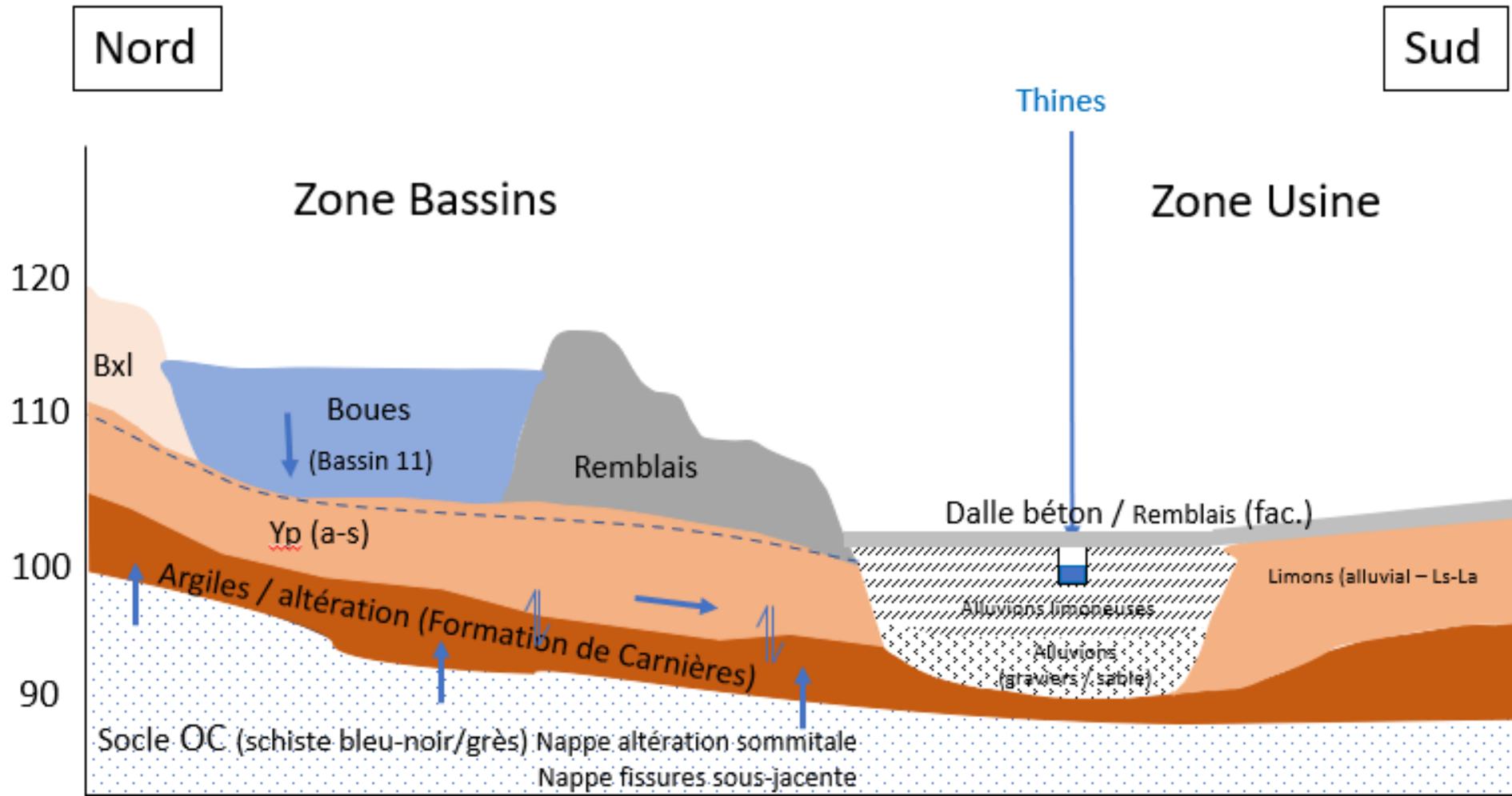
- Résidentiel,
- Récréatif,
- Services publics,
- Zones verte,
- Espace d'eau, ...

Usages choisis:

- Résidentiel sur zone industrielle
- Récréatif sur zone des bassins



Mise en contexte – Contexte environnemental



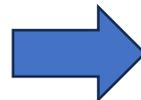
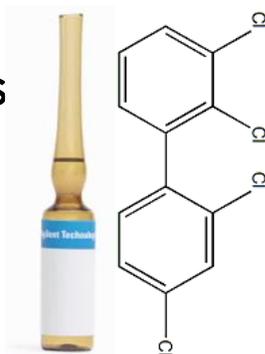
Etudes de sol – Polluants & matrices

Polluants normés « traditionnels »

- Hydrocarbures pétroliers
- Métalloïdes
- Hydrocarbures aromatiques polycycliques non halogénés
- Hydrocarbures chlorés

Polluants non normés

- PCB, AROCLOR 1242



SOL

- Remblai
- Terrain naturel
- Boues lacustres
- Boues process papetier

EAU

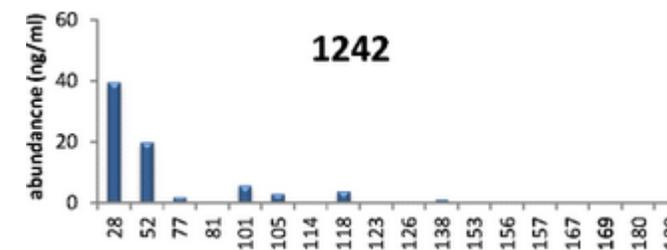
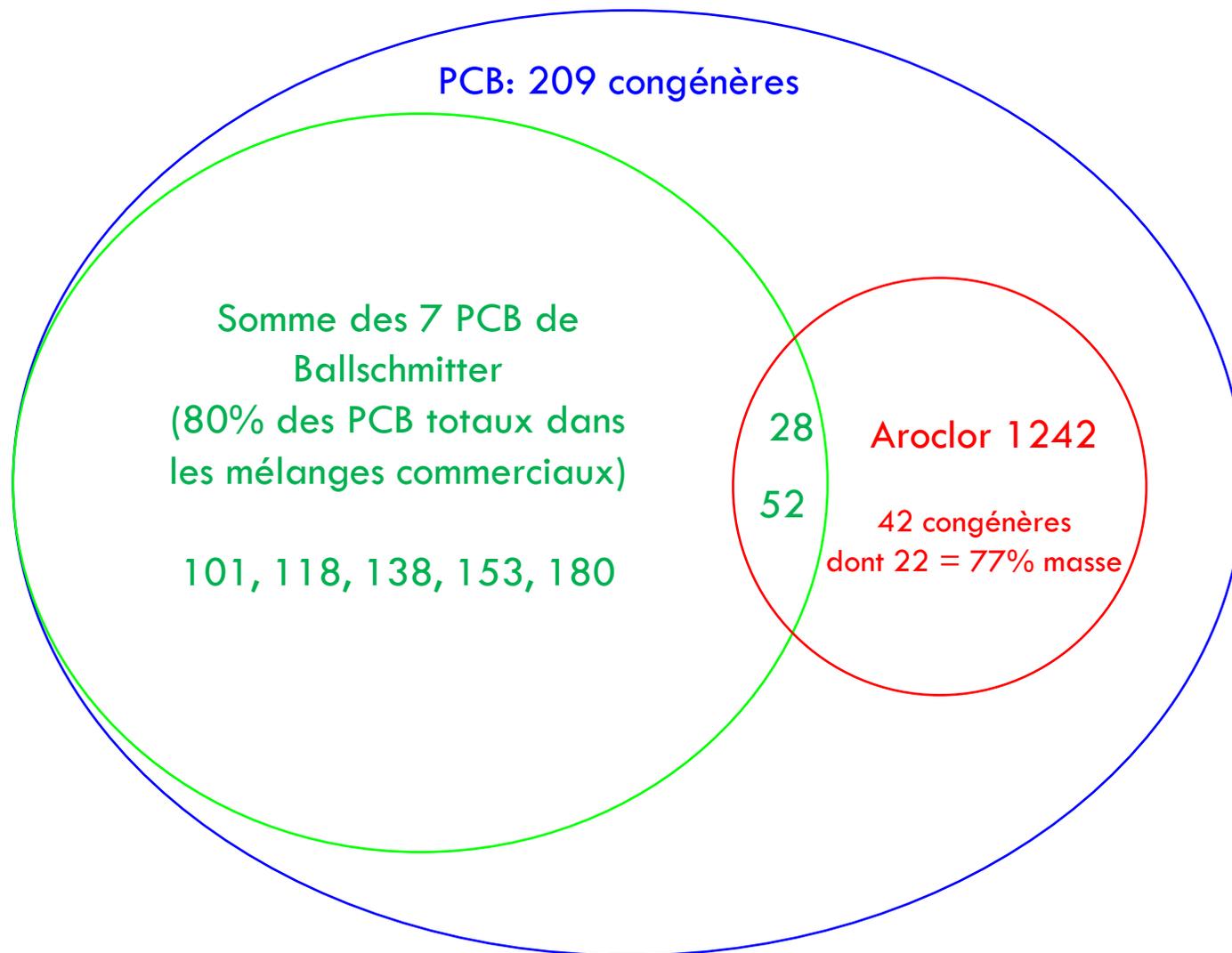
- Surface
- Souterraine alluviale
- Souterraine formations tertiaires
- Souterraine Socle primaire

ECOSYSTEMES

- Population avicole 
- Tests écotoxicologiques



Etudes de sol – Aroclor 1242 et congénères PCB



Etudes de sol – Aroclor 1242



Produit commercial (© Monsanto): Transformateurs et condensateurs ⚡ mais aussi ... papier auto-copiant...

- Recherche spécifique de ce produit lors des études
- Elaboration d'une méthode analytique spécifique (laboratoire BEAGx)
- Demande VL PNN
- Assainissement: Timing / Coût / LQ
- Détermination proportionnalité entre 7 PCB et Aroclor 1242 par analyses sur échantillon commun des 22 principaux congénères et des 7 de Ballschmitter

$$\Rightarrow \quad \text{Facteur de 8,2} \quad \frac{7 \text{ PCB Ballschmitter}}{\text{Aroclor 1242}} = 0,12$$

- Idem littérature (Tractebel 2008 pour problématique transformateurs à Coo)

Etudes de sol – ECOSYSTEMES



Objectifs: Analyses de l'impact et toxicité de l'AROCLOR sur le vivant

Campagne annuelle de monitoring de la [PCB]_{œufs} de l'avifaune

→ Impact PCB sur la fertilité des espèces considérées

Inventaire Faune-flore focalisé sur la zone des bassins

→ Zone humide, faible fréquentation et plans d'eaux d'intérêt

Etude Ecotox (ISSeP)

- Eau interstitielle des boues (bougie poreuse)
- Eau de surface
- Vase et boue

→ Inhibition de la croissance de l'algue d'eau douce *Pseudokirchneriella subcapitata*

→ Mortalité et inhibition de la croissance de l'ostracode *Heterocypris incongruens*

Boues B11: ☠☠☠

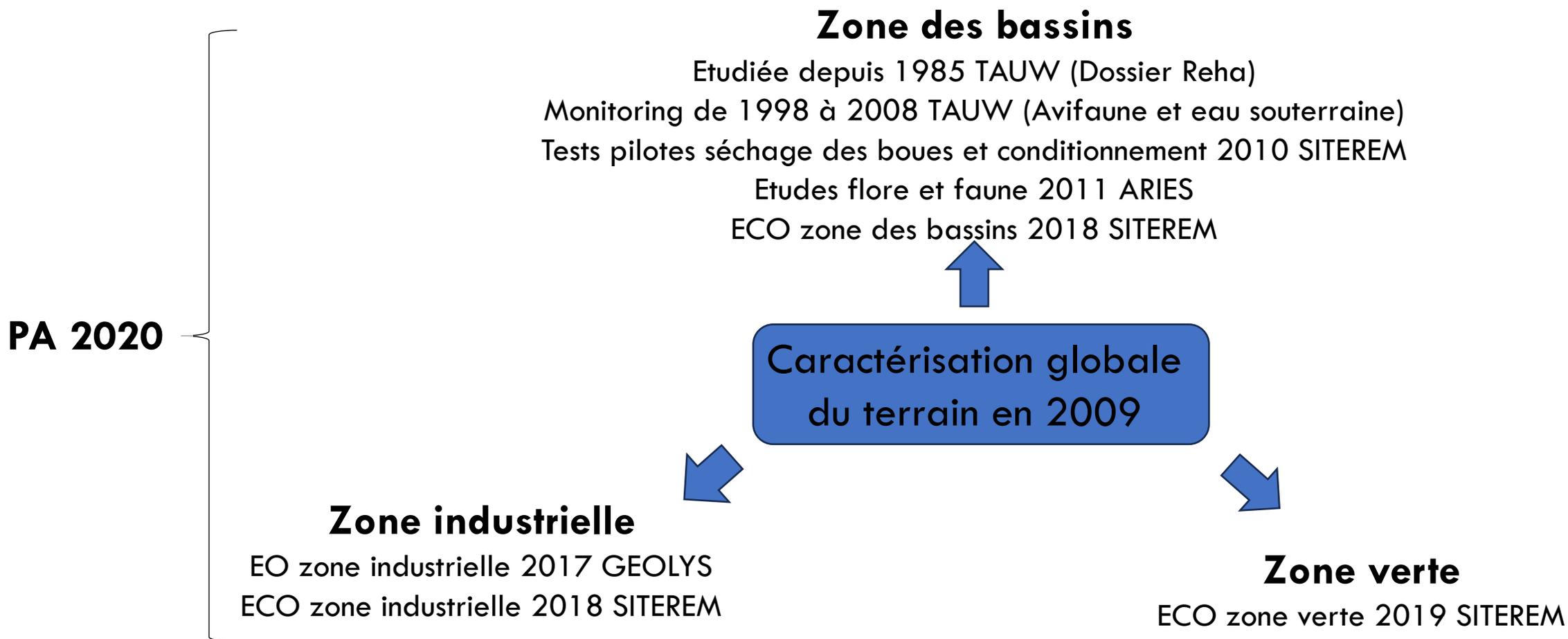
Vase B9: ☠

Eau surf. B9-B11: Faiblement toxique

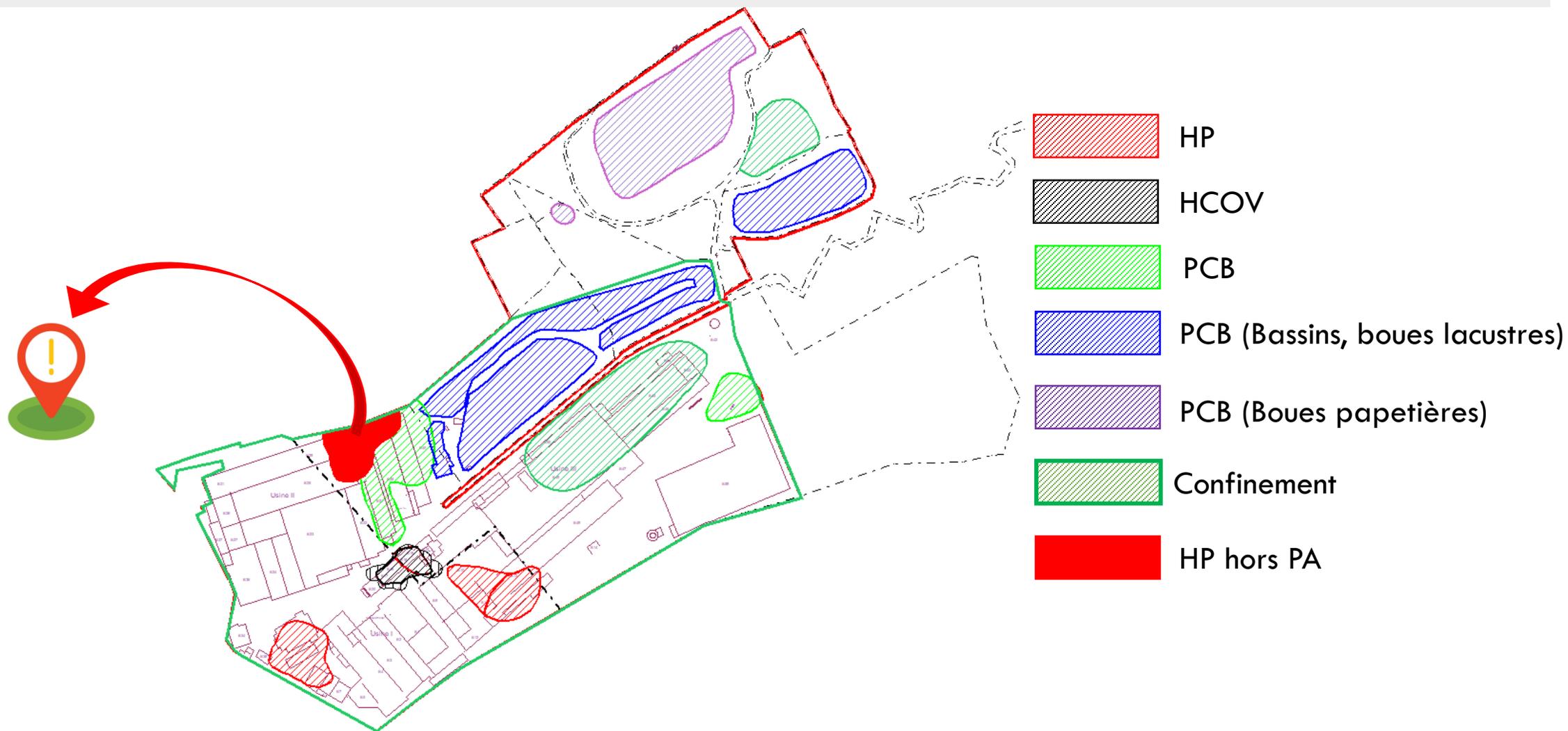
Inventaires ornithologiques NATAGORA



Etudes de sol – Valorisation et déroulement



Etudes de sol – Pollutions des sols





Mise en évidence d'une pollution d'origine extérieure au terrain

Comment procéder ?

- Expert démontre au stade de l'EO ou de l'ECO que « *la pollution est la résultante d'une migration en provenance de l'extérieur du terrain* » [Art 30 §1^{er} 2^o]
- La DAS statue sur le maintien ou l'abandon des obligations environnementales à charge du titulaire
- En cas d'identification d'un autre titulaire, la DAS avertit le DPC qui impose la réalisation d'une étude d'orientation à ce titulaire [Art 26]

En pratique:

- La démarche du DPC prend du temps et peut ne pas aboutir: droit de réaction, possibilité de recours
- A partir du moment où le DPC dresse un procès-verbal, le Parquet peut se saisir du dossier → le SPW n'a plus la main sur le dossier et la procédure est longue

- **Anticiper ce cas de figure dans le projet d'aménagement**
- **Réaliser un minimum d'investigations et une étude de risque en vue d'évaluer la compatibilité du projet d'aménagement en regard de la qualité du sol**

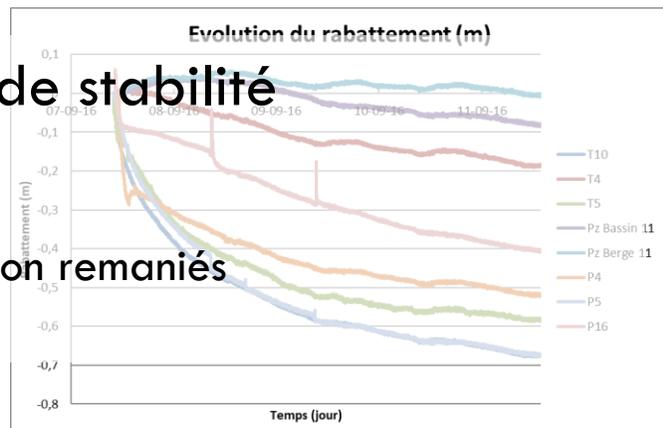
Etudes de sol – Compléments diagnostics Bassin 11



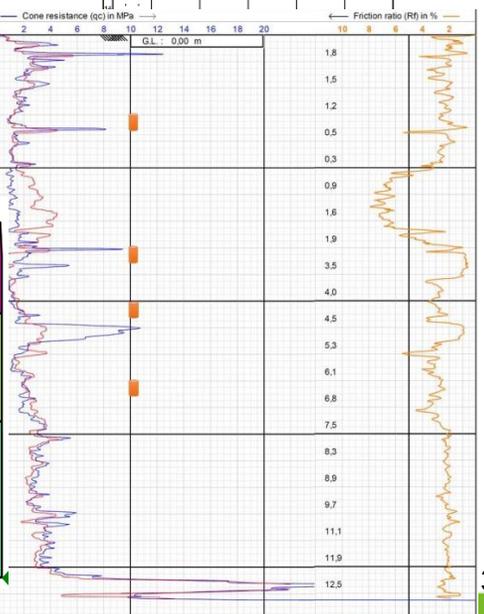
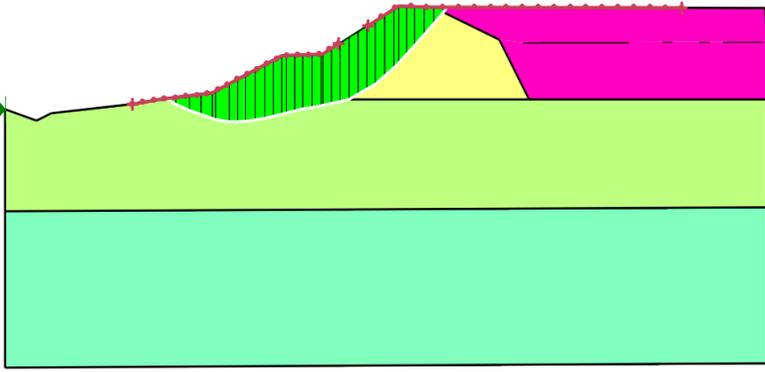
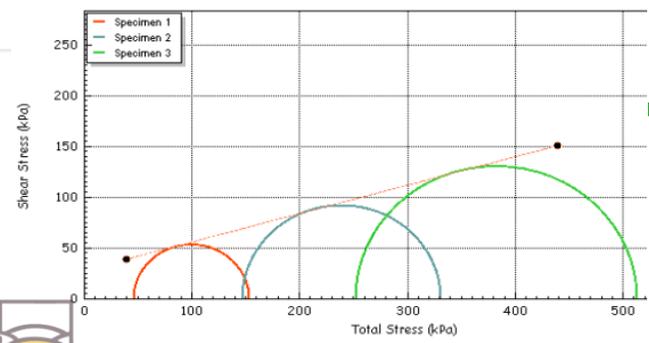
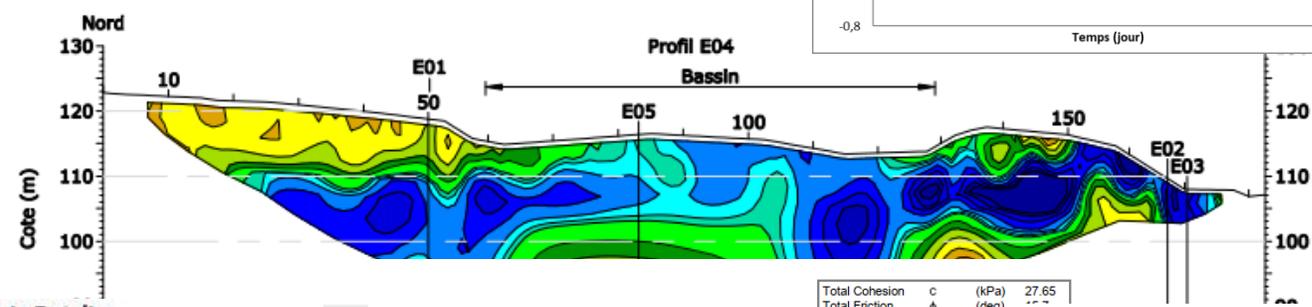
Nécessaire en raison de la **dangerosité des polluants**, de la **sévérité des pollutions** et des enjeux liés à l'aménagement et coûts d'assainissement

Clarification du MCS et analyses de stabilité

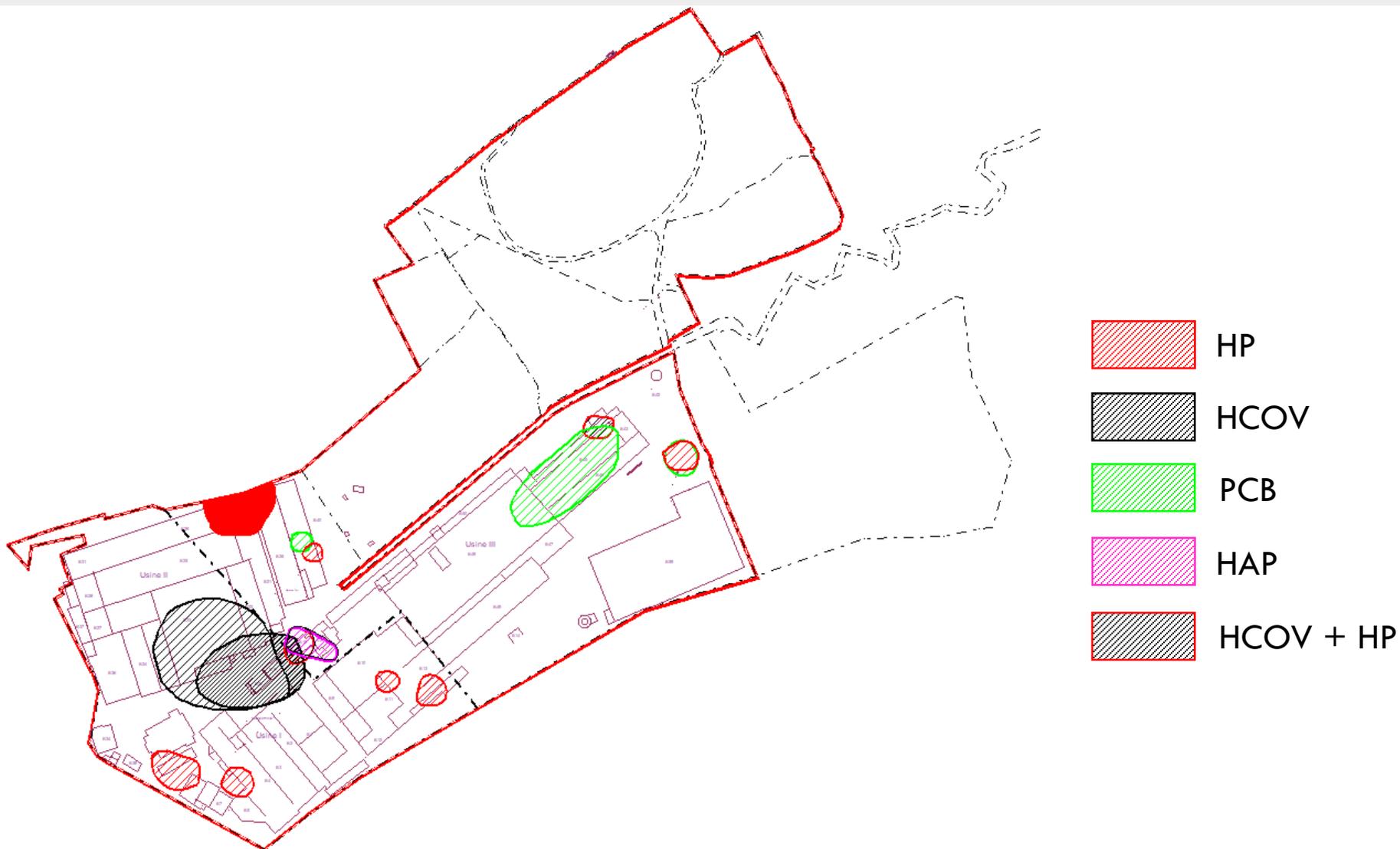
- Tomographie électrique
- CPT (cone penetration tests)
- Analyses géotechniques sur échantillons non remaniés
- Tests de pompage



Profondeur (m)	Laiton (%)	Outils	Lithologie	Niveau N°10 11 12 13 14 15	Echantillons non remaniés	Pézomètre	Niveau d'eau
0			Limon brun + passes argilo-sablonneuses vertes + radicules et fines cailloux fins	0.1			
0.25	36.68	102	Limon sableux + MO + radicules / brun / légèrement humide	0.25			
0.50	36.68	102	Sable limoneux + qq cailloux fins cm + radicules / brun / légèrement humide	0.50			
0.75	36.68	102	Sable limoneux + qq cailloux fins cm + radicules + passes tourbeuses / brun / légèrement humide	0.75			
1.00	36.68	102	Sable argileux / sableux gris-vert-rougeâtre / légèrement humide	1.00			
1.25	36.68	102	Argile sableuse, passes tourbeuses / brun à brun foncé + passes vertes / humide	1.25			
1.50	36.68	102	Argile légèrement sableuse / sable tourbeuses vertes / humide	1.50			
1.75	36.68	102	Argile légèrement sableuse / gris-vert / très humide	1.75			
2.00	36.68	102	Argile légèrement sableuse / gris-brun / humide	2.00			
2.25	36.68	102	Argile légèrement sableuse + traces de tourbe / gris-brun / humide	2.25			
2.50	36.68	102	Argile légèrement sableuse + fines de tourbe / brun foncé / humide	2.50			
2.75	36.68	102	Argile tourbeuse à tourbe / brun-noir / humide	2.75			
3.00	36.68	102	Argile sableuse tourbeuse / gris-noir / très humide	3.00			
3.25	36.68	102	Argile sableuse + débris de gros cailloux fins à cm / gris foncé / très humide	3.25			



Etudes de sol – Pollutions des eaux



Projet d'assainissement

Philosophie générale

- Acceptable financièrement (budget estimé entre 3.000.000 € et 15.000.000 €)
- Elimination de la menace (Santé humaine, eau souterraine et de surface, écosystème)
- Projet intégré (Zones bassins, industrielle et verte) 📍
- Limitation des contraintes (Type III et IV sans restriction)
- Maintien *on-site* des déchets ultimes
- Le timing n'est pas un facteur limitant

Ex-situ

Excavation et évacuation



On-site

Confinement

Capping /encapsulation



In-situ

Oxydation chimique

Pump & Treat



Projet d'assainissement



PROJET ASSAINISSEMENT (PA) – approche administrative

Rédiger un PA pour un terrain complexe prend du temps et demande des investigations complémentaires

- Études complémentaires en vue du dimensionnement de certaines techniques
- Réalisation de tests pilotes
- Réalisation de mesures de suivi dans l'attente de l'introduction du PA

Plusieurs approches possibles

- 1 seul PA global
- Segmenter le terrain en plusieurs zones, avec 1 PA par zone
- Segmenter en plusieurs PA couvrant chacun une problématique particulière : sol/eau, famille de polluants, ...

L'approche par plusieurs PA peut compliquer la vision globale de l'assainissement et la situation administrative du dossier.

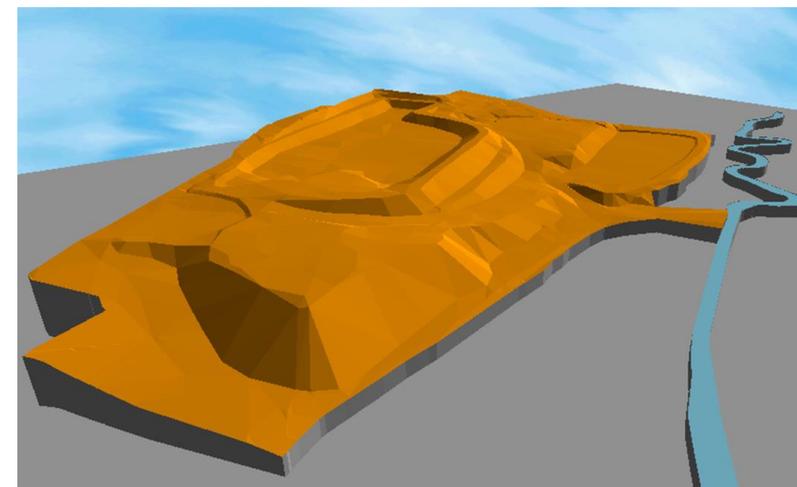
Ici, terrain segmenté en 5 EC/ECO, mais un seul PA global

Projet d'assainissement – Capping/encapsulation

Mise en œuvre d'un capping/encapsulation Bassin 11

Une pierre, deux coups !

- Mise en sécurité des boues papetières en place par capping
 - 66000 m³, 8900 m², 10 m d'épaisseur, 10.000 mg/kg PCB
- Mise à disposition d'un volume de stockage on-site
 - 35000 m³
 - Stabilité 👍
 - Tassements 👍



- Protection durable des eaux souterraines en cas de modification des composantes du milieu
- Mise en sécurité des boues papetières vis-à-vis de la faune, de la flore et des humains
- Offre la possibilité de gestion d'autres pollutions provenant du terrain PA sous condition de qualité similaire ou meilleure au matériau sous-jacent

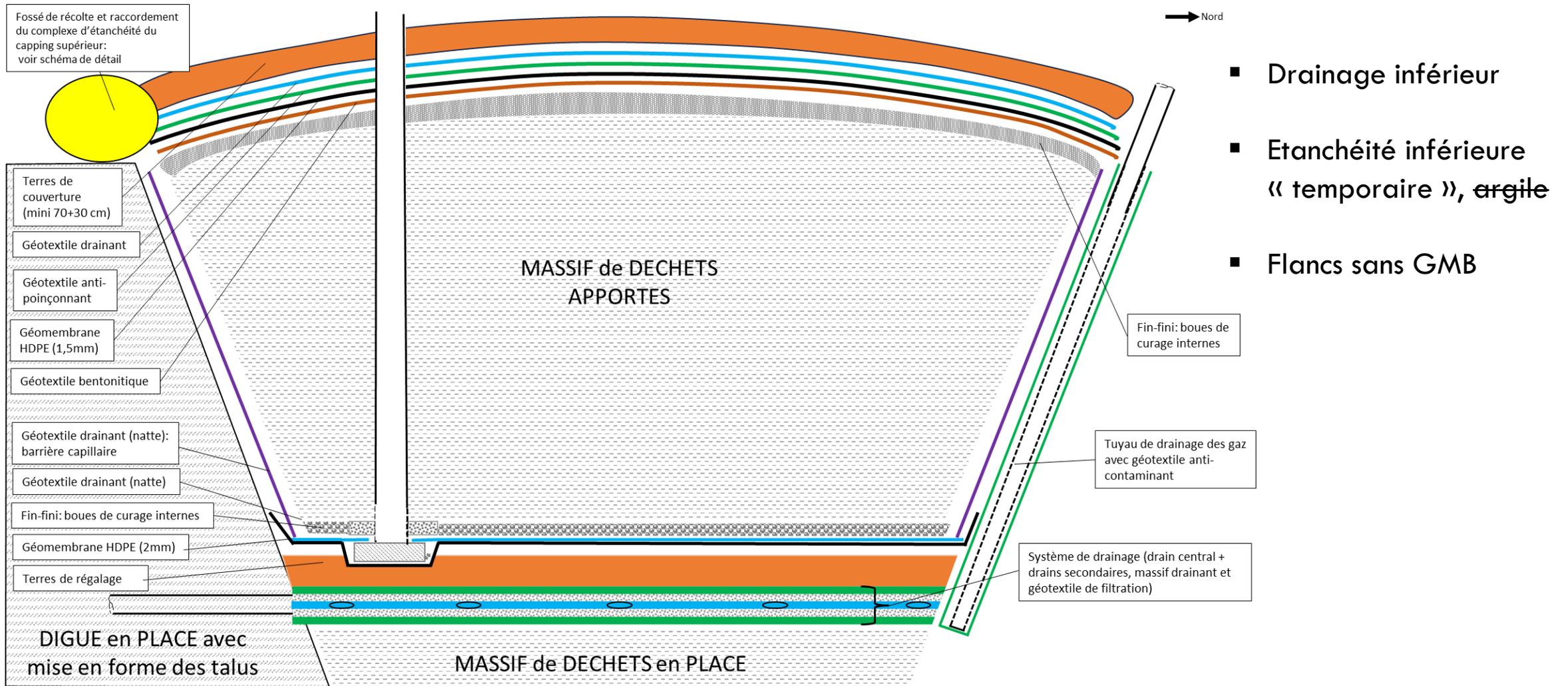


- Reconstruction d'un relief



Sous supervision d'un BC (Bureau de Contrôle) et sous couvert d'un CSC (Cahier Spécial des Charges)

Projet d'assainissement – Capping/encapsulation



Projet d'assainissement – Capping/encapsulation

Echanges préalables avec Bureau de Contrôle

Particularités du site VS CET cl.2:

- Milieu anaérobie létal pour tout développement biotique
- Fond de cellule non baignant
- Matériaux peu (pas) biodégradables → Events pour drainage des gaz
- Système de drainage inférieur pour reprise des eaux de «pressage»
- Utilisation d'un GTX (géotextile) drainant en flancs de cellule (piégeage capillaire) au lieu d'une GMB (géomembrane)
- Acceptation dérogatoire de GTX bentonitique en fond de cellule en remplacement de l'étanchéité minérale (non accepté en CET, échanges ioniques)

dès lors que son rôle est temporaire !

Projet d'assainissement – Capping/encapsulation



Projet d'assainissement – Capping/encapsulation

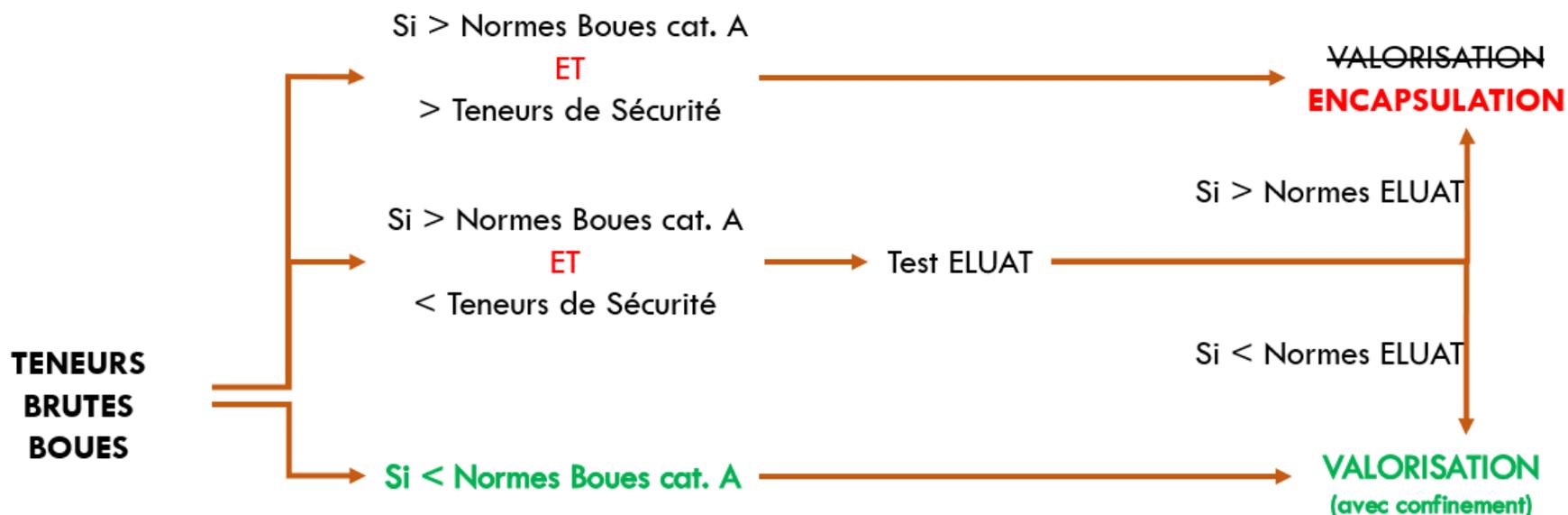


Projet d'assainissement – Gestion des boues

Excavation des boues lacustres et gestion

Une pierre, deux coups !

- Retrait des matériaux pollués
 - 7700 m³, 9900 m², (Hg, HP et PCB)
- Revalorisation boues A *on-site* (AGW 10 juin 1999) OU couche constitutive encapsulation

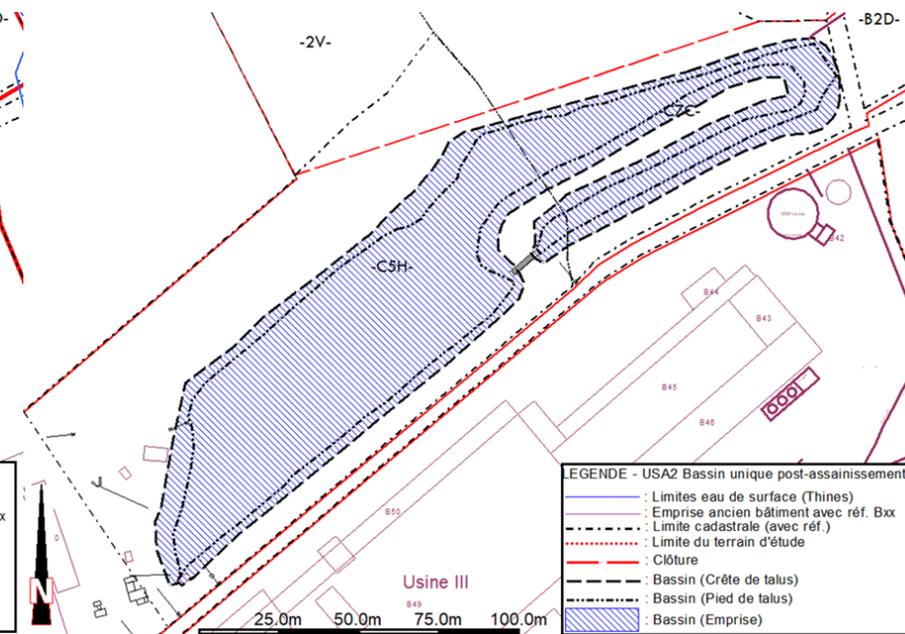
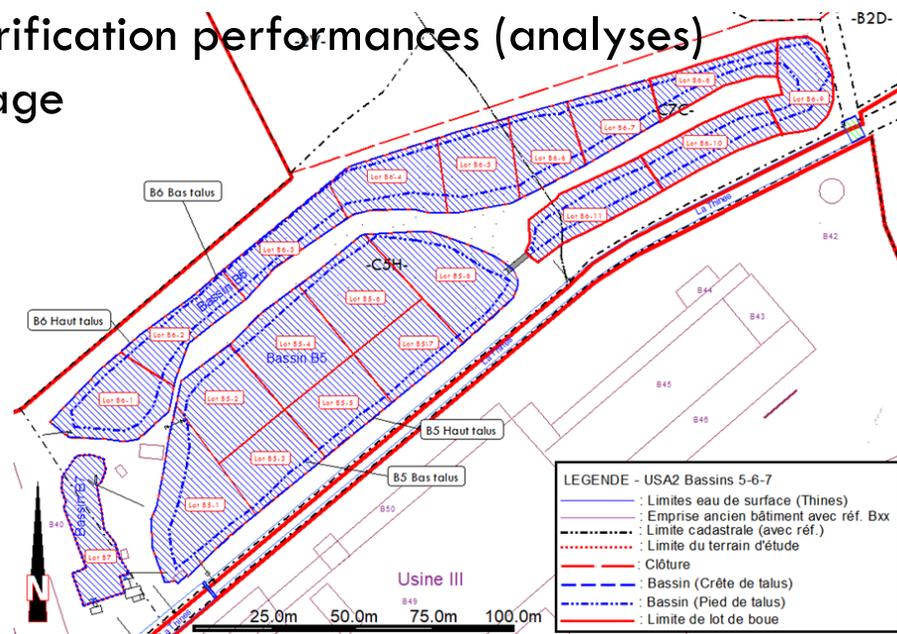


Création d'un espace à haute valeur ajoutée

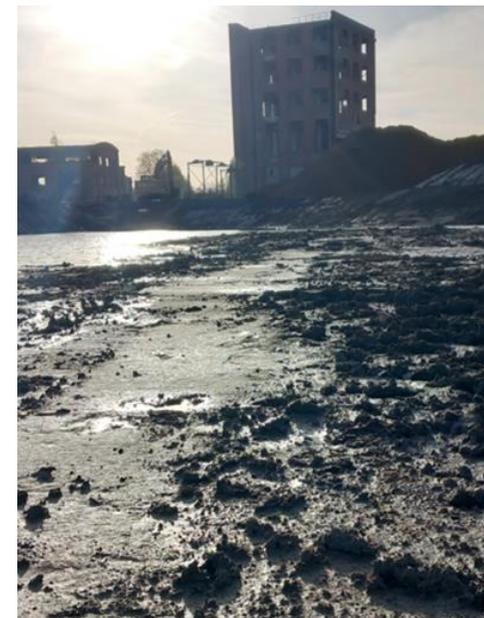


Projet d'assainissement – Gestion des boues lacustres

- ✓ Mise hors eau (suivi qualité eau au rejet avant et pendant travaux) → boues pelletables
- ✓ Mise en andains sur dalle et fermeture des tas
- ✓ Aération pour dessiccation
- ✓ Reprise vers Encapsulation selon qualité
- ✓ Objectif de moyens: retrait des boues
- ✓ Mise à nu du TN et vérification performances (analyses)
- ✓ Reprofilage/remodelage
- ✓ Remise en eau



Projet d'assainissement – Gestion des boues lacustres

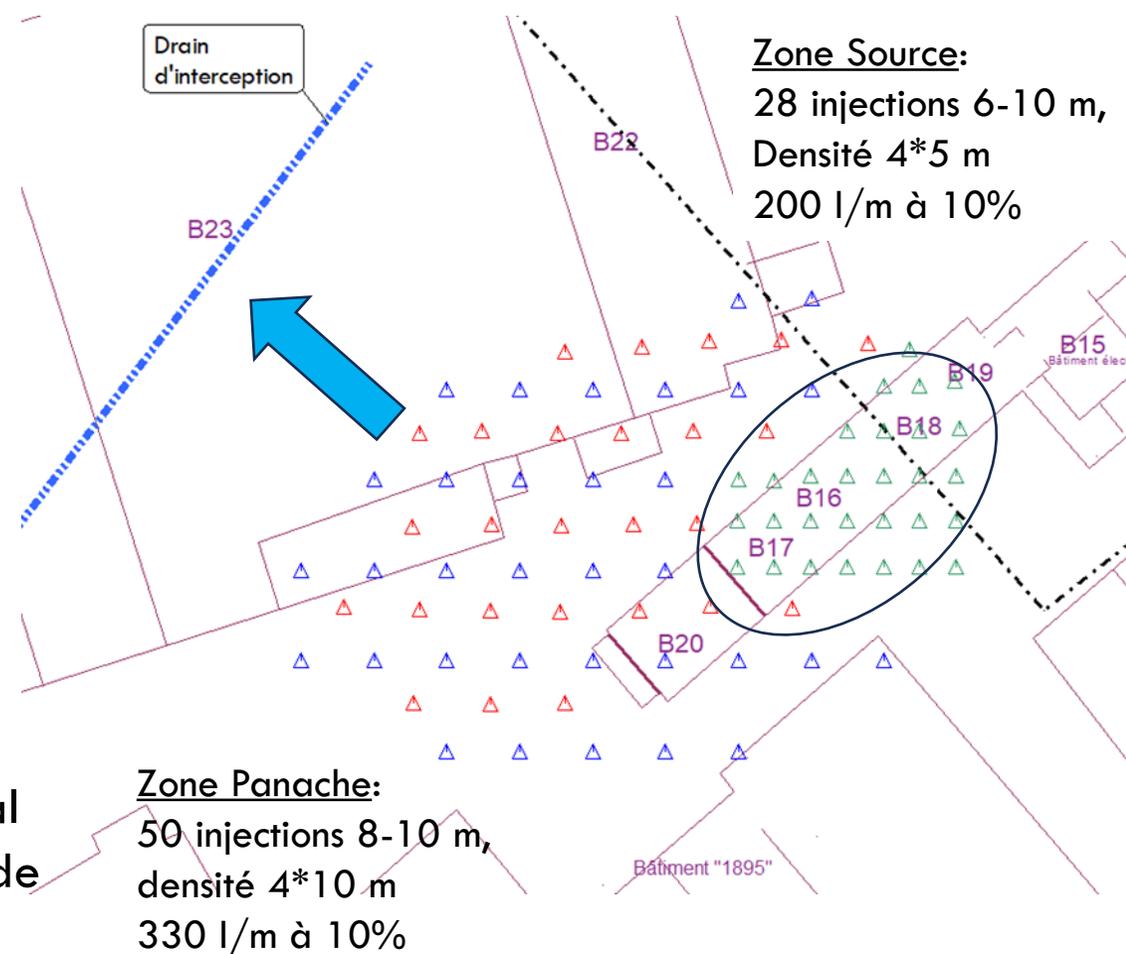


Projet d'assainissement – Gestion *in-situ* HCOV

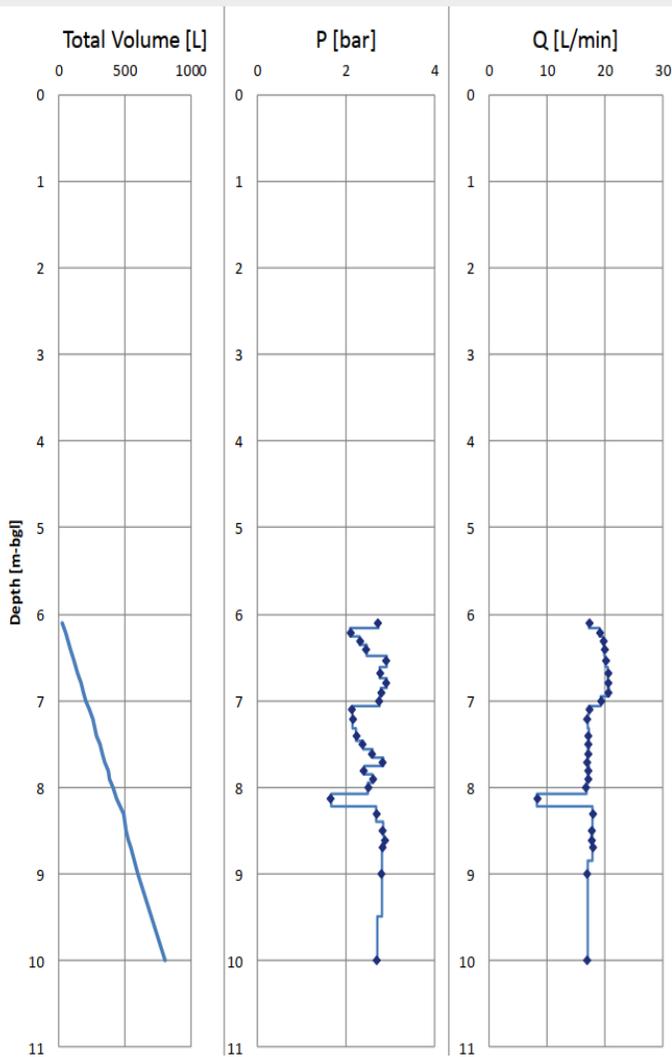
Traitement *in situ* des HCOV et mise en sécurité

Une pierre, deux coups !

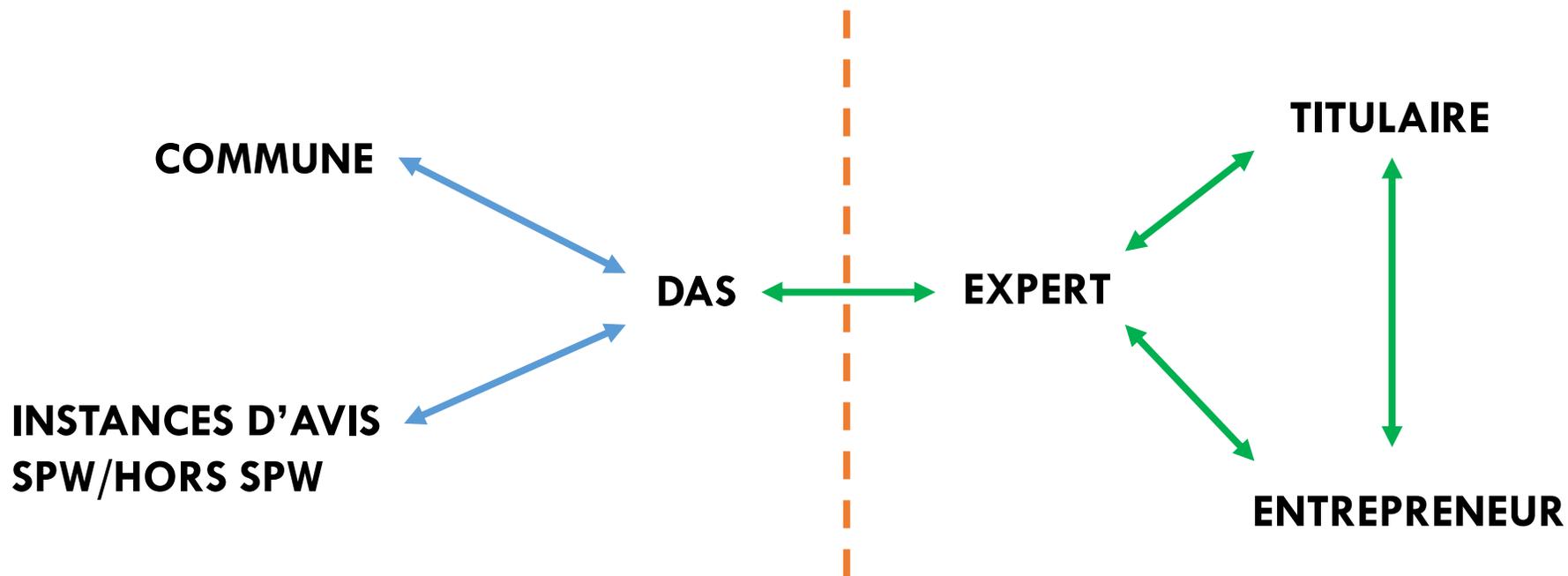
- Traitement *in situ* de la nappe alluviale par injection de 3DME donneur d'e- (libération H+)
 - Alluvions fines peu perméables (10^{-7} à 10^{-6} m/s)
 - ❖ 7 m d'épaisseur
 - ❖ 3230 m²
 - Alluvions grossières (sables et graviers) moyennement perméables (10^{-6} à 10^{-5} m/s)
 - ❖ 2 m d'épaisseur
 - ❖ 6000 m²
 - Socle schisteux OK
- Exploitation d'une tranchée de piégeage hydraulique aval dans les alluvions grossières ⇒ Maîtrise du déplacement de l'oxydant
- Excavation + Pump&treat



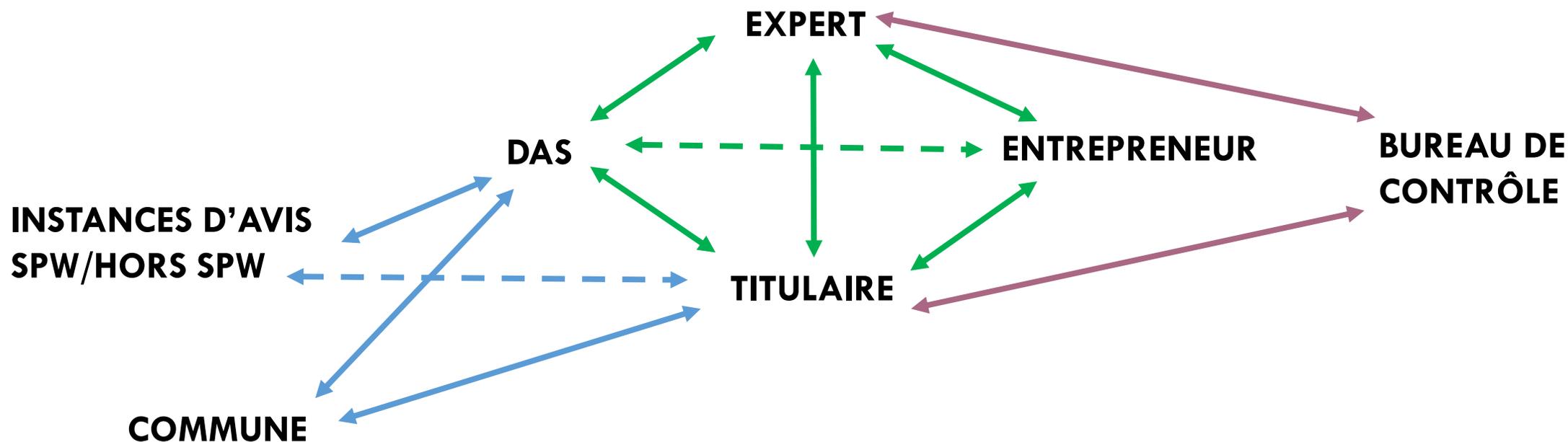
Projet d'assainissement – Gestion *in-situ* HCOV



Lignes de communications – Cas classique



Lignes de communications – Cas plus complexe



Les interactions sont plus complexes ; elles peuvent être structurées/organisées dans des réunions de concertations techniques, voire dans un comité de suivi

Lignes de communications

COMMENT ADAPTER/RECTIFIER/PRÉCISER UN PA EN COURS DE TRAVAUX ?

- Parcelle ou polluants non pris en compte: **EO/EC/ECO complémentaire** suivie d'une **MPA** (demande de modification du PA)
- Adaptation conséquente d'actes ou travaux d'assainissement: **MPA**
- Précision d'actes spécifiques, non détaillés dans le PA (cellule d'encapsulation, technique in situ, ...) : **Note technique** devant être approuvée avant réalisation des travaux. Approbation par la DAS, mais également parfois aussi d'un organisme de contrôle
- Évaluation intermédiaire**: acter des travaux déjà réalisés, régulariser certaines adaptations ne nécessitant pas une MPA

→ **Importance de mettre en place une concertation active avec la DAS**

Lignes de communications

RETOUR D'EXPÉRIENCE

→ 2 demandes de MPA soumises + 2 notes techniques

- Corrections de certaines imprécisions/incohérences du PA et de la décision sur PA
- Evolutions du Master Plan (voiries, pôle sportif, école, aménagement Entrée de la ville)
- Note technique cellule encapsulation, basée sur le CSC
- + MPA ultérieure sur remplissage volume résiduel avec terres extérieures
- Note technique PFAS
- USA7-15: Révision des OA (objectifs d'assainissement)
- Découverte complémentaire: Traitement *in situ* des boues de l'ancienne STEP « eau rose »

Les adaptations en cours de PA – PFAS ?

Selon les lignes directrices PFAS publiées par la DAS dans le cadre des études décret sols, l'industrie du papier et de l'emballage est identifiée comme une activité à risque

- ⇒ Analyse des process historiques et des pratiques « incendie »
- ⇒ Analyses: échantillon composite, piézomètre bien alimenté

→ **Pas d'activité à risque mise en évidence et pas de dépassements des valeurs limites**

Sur base des retours d'expériences des études décret sols et de la littérature, le secteur de la production de papier/carton est bien une activité à risque pour les PFAS, mais le risque dépendra du type de papier produit

Les adaptations en cours de PA – Révisions OA

ADAPTATION OA pour PANACHE HCOV SOL

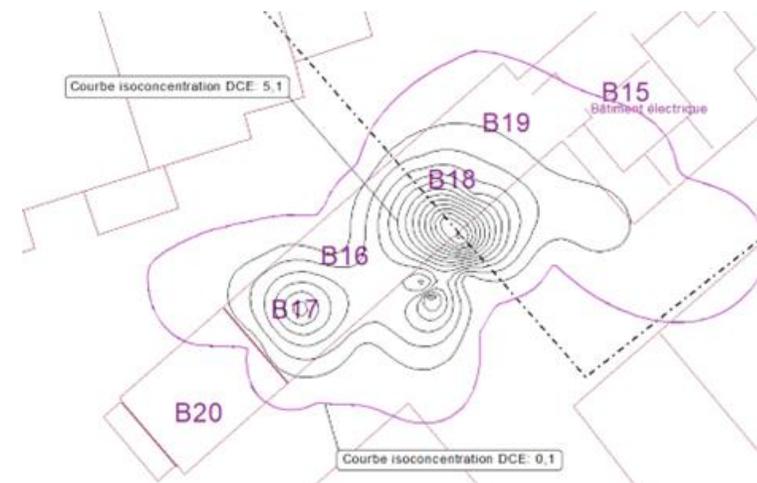
- Stade dépôt PA: OA avec restriction usage (IV outdoor) selon Master Plan
- Stade décision: OA type III sur l'ensemble de la zone usine
 - ECo type III
 - Master Plan pas assez abouti
-
- Stade MPA2*: OA difficilement supportables (variante Excavation totale)
 - OA zone insaturée type III (VS) , sans restriction
 - OA zone saturée type III calculé pour la protection santé humaine→ CBRn modifié garantissant AMG*

Le meilleur compromis !!

- Pas de restriction d'usage
- OA supportables et compatibles avec l'analyse GAMMA

* MPA: Modification de Projet d'Assainissement

* AMG: Absence de Menace Grave



Les adaptations en cours de PA – Nouveau cas polluant

STEP Usine

Boues fortement polluées de l'ancienne STEP (non démantelée)

- $[HP]_{\text{eau}}$: 6 300 000 $\mu\text{g/l}$ soit 6,3g/l
- Hydrocarbures sous forme colloïdale
- MES: 7000 mg/l
- 550 m³ de solution/boue
- Colloïdes non sédimentables



Les adaptations en cours de PA – Nouveau cas polluant

Addendum PA

- Sélection des techniques
 - Analyse des variantes (GAMMA)
 - Objectif et validation
- ↓
- Pompage/traitement ex-situ (109.000 à 140.000 €)
 - Filtration on site et prise en charge des gâteaux ex-situ ou on-site (30.000 à 74.000 €)
 - Filtration gravitaire dans un espace aménagé ex-situ ou on-site (12.000 € à 30.000 €) – Test pilote pour validation technique



Approbation filtration gravitaire on-site



Les adaptations en cours de PA – Nouveau cas polluant



BIODIVERSITE



- ⇒ **Déboisements** nécessaires aux travaux ?
Hors saison nidification - maintien de zone refuges - phasage
- ⇒ **Replantation ?**
Essences ligneuses indigènes validées par le DNF
Pré fleuri, ...
- ⇒ **Avenir des bassins de décantation?**
13000 m² remis en eau
- ⇒ **Apport de terres de couverture pour capping et confinement**
Terres sableuses pauvres locales (MEP – INFRABEL)

Merci pour votre attention !

Programme		
8h30	Accueil	
9h00	Introduction	DAS/DPS
9h15	Présentation de cas : extension d'un centre de formation, d'expertises et de conseils ciblé sur les métiers de la sécurité	BTEE/DAS
10h00	Présentation de cas : projet immobilier sur un ancien dépôt pétrolier	SBS/DAS
10h45	Pause	/
11h05	L'AGW Terres – lien avec le décret sols	DPS
11h25	IQSW (Indice de Qualité des Sols Wallons)	ARIES/DPS
11h45	Directive relative à la surveillance des sols	DPS
12h15	Questions-réponses	/
12h45	Pause	/
13h45	Les nouveaux outils pour l'évaluation des risques : OSERi et EVARES	SPAQUE
14h35	Nouveau formulaire de récolte des données	DAS
14h55	Certificats de contrôle du sol	DAS
15h15	Pause	/
15h35	Présentation de cas : création d'un nouveau quartier sur une ancienne papeterie	SITEREM/DAS
16h20	Questions-réponses	/
16h35	Conclusions	/
16h45	Fin	/

Pour vos questions c'est par ici !

