





**Critères de délimitation du site:  
application à un cas concret**


 **AWA Amt für Wasser und Abfall**  
**OED Office des eaux et des déchets**  
**5<sup>e</sup> journée technique ChloroNet**  
**22 novembre 2012**  
**Rolf Tschumper**




Canton de Berne  

## Sommaire

- Historique du site
- Situation hydrogéologique
- Etapes d'investigation compte tenu de la délimitation du site selon le *projet partiel 4* de *ChloroNet*
- Etude des possibilités d'assainissement
- Etat actuel des investigations
- Résumé, conclusions



2  Office des eaux et des déchets (OED) 5<sup>e</sup> journée technique ChloroNet du 22 novembre 2012

Canton de Berne



## Historique du site: nettoyage chimique typique

- 1926: construction d'un bâtiment résidentiel
- 1972: agrandissement, début du nettoyage chimique
- 1994: fin du nettoyage chimique
- 2005: investigation historique (y c. analyses de l'air interst. et analyses indicatives des eaux souterraines)
- 2006: investigation technique
- 2007-2008: investigation de détail
- 2010: compléments d'investigation (IH et ID)
- 2011: étude de variantes
- 2011: examen de variantes d'assainissement
- 2012: surveillance des ES et détermination de l'urgence



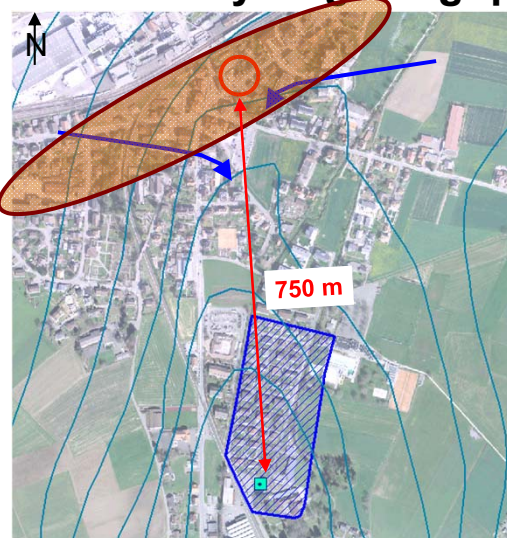
3

Office des eaux et des déchets (OED) 5<sup>e</sup> journée technique ChloroNet du 22 novembre 2012

Canton de Berne



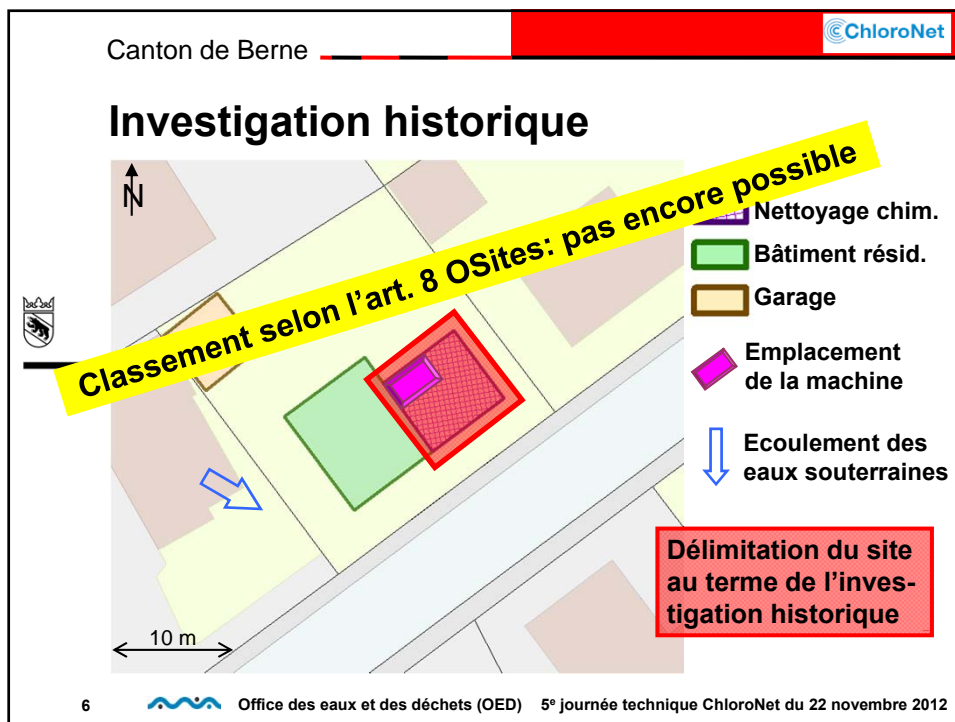
## Situation hydrogéologique




- Site
- Isohypsés (1 m)
- Ecoulement des ES
- ▨ Périmètre de protection PP3
- Captage d'eau de boisson
- Occurrence de tourbe


4

Office des eaux et des déchets (OED) 5<sup>e</sup> journée technique ChloroNet du 22 novembre 2012




Canton de Berne 


## Investigation indicative: air interstitiel



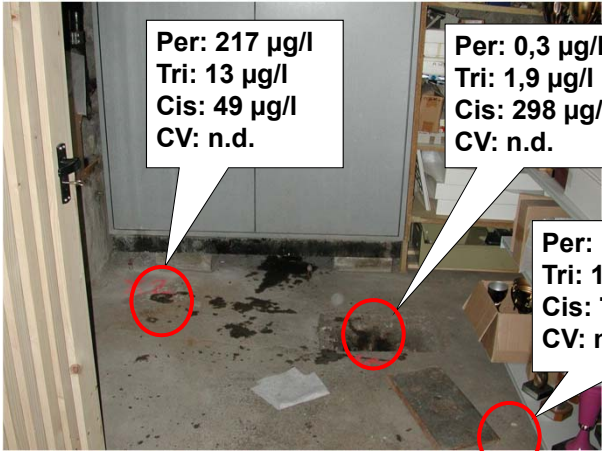
Evacuation d'air

**Résultat: aucune pollution par des HCC à 1,5 m de profondeur  
→ tourbe!  
→ sol compact**

7  Office des eaux et des déchets (OED) 5<sup>e</sup> journée technique ChloroNet du 22 novembre 2012

Canton de Berne 


## Investigation indicative: échantillons d'eau souterraine aspirés dans la cave



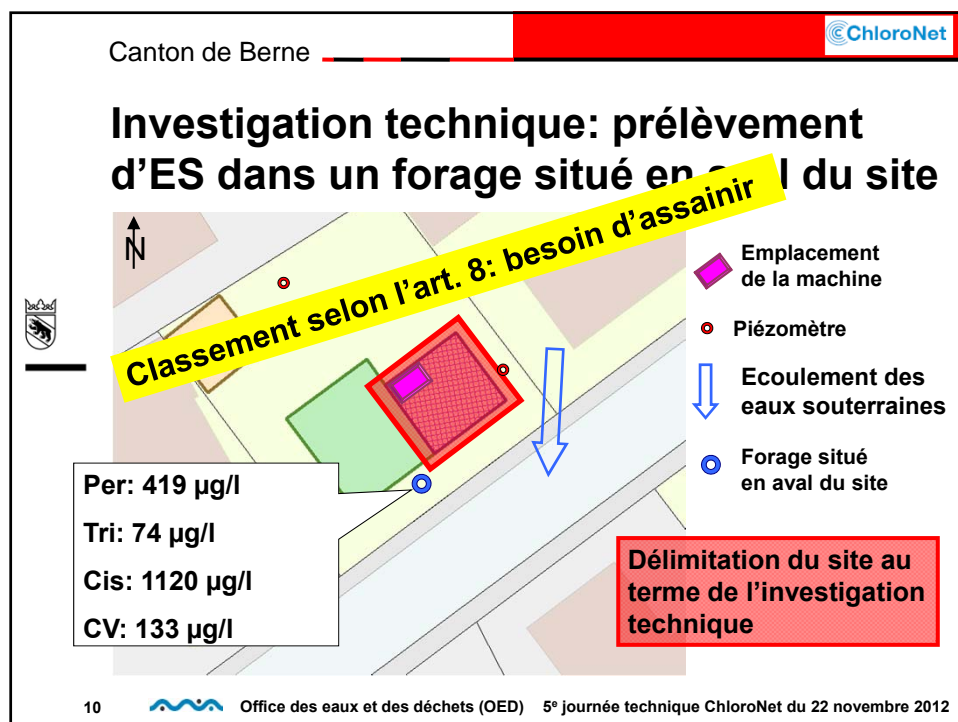
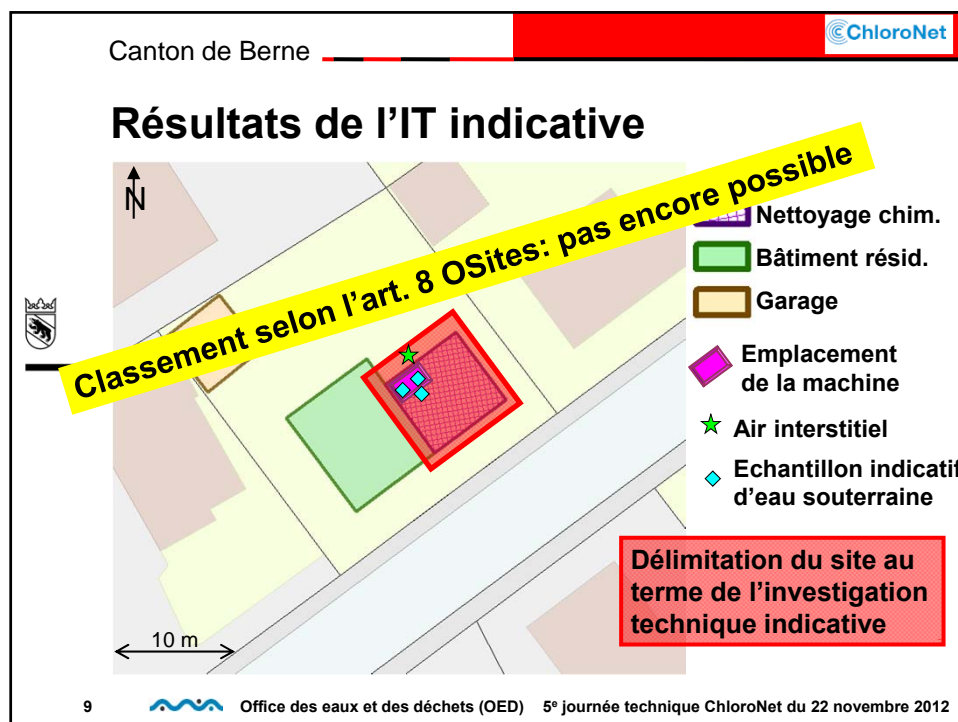
**Per: 217 µg/l  
Tri: 13 µg/l  
Cis: 49 µg/l  
CV: n.d.**

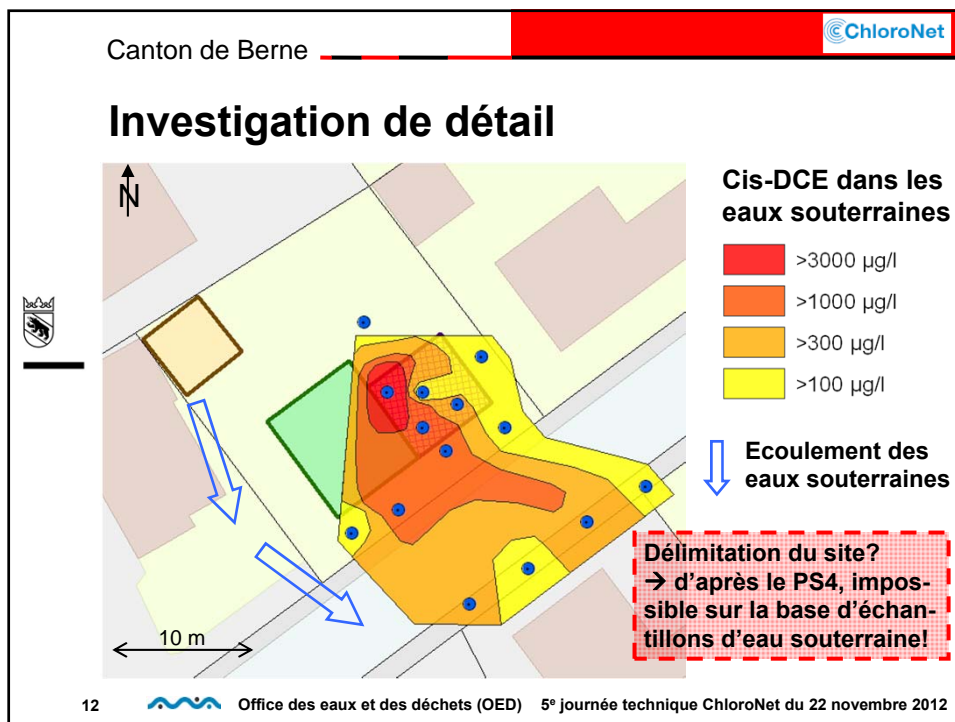
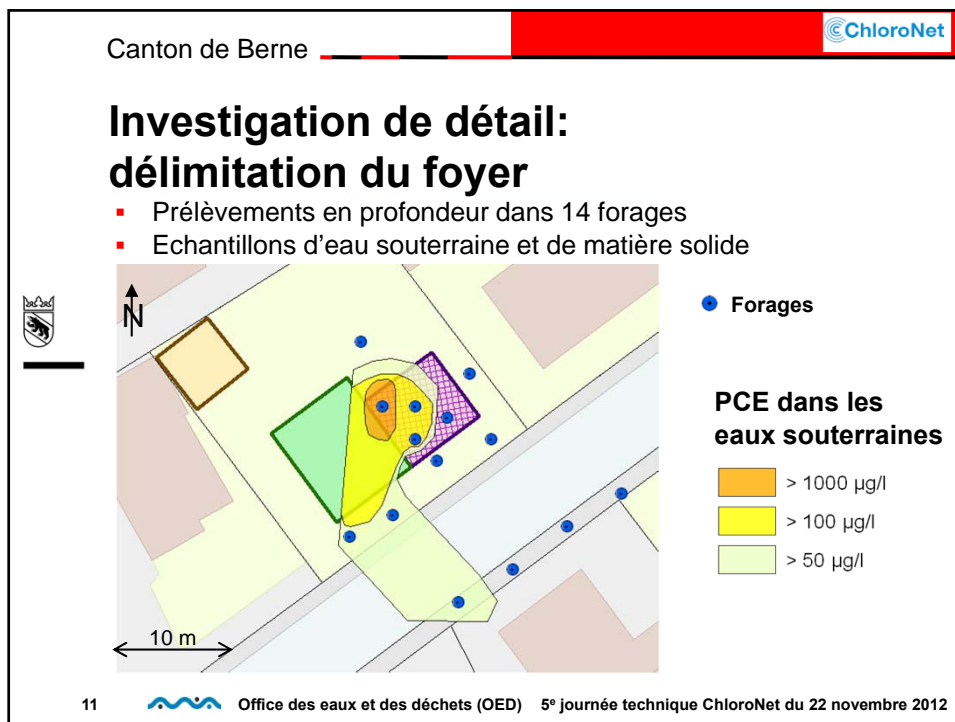
**Per: 0,3 µg/l  
Tri: 1,9 µg/l  
Cis: 298 µg/l  
CV: n.d.**

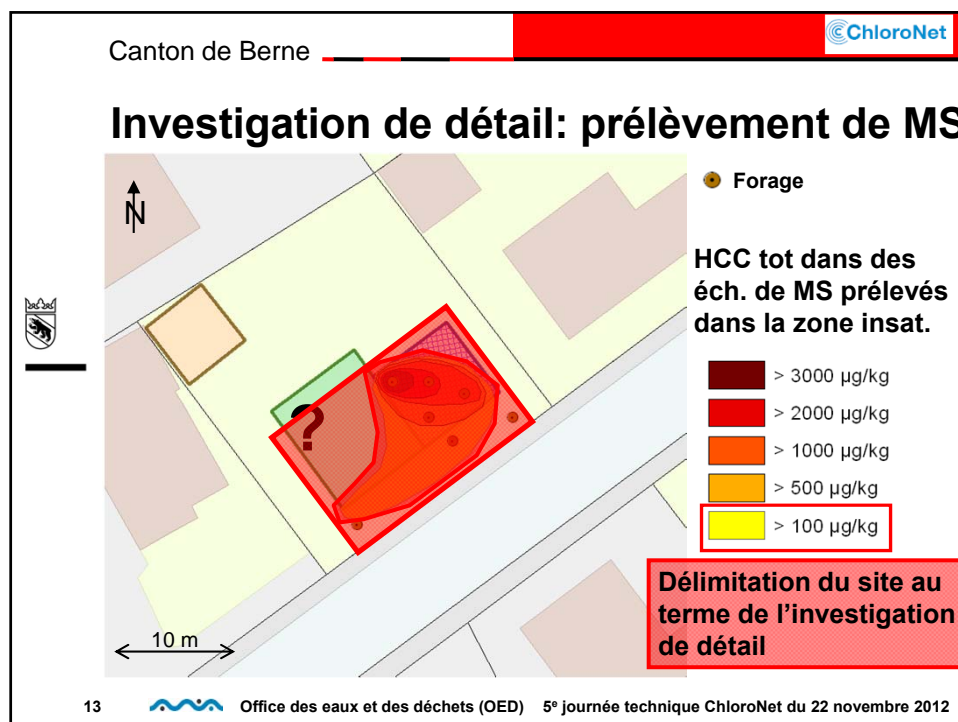
**Per: 104 µg/l  
Tri: 12 µg/l  
Cis: 73 µg/l  
CV: n.d.**

8  Office des eaux et des déchets (OED) 5<sup>e</sup> journée technique ChloroNet du 22 novembre 2012









Canton de Berne

ChloroNet

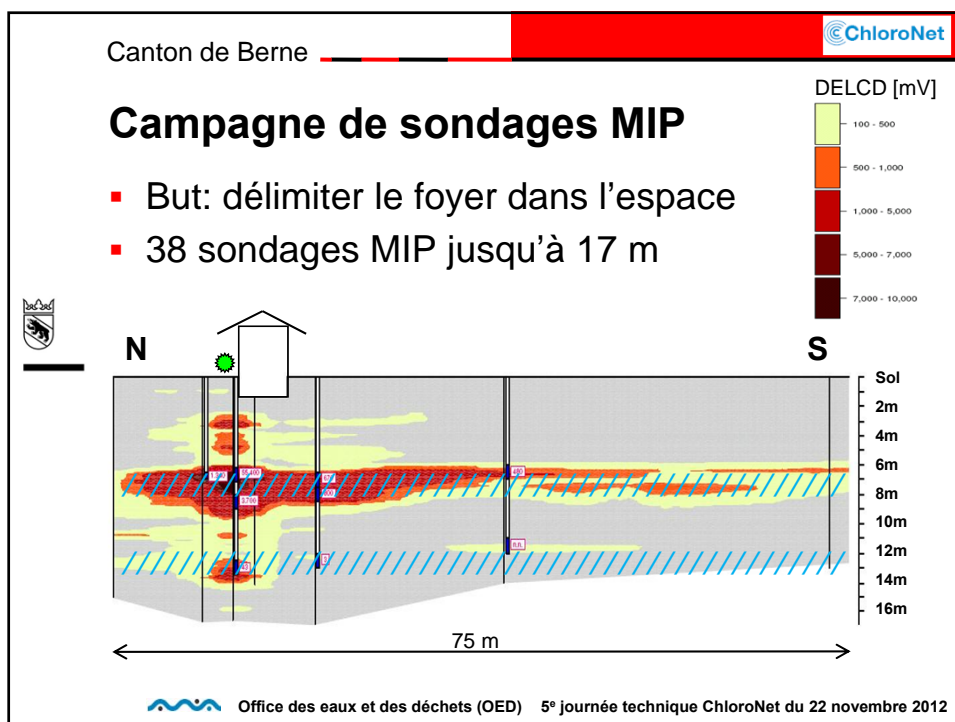
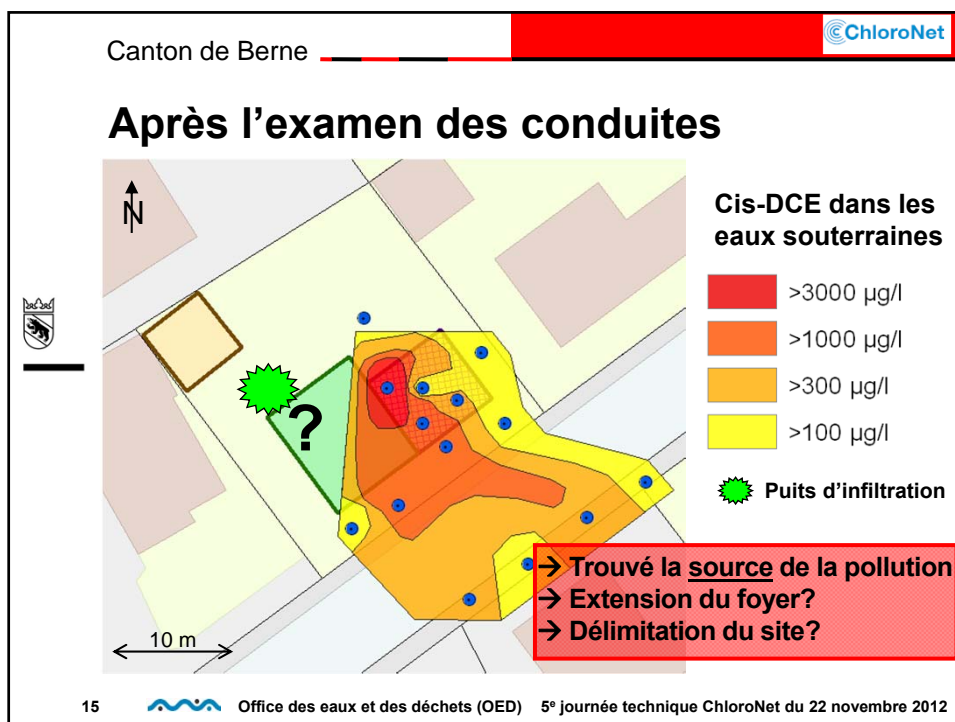
## Compléments pour lever des incertitudes

- Complément d'investigation historique:
  - enquête (propriétaires, responsables, association) archives de divers services
- Examen détaillé des conduites

Puits d'infiltration

Analyse de la boue:  
230 000 µg/l de Per

14 Office des eaux et des déchets (OED) 5<sup>e</sup> journée technique ChloroNet du 22 novembre 2012





Canton de Berne

ChloroNet

## Dissémination de la pollution (MIP)

The map illustrates the spatial distribution of Maximum Instantaneous Pollution (MIP) in the Canton de Berne. It features a central area of high pollution (red/orange) with a red dashed rectangle and a question mark, indicating a possible site delimitation. The map includes a north arrow and a 50 m scale bar.

Puits d'infiltration

Point de sondage MIP

**Délimitation du site possible avec les sondages MIP**

### Valeurs maximales DELCD (MIP)

> 100 mV

> 500 mV

> 1000 mV

> 5000 mV

> 8000 mV

17

Office des eaux et des déchets (OED)

5<sup>e</sup> journée technique ChloroNet du 22 novembre 2012

Canton de Berne

ChloroNet

# Etude de variantes

Kriteriumbewertung	Forma	Vorgaben / Symptomatik	Beurteilung	IGS / Externe	Zusatz	KIC / KIC	
					IGS oder BBR mit Bodenwasser- und Grundwasser-Abwasserreinigung	Decontamination mittels Analyse der Schadstoffbelastung	
Vorteile / Nachteile					Erneuerung und Refertieren für IGS und BBR so dass in zwei Jahren abgeschlossen wird Soll gewisse Lastabgabe über Jahre eintreten, Bestimmung von weiteren Parametern für die	Unterschiedliche Erfahrungen mit Bauweisen	
Schwermetallgehalt der Ansammlung	Planung	4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4
Realisierungszeit / Entsorgungsdauer	Realisierung	4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4
Flexibilität							
Lebenszyklus							
Wasserqualität							
Kostenoberfläche							
Externe							
Umwelt							
Forma							
Investitionskosten							
Jährliche Betriebskosten							
Lebenszyklus							

Rabattement de l'aquifère et aspiration  
de grandes quantités d'air interstitiel

Stimulation de la dégradation biologique  
(ISBR) et oxydation des polluants

Puits de circulation des eaux souterraines et  
stimulation de la déchloration réductrice (ISCR)

ISCO et confinement  
hydraulique

Décontamination par excavation  
des matériaux pollués

Assainissement thermique in situ  
par injection de vapeur et d'air

18

Office des eaux et des déchets (OED)

5<sup>e</sup> journée technique ChloroNet du 22 novembre 2012

## Assainissement thermique in situ



- Injection d'un mélange de vapeur et d'air dans la zone saturée
- Echauffement du sous-sol → évaporation des polluants, qui migrent vers le haut
- Aspiration d'air interstitiel dans la zone insaturée
- Traitement de l'air interstitiel au moyen de charbon actif

## Assainissement thermique in situ: étude de faisabilité



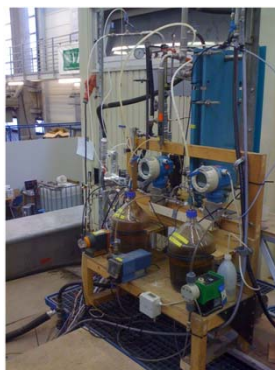
- Essais en laboratoire pour déterminer le **tassement** lors du transport de vapeur et de chaleur
- Trois forages spéciaux avec **essais de pompage d'eau souterraine**
- Contrôle des **fondations des bâtiments, nivellement** des bâtiments voisins
- ~~Essais d'aspiration d'air interstitiel pour déterminer la perméabilité dans la zone insaturée~~

Canton de Berne



## Essais au laboratoire VEGAS

- Mise en œuvre d'échantillons non remaniés (0,7 à 4,5 m)
- Essais d'injection de vapeur et d'air (plusieurs jours)



21

Office des eaux et des déchets (OED) 5<sup>e</sup> journée technique ChloroNet du 22 novembre 2012

Canton de Berne



## Résultats des essais en laboratoire

- Perméabilité verticale très faible
- Compactage des matériaux fins
- Déstructuration de la tourbe
- Transport de matériaux fins dans la couche filtrante sus-jacente
- Extraction de carbone importante (jusqu'à 260 g)
- Formation de cavités dans la colonne de sol
  - > Tassements d'ampleur décimétrique




22

Office des eaux et des déchets (OED) 5<sup>e</sup> journée technique ChloroNet du 22 novembre 2012

Canton de Berne

ChloroNet



Öffnen der beiden Rohrschüsse nach Versuchsende. Rechts liegt die obere Versuchsschüsse (2,5 – 3,5 m COK).

Ouverture des deux tronçons de tube à l'issue de l'essai. La colonne de sol supérieure (de 2,5 à 3,5 m de la surface du terrain) est à droite.

Sol de consistance pâteuse. Le transport de matériel a été démontré en remplissant à nouveau le tube.

Formation de cavités avec entraînement de matériel à partir du bas de la colonne de sol inférieure (de 3,5 à 4,5 m de la surface du terrain). La photo montre le « chenal » formé par l'écoulement de vapeur, accompagné d'un transport de matériel dans la colonne de sol supérieure.

Abbildung 19: Ausbau der Bodensäulen, Setzungsversuch 2

Figure 19: Confection des colonnes de sol, essai de tassement 2.

23 Office des eaux et des déchets (OED) 5<sup>e</sup> journée technique ChloroNet du 22 novembre 2012

Canton de Berne

ChloroNet

## Résumé des résultats

- Pollution principale entre 6 m et 8,5 m de la surface
- Couches de couverture peu perméables jusqu'à 4 m
- Aquiclude intermédiaire à 6 m, dans la zone du foyer
- Pollution au Per faible dans la zone du foyer, même dans l'aquifère inférieur (entre 12 m et 14 m de la surface)
- Perméabilité de l'aquifère supérieur:  $1,7 - 2,8 \times 10^{-4}$
- Un pompage de 32 l/min induit un cône de rabattement de profondeur 93 cm et de rayon ~ 35 m
- Aucun bâtiment n'est fondé sur des pieux
- Danger de tassement et de transport de polluants

24 Office des eaux et des déchets (OED) 5<sup>e</sup> journée technique ChloroNet du 22 novembre 2012

## Conclusions



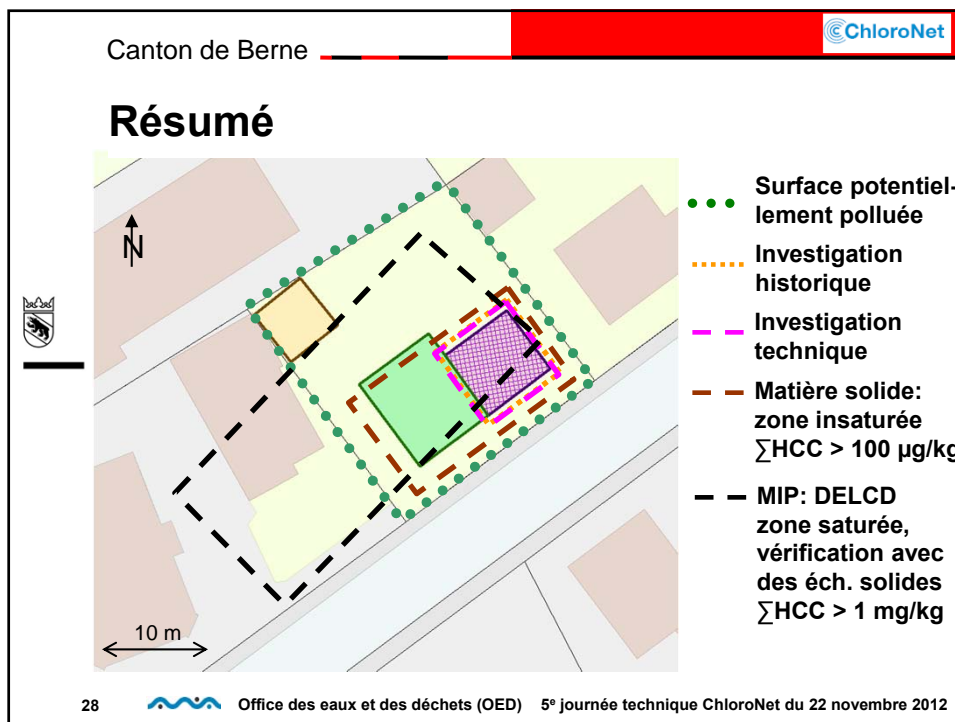
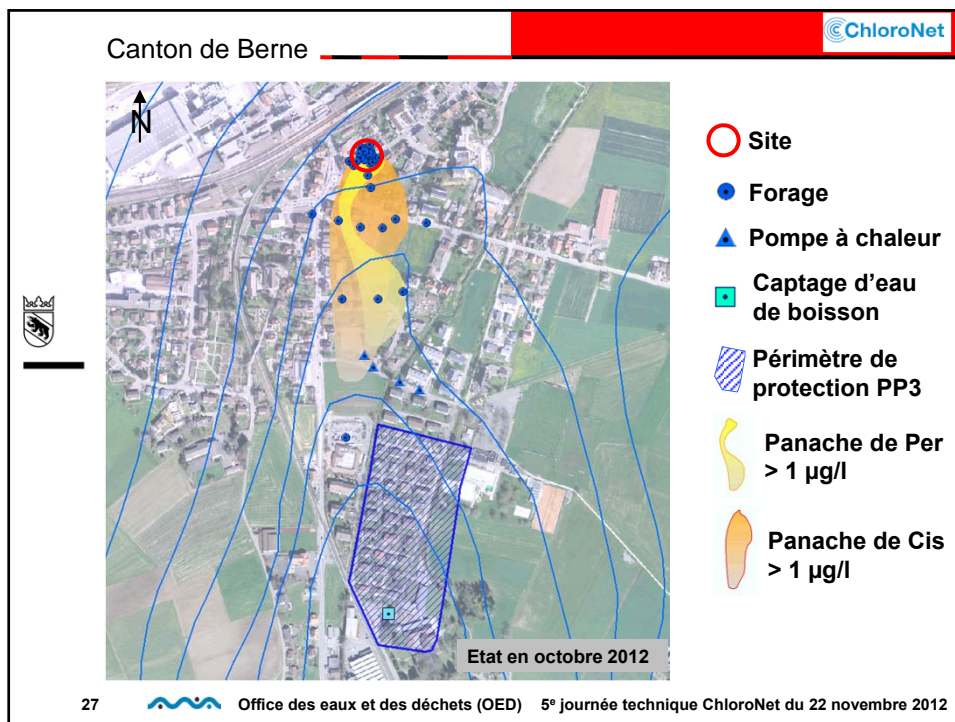
- Les essais au laboratoire VEGAS ont été très utiles
- La méthode d'assainissement par injection de vapeur et d'air ne peut pas être appliquée sur ce site
- Le rabattement de l'aquifère avec aspiration d'air interstitiel n'entre pas non plus en ligne de compte
- C'est l'excavation qui est privilégiée pour le moment
- → La question de l'urgence de l'assainissement se pose  
Plusieurs études à ce sujet sont en cours

## Etapes d'investigation en cours



- Etude du panache → captage menacé pour des raisons hydrauliques (modèle d'écoulement)
- Dilution ou dégradation? → captage menacé par le potentiel de pollution (modèle de transport)
- Surveillance des eaux souterraines selon l'art. 13 OSites
- Etudes complémentaires afin de préciser l'extension du foyer de pollution  
→ déterminant pour fixer le périmètre de l'assainissement
- Etablir l'urgence de l'assainissement jusqu'à fin 2012





## Conclusions

- L'emplacement et l'extension d'un site pollué varient en fonction de la connaissance des lieux
- Il en va de même pour l'écoulement des eaux souterraines
- Le foyer et le site sont délimités par une démarche itérative
- Idéal: combinaison de plusieurs méthodes
- Examiner soigneusement les conduites!
- Vérifier la plausibilité des résultats!
- Si le site n'est pas délimité précisément, des problèmes ne manqueront pas de surgir!
- → L'application des critères tirés du *projet partiel 4* de *ChloroNet* fournit des résultats pertinents
- → Les échantillons de matière solide revêtent une plus grande importance que jusqu'ici

