

# Assainissement Heppignies

## Case study – Ancien site Beecham (GSK)



Fedexsol  
28 septembre 2017  
Thomas Cougnon

## Beecham (GlaxoSmithKline)

- Usine pharmaceutique
- Production d'antibiotiques (Amoxicilline)
- Début des activités en 1970
- Fermeture en 2009

## WDP

- Démolition (2012)
- Assainissement
- Redéveloppement logistique



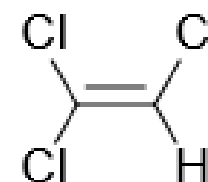
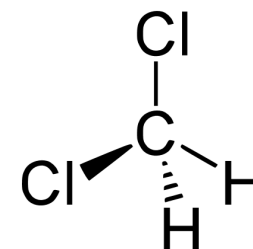
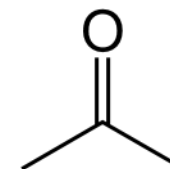
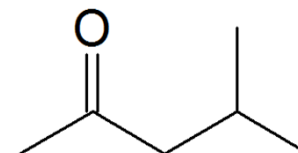
## Géologie

- Quaternaire : limon éolien stratifié grisâtre et brunâtre jusqu'à 18 m-ns ou limon sableux, argile limoneuse, sable argileux;
- Tertiaire : Bruxelliens: Sables et grès quartzeux, glauconifères ou non, calcaireux à la base sous les 18 m-ns;
- Tertiaire : Yprésien: Sable avec grès et lentilles d'argile gris verdâtre ou avec leur banc d'argilite et argile plastique ou sableuse et argilite;
- Calcaire à partir de 34 m-ns

## Hydrogéologie

- Aquifère des calcaires carbonifères : nappe à environ 42 m-ns

- Etude menée par Arcadis
  - Délimitation: MIP + échantillons sol et air du sol
  - Composés pertinents (COC):
    - Méthylisobutylcétone (MIBK)**
    - Acétone (ACE)**
    - N,N-diméthylacétamide (DMA)
    - Dichlorométhane (DCM)**
    - Trichloroéthylène (TCE)**
    - 2-hexanol (HEX)
    - Ether diisopropyl (DIPE)
    - Acide 2-éthylhexanoïque (EHA)
- ⇒ Composés organiques volatils dont certains chlorés





# Pollution



## Dichlorométhane (DCM)

- Polluant principal
- Concentrations maximales autour de 10 m-ns ( $>300.000 \text{ mg/m}^3$  air du sol)
- Sol: VI plus dépassée à partir de 36,5 m-ns
- Air du sol: dépassement de la VI jusqu'à 37 m-ns

## Méthylisobutylcétone (MIBK)

- Présent dans le sol et air du sol jusqu'à 20 m-ns

## Acétone (ACE)

- Dépassements de la VI observés dans l'air du sol ( $<18 \text{ m-ns}$ )

## Trichloroéthylène (TCE)

- Concentrations autour de la VI dans l'air du sol ( $<20 \text{ m-ns}$ )

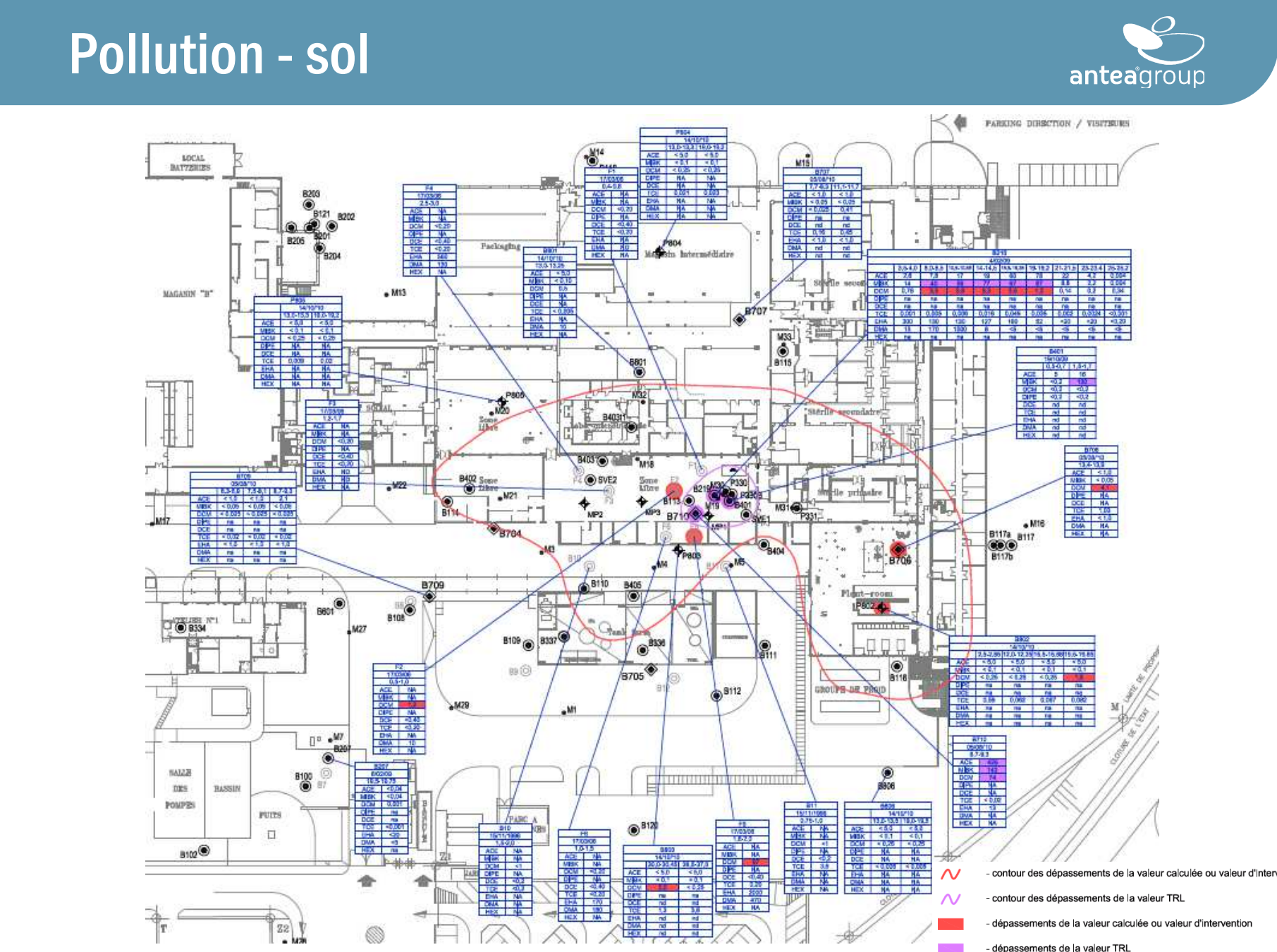
## Charge polluante

- Estimée à 9.000 kg dont 85 à 90% dans le noyau  $<18 \text{ m-ns}$

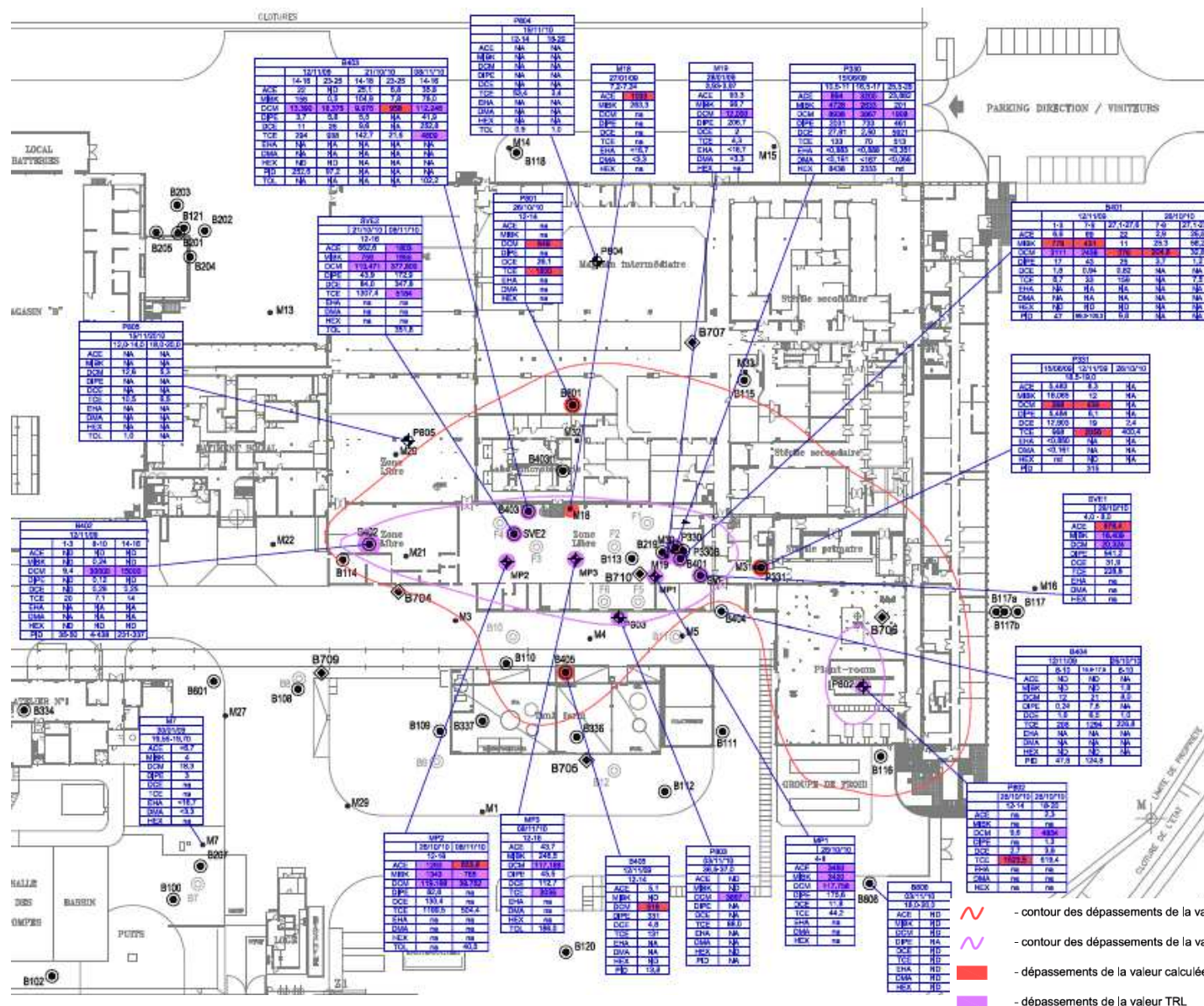
## Eau souterraine

- Aquifère des calcaires carbonifères
- Niveau d'eau aux alentours de 42 m-ns
- TCE et cis-DCE autour de la VR
- Traces de PCE et 1,1,1-TCA
- Pas de lien avec la contamination du site

# Pollution - sol







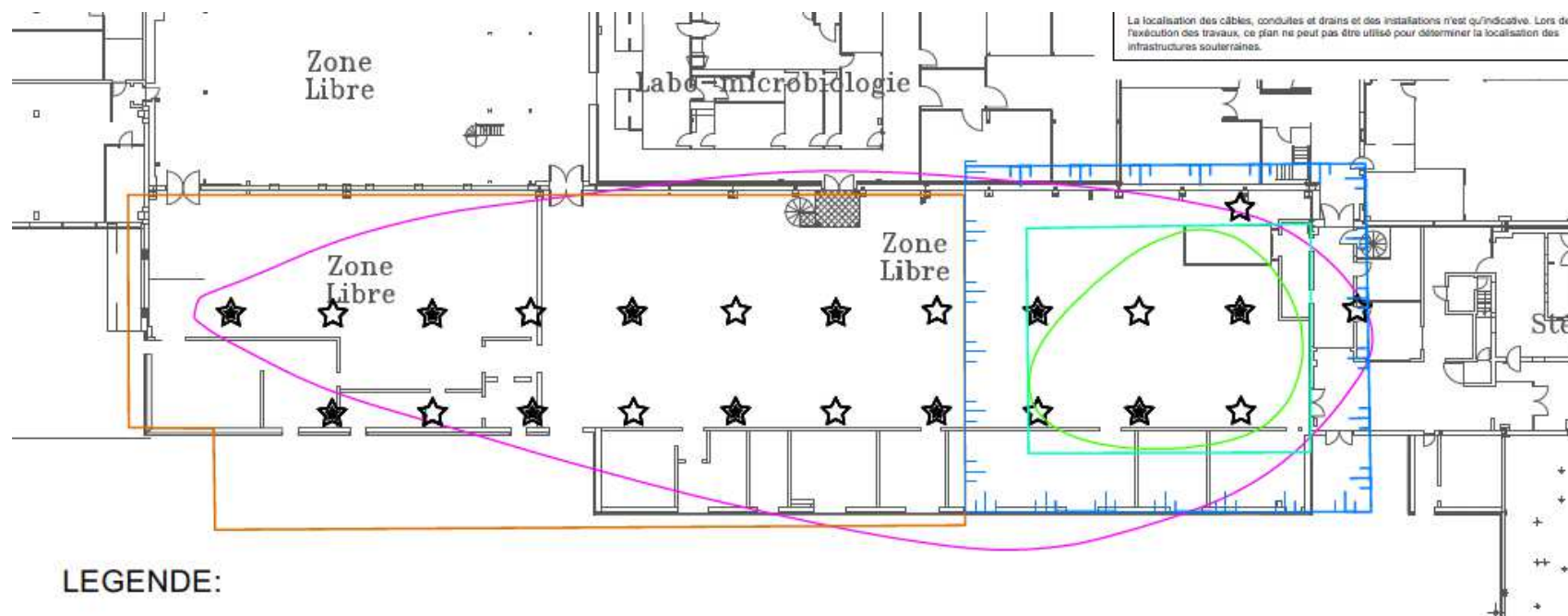
## PA (Arcadis, 2010)

- EAS dans la zone source (profondeur maximale 18m) suivie d'un monitoring de l'atténuation naturelle (MNA)
- Durée de l'EAS estimée à 2 ans
- MNA: 3 ans
- Objectif: élimination de la menace grave

## Ajustements (Antea Group)

- Excavation du noyau entre 0 et 4 m-ns au lieu de l'EAS
- Installation d'une membrane étanche sur l'ensemble de la zone à assainir
- EAS comme prévue dans la zone >4 m-ns
- Aucune modification des objectifs d'assainissement

# Projet d'assainissement



## LEGENDE:

-  Contour des dépassements de la valeur TRL - air du sol
-  contour des dépassements de la valeur TRL - sol
-  Puits d'extraction de l'air du sol - filtre à 5-10m-ns
-  Puits d'extraction de l'air du sol - filtre à 10-18m-ns
-  Zone d'excavation : 4m-ns
-  Talus ( 1/1 )
-  Zone d'excavation : 1m-ns

TRL : Niveau de risques tolérables

# Objectifs d'assainissement (VRTSS)

- Scénario bureau sans vide ventilé
- Sol (mg/kg ms):

|              | Acétone | MIBK | DCM | TCE |
|--------------|---------|------|-----|-----|
| 0-1,5 m-ns   | 1150    | 50   | 27  | 24  |
| 1,5-2,5 m-ns | 1250    | 50   | 67  | 24  |

- Air du sol (mg/m<sup>3</sup>):

|              | Acétone | MIBK | DCM  | TCE  |
|--------------|---------|------|------|------|
| 0-1,5 m-ns   | 9880    | 900  | 3270 | 2510 |
| 1,5-2,5 m-ns | 10700   | 900  | 8180 | 2510 |

## Travaux génie civil (2013)

- Excavation terres polluées noyau (0-4 m-n): environ 2.500 tonnes évacuées (traitement thermique, ATM Pays-Bas)
- Installation d'une membrane étanche (0,5 m-n)
- Installation de 23 puits EAS (5-10 m-n et 10-18 m-n)

## Travaux in-situ (EAS) (2013 – 2017)

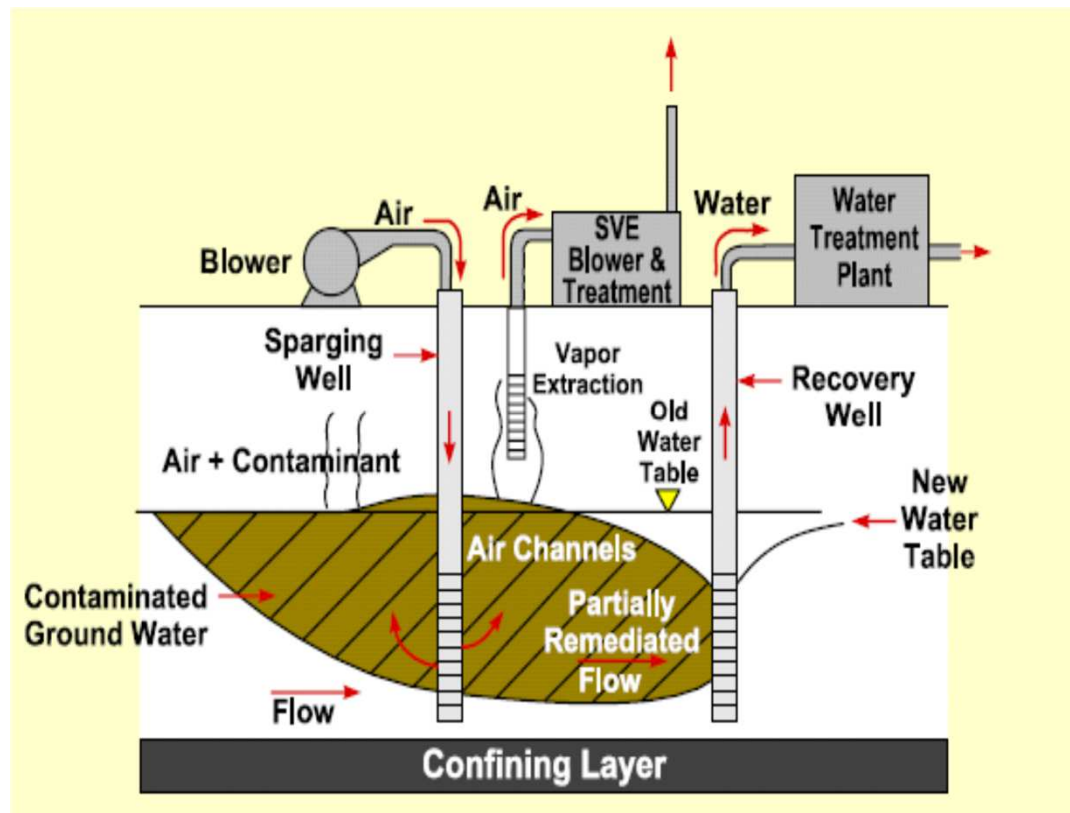
- Extraction d'air du sol
- Puits individuels regroupés en clusters de 3 ou 4
- Extraction alternée par cluster
- Traitement de l'air extrait par une série de catox, scrubber alcalin et charbon actif



# Intermezzo théorique - EAS

## Principe

- Enlèvement de la pollution du sol par la phase d'air
- Ajout d'O<sub>2</sub> pour stimuler la dégradation aérobie (bioventing)



## Caractéristiques des polluants

- Volatil (pression de vapeur/cte Henry)
  - $P > 0,5 \text{ mm Hg (20°C)}$  (influence T)
  - $H > 0,01$
- Point d'ébullition:  $< 250\text{-}300^\circ\text{C}$
- $K_{ow}$
- Biodégradabilité

## Composition du sol

- Perméabilité ( $> 10^{-3}$  à  $10^{-7} \text{ m/s}$ )
- Hétérogénéité
- Niveau d'eau souterraine
- Teneur en humidité
- Adsorption (matière organique)
- Activité biologique ( $\text{O}_2$ ,  $\text{CO}_2$ , nutriments, compte, PCR,...)

## Test pilote

- Extraction sur 1 ou plusieurs puits (+installation de piézairs)
- Quelques jours généralement suffisants
- 2 phases:
  - Par degrés: détermination de la dépression/débit optimaux
  - Continue: extraction continue à la dépression optimale → rayon d'influence, perméabilité à l'air, concentrations extraites

## Dépression – règles générales

- Dépression appliquée dépendante de la composition du sol
- Sol (très) bien perméable ( $K > 10^{-3}$  m/s):  
 $P = -100$  mbar
- Sol (moins) bien perméable ( $10^{-4} > K > 10^{-6}$  m/s):  
 $-100 \text{ mbar} > P > -300 \text{ mbar}$
- Sol à faible perméabilité ( $K < 10^{-6}$  m/s):  
 $P = 980$  mbar

## Débit – règles générales

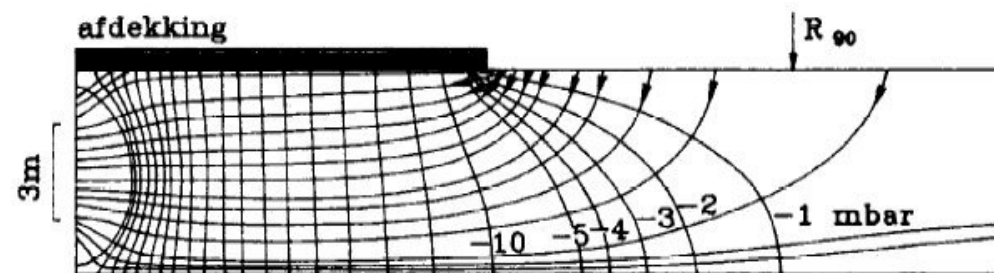
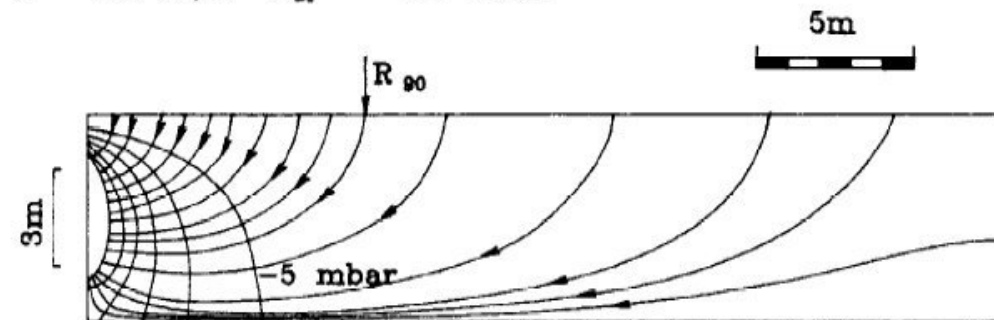
- Débit dépendant de la composition du sol et la longueur de la partie crépinée
- Sol (très) bien perméable ( $K > 10^{-3}$  m/s):  
 $Q = 10 \text{ m}^3/\text{h m}(\text{crépine})$
- Sol (moins) bien perméable ( $10^{-4} > K > 10^{-6}$  m/s):  
 $5 < Q < 10 \text{ m}^3/\text{h m}(\text{crépine})$
- Sol à faible perméabilité ( $K < 10^{-6}$  m/s):  
 $Q < 5 \text{ m}^3/\text{h m}(\text{crépine})$



# Intermezzo théorique - EAS

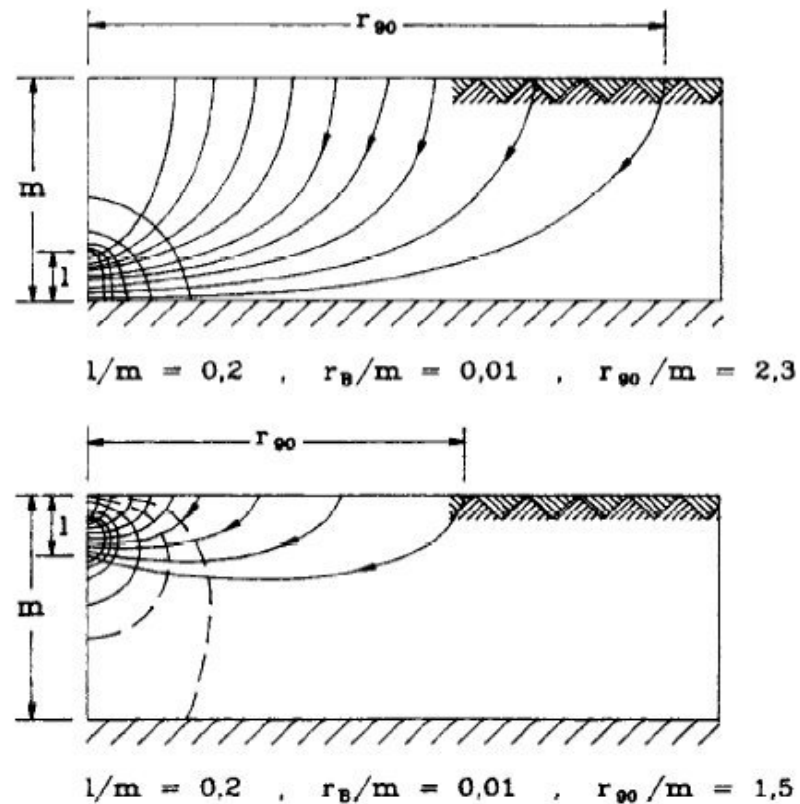
## Distribution de la dépression – rôle d'un revêtement/d'une membrane

$$Q = 281 \text{ m}^3/\text{h} \quad P_{Br} = -100 \text{ mbar}$$



# Intermezzo théorique - EAS

## Distribution de la dépression – rôle de la profondeur des puits



## Conception – généralités

- Diamètre des puits: 63 mm
- Interdistance: 5 à 10 m
- Profondeur et distance des parties crépinées: dépendant de la composition du sol et de la situation de la contamination (MCS!)
- Min. 0,5 à 1,0 m-ns
- Attention aux zones d'excavation

## Massif filtrant

- Objectif:
  - Augmenter le flux d'air
  - Empêcher que des particules de sol entrent dans le puits
- Trop fin → obstruction du massif
- Trop grossier → ensablement du puits
- Calibration du massif filtrant sur base de:
  - Distribution granulométrique du sol
  - Largeur des perforations du puits d'extraction

## Calibration massif filtrant – règles pratiques

- Fraction D50 massif filtrant = 4 à 5 x fraction D50 du sol
- Vlarem: basé sur la fraction D30 du sol

Uit de CGP van de VLAREM

| filtergrind (mm) | d30 filtergrind (mm) | d30 zand formatie (µm) |
|------------------|----------------------|------------------------|
| 1,40 - 2,00      | 1,62                 | 270                    |
| 1,00 - 1,60      | 1,25                 | 200                    |
| 0,80 - 1,25      | 0,96                 | 160                    |
| 0,50 - 1,00      | 0,68                 | 111                    |
| 0,40 - 0,63      | 0,47                 | 80                     |

## Perforations

- Plus fines que le grain plus fin du massif drainant
- Règle pratique: *Perforations environ la moitié du calibre moyen des grains du massif drainant*
- Dépendant du matériel des puits

## Exemples

- Sol sableux bien perméable: perforations 0,5 mm et massif drainant 0,75-1,25 mm
- Sol limoneux: perforations 0,3 mm et massif drainant 0,5-1,0 mm

## Bouchon d'argile

- Min. 70 cm
- Type Cebogel/Compactonit ou ciment-bentonite
- Mouiller l'argile

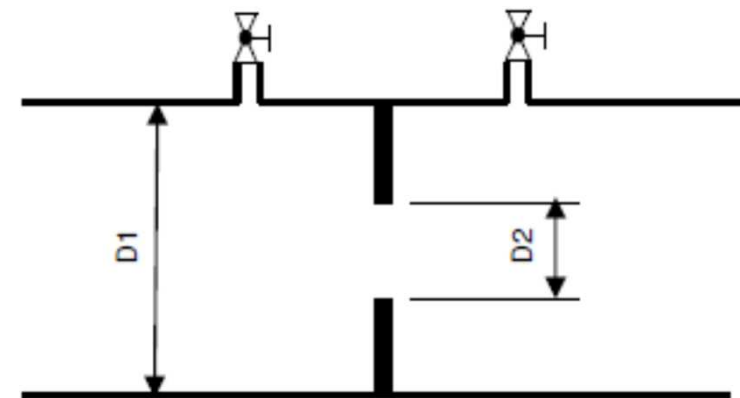


## Conduites

- Individuels vs collecteurs
- Diamètre: équilibre entre coûts et pertes de dépression (p.ex. limiter à 10 mbar)
- Pertes dépendant de la longueur des conduites et du débit

## Débitmètres à diaphragme (1)

- Bon marché et robuste
  - Dimensionnement:
    - Débit attendu
    - Dépression attendue
    - Diamètre intérieur de la conduite ( $D1$ )
    - Perte de dépression: p.ex. 4 mbar
- ⇒ Calcul de  $D2$   
(aide: [www.pipeflowcalculations.com](http://www.pipeflowcalculations.com))



## Débitmètres à diaphragme (2)

- Attention aux turbulences:
  - Conduites lisses
  - Distance suffisante par rapport aux coudes et aux vannes
  - Distance suffisante après bypass: 25x diamètre interne
  - Distance suffisante avant blower: 5x diamètre interne



## Traitement de l'air

- Charbon actif (efficacité diminuée avec humidité)
- Filtre biologique: assainissements longs avec influent stable et polluants biodégradables en aérobie; en pratique rarement utilisé
- Catox: concentrations élevées pendant longue durée (p.ex. BTEX: rentable à partir de 3 à 4 g/m<sup>3</sup>)

# Excavation





# Equipements de protection individuelle



# Transport des terres par bateau





# Membrane étanche

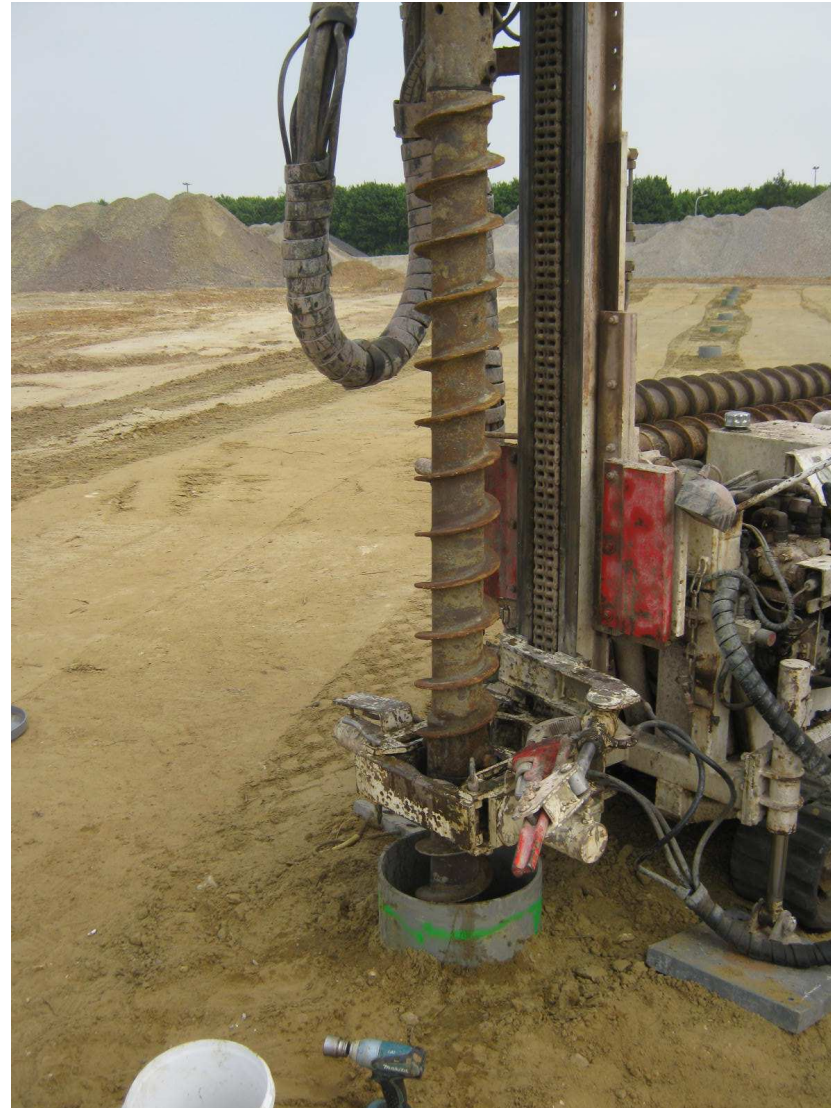




# Puits d'attente



# Forage de puits d'extraction



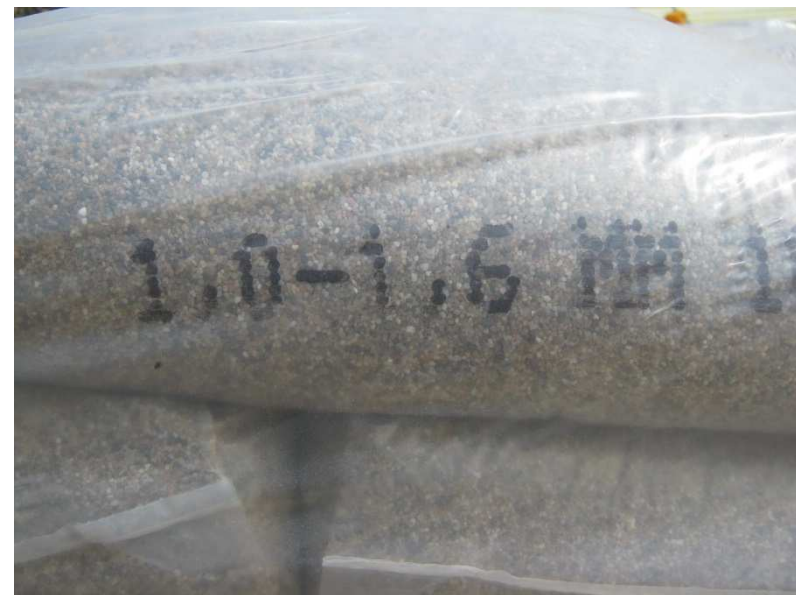


# Ciment-bentonite



# Caractéristiques des puits d'extraction

- Diamètre de forage: 220 mm
- Diamètre des puits: 63 mm
- Perforations: 0,5 mm
- Sable drainant: 1,0-1,6 mm
- Conduites: HDPE 32 mm, PN6





# Les conduites

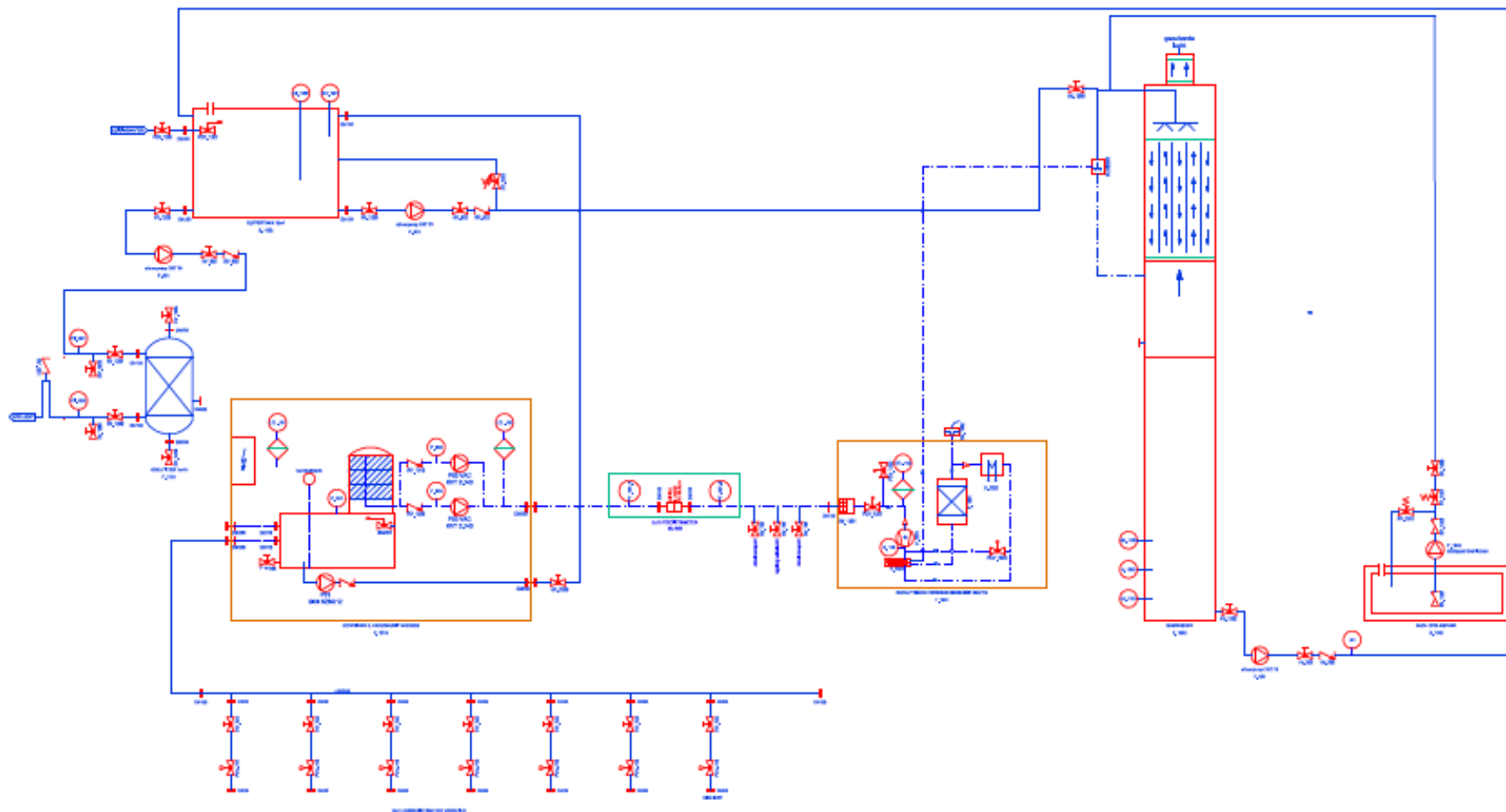


# La STEP





# La STEP



- Catox + scrubber alcalin (dosage NaOH) + charbon actif eau
- Adaptations:
  - Surchauffe catox à cause d'une charge polluante trop élevée => dilution automatique (valve pneumatique) de l'influent à un niveau de 2% LEL
  - Obstruction fréquente du scrubber à cause du calcaire => dosage anti-scalant (Aquatreat)
  - Dépassement normes d'émission air => charbon actif air
  - Dépassement normes de rejet eau saline (DCM) => remplacement du charbon actif par du charbon actif sur base de coco (toujours pas suffisant pour atteindre la norme de 0 pour DCM...)

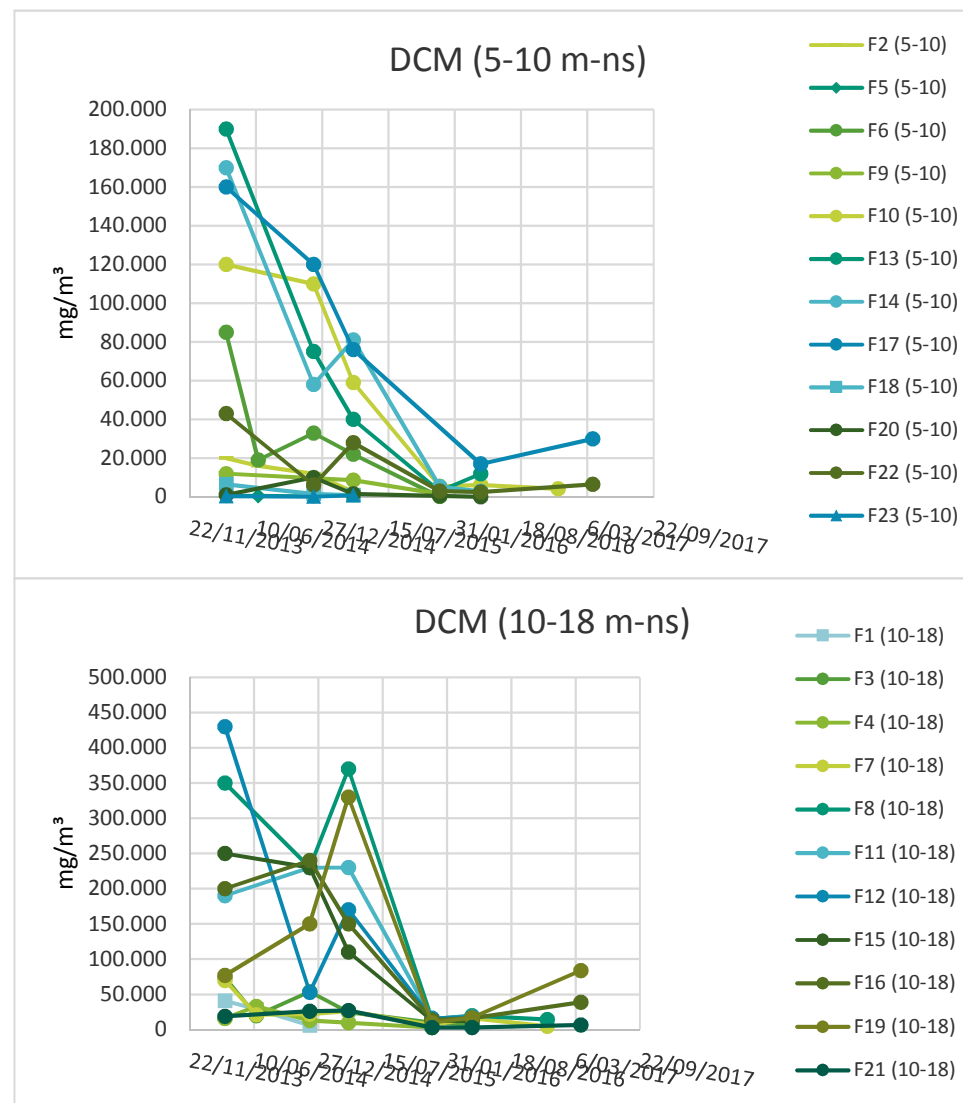


# La STEP



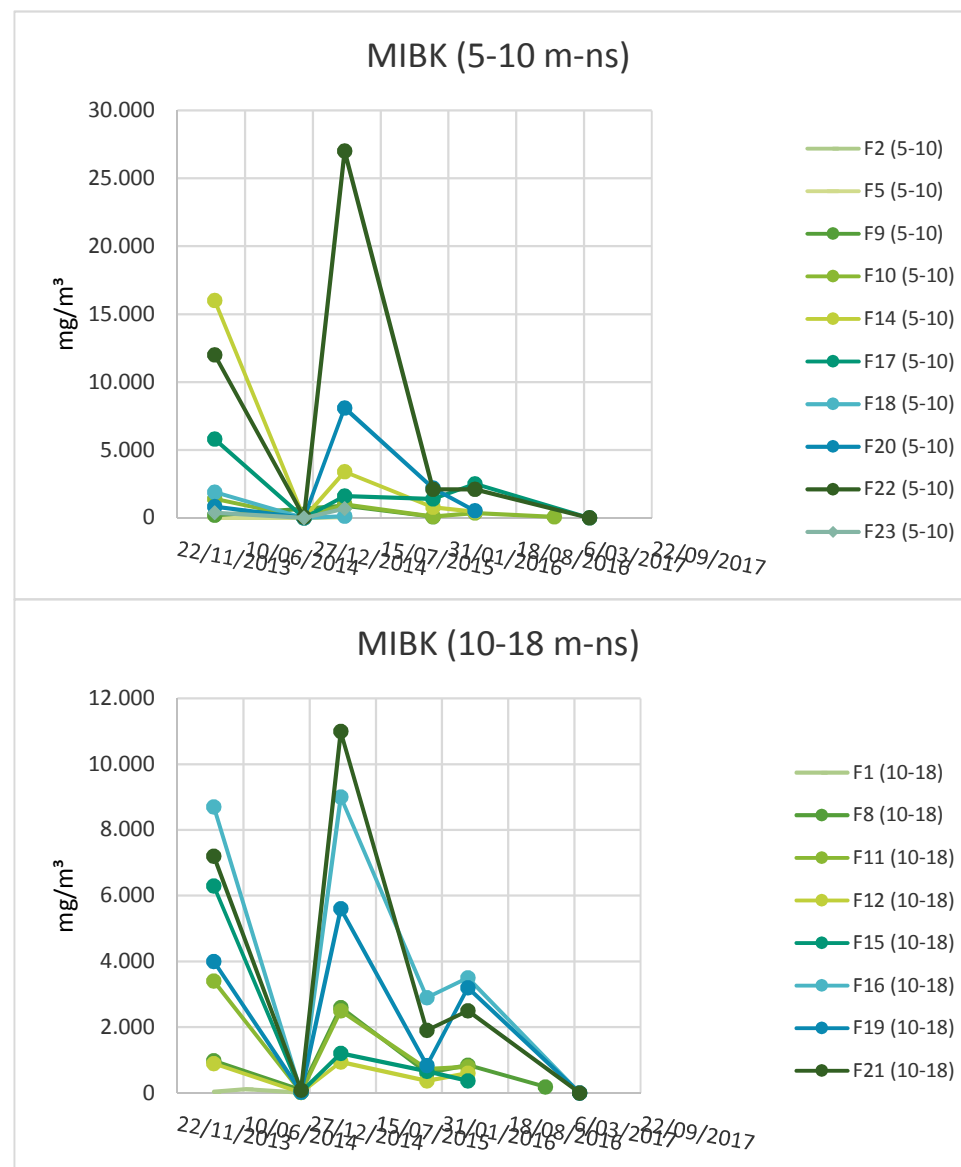
- Extraction active pendant 802 jours
- Dépression : 200 mbar en moyenne
- Débit : 90 m<sup>3</sup>/h en moyenne
- Environ 1.650.000 m<sup>3</sup> d'air du sol extrait et traité
- Environ 10.678 kg de polluants enlevés

# Résultats – concentrations air extrait

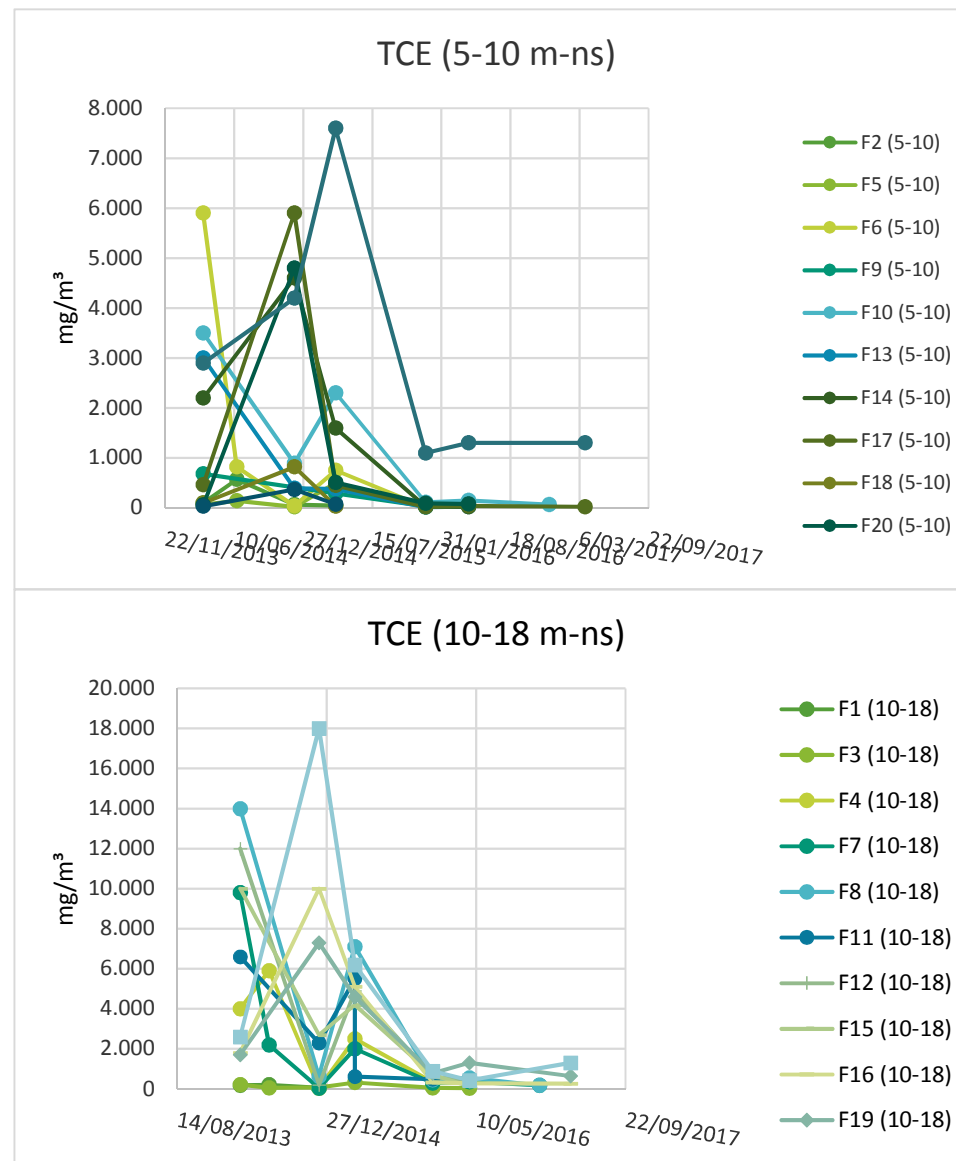




# Résultats – concentrations air extrait



# Résultats – concentrations air extrait



VRTSS définies jusqu'à 2,5 m-ns => difficile de déterminer la fin de l'EAS

Vu:

- extraction active pendant > 2 ans
- stabilisation des concentrations extraites
- efficacité diminuée

⇒ test rebound afin d'évaluer la nécessité de continuer l'assainissement actif

Test rebound:

- Installation 3 piézairs en zone polluée (1,5-2,5 m-ns, 6,5-8,5 m-ns et 10-12 m-ns) + prise d'échantillons sol non-remaniés: évaluation évaporation
- Installation 3 piézairs hors zone polluée (même crépines): évaluation dégradation biologique
- Monitoring mensuel pendant 3 mois

# Test rebound - résultats



## Sol – pollution résiduelle

|                      |               | Concentration (mg/kg m.s.) |      |        |
|----------------------|---------------|----------------------------|------|--------|
| Profondeur (m-ns)    | Texture       | DCM                        | MIBK | TCE    |
| 0-6                  | Sable silteux | -                          | -    | -      |
| 6-10                 | Sable silteux | <0,020                     | 70   | <0,020 |
| 10-14                | Sable silteux | 0,37                       | 69   | <0,020 |
| 14-18                | Limon sableux | 210                        | 75   | 0,086  |
|                      |               |                            |      |        |
| VRTSS (1,5-2,5 m-ns) |               | 67                         | 50   | 24     |

# Test rebound - résultats



## Air du sol - pollution

| Profondeur (m-ns)    | Date       | Concentration (mg/m <sup>3</sup> ) |      |      |
|----------------------|------------|------------------------------------|------|------|
|                      |            | DCM                                | MIBK | TCE  |
| 1,5-2,5              | 10/02/2017 | 1,5                                | 9,1  | 0,2  |
|                      | 01/03/2017 | <0,1                               | <1,0 | <0,5 |
|                      | 22/03/2017 | <0,1                               | <1,0 | <0,1 |
| 6,5-8,5              | 10/02/2017 | 5,9                                | 100  | <0,5 |
|                      | 01/03/2017 | 2,4                                | 280  | <0,5 |
|                      | 22/03/2017 | 5,1                                | <10  | <0,5 |
| 10-12                | 10/02/2017 | 550                                | 310  | 1,3  |
|                      | 01/03/2017 | 49                                 | 320  | <0,5 |
|                      | 22/03/2017 | 630                                | <10  | 1,9  |
| VRTSS (1,5-2,5 m-ns) |            | 8180                               | 900  | 2510 |



## Air du sol – biodégradation

|         | O <sub>2</sub> moyenne (vol%) |                  | CO <sub>2</sub> moyenne (vol%) |                  |
|---------|-------------------------------|------------------|--------------------------------|------------------|
|         | Zone polluée                  | Zone non-polluée | Zone polluée                   | Zone non-polluée |
| 1,5-2,5 | 17,3                          | 19,2             | 1,7                            | 0,2              |
| 6,5-8,5 | 17,0                          | 20,4             | 3,1                            | 0,4              |
| 10-12   | 17,7                          | 19,8             | 1,3                            | 0,4              |

# Test rebound - Conclusions

- Evaporation limitée
- Biodégradation démontrée
- Absence de menace grave confirmée (S-Risk)

=> Démobilisation de l'installation

- Démarrage de la dernière phase de l'assainissement: MNA pendant 3 ans  
→ échantillonnage semestriel de 7 piézaires (acétone, DCM, MIBK, TCE, O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub> et CH<sub>4</sub>)
- Monitoring annuel de la nappe (COHV + GC-screening volatils et semi-volatils)

# Merci pour votre attention!



Thomas Cougnon – Consultant  
thomas.cougnon@anteagroup.com  
0494/53.31.94

Beatrijs Lambié – Contract Manager  
beatrijs.lambie@anteagroup.com  
016/74.27.11

28 septembre 2017