



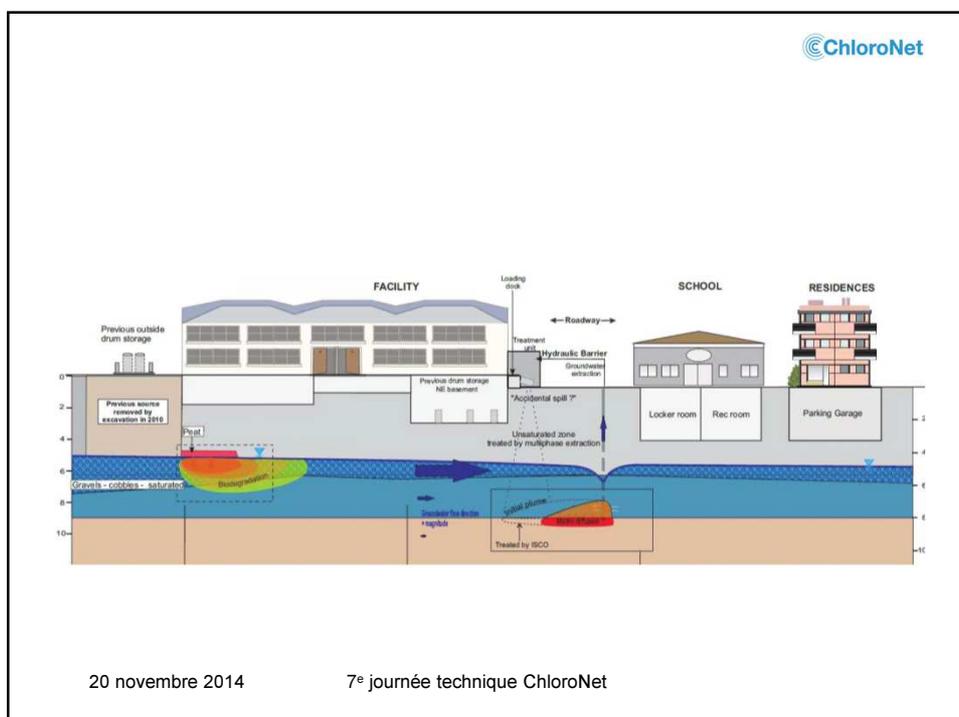
CHLORONET  
7<sup>e</sup> journée technique

# Exemple d'interruption d'un assainissement du canton de Genève : aspects techniques

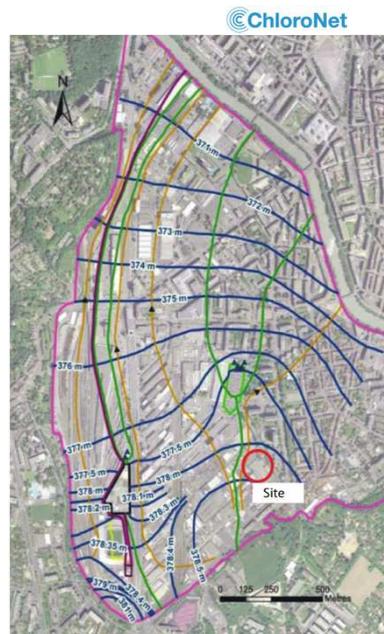
Expertise sur l'état de la situation après plus de 10 ans d'assainissement

- Prof. A. Parriaux

20 novembre 2014      7<sup>e</sup> journée technique ChloroNet



- Contexte hydrogéologique général



20 novembre 2014

7<sup>e</sup> journée technique ChloroNet

### Contexte hydrogéologique local



20 novembre 2014

7<sup>e</sup> journée technique ChloroNet

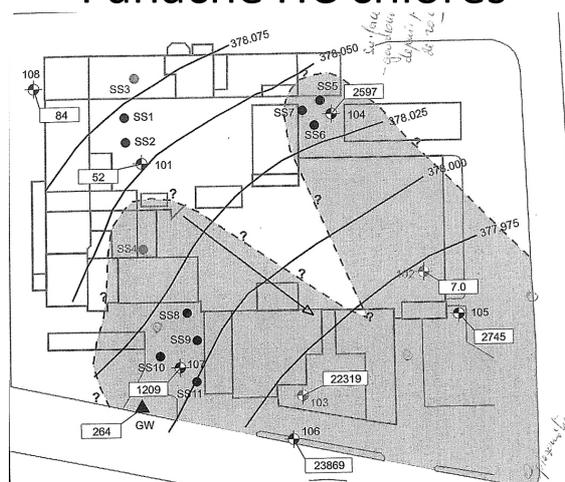
## Historique

- 1920 : début des activités industrielles sur le site
- 1998 : premières investigations et sondages
- 2000 : début système d'extraction en phase combinée
- 2005 : système en aval du site
- 2008 : assainissement selon Osites
- 2009-2010 : excavation zone de stockage extérieure
- 2009-2012 : biostimulation dans le site et oxydation à l'aval
- 2013-2014 : expertise externe

20 novembre 2014

7<sup>e</sup> journée technique ChloroNet

## Premiers sondages et analyses 1998 Panache HC chlorés



20 novembre 2014

7<sup>e</sup> journée technique ChloroNet

## Historique

- 1920 : début des activités industrielles sur le site
- 1998 : premières investigations et sondages
- 2000 : début système d'extraction en phase combinée
- 2005 : système en aval du site
- 2008 : assainissement selon Osites
- 2009-2010 : excavation zone de stockage extérieure
- 2009-2012 : biostimulation dans le site et oxydation à l'aval
- 2013-2014 : expertise externe

20 novembre 2014

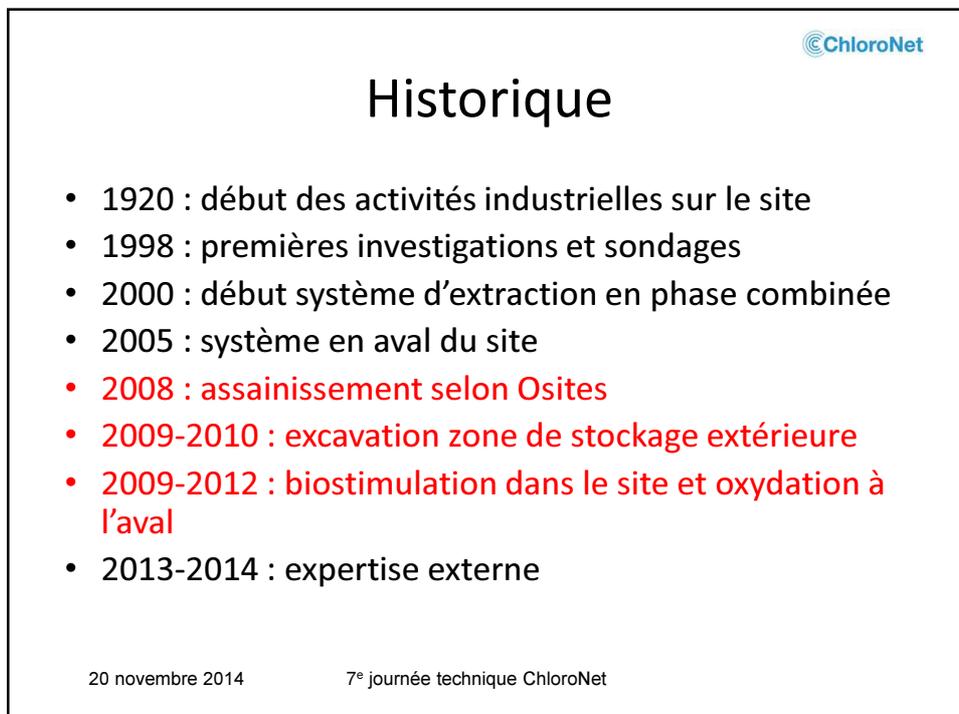
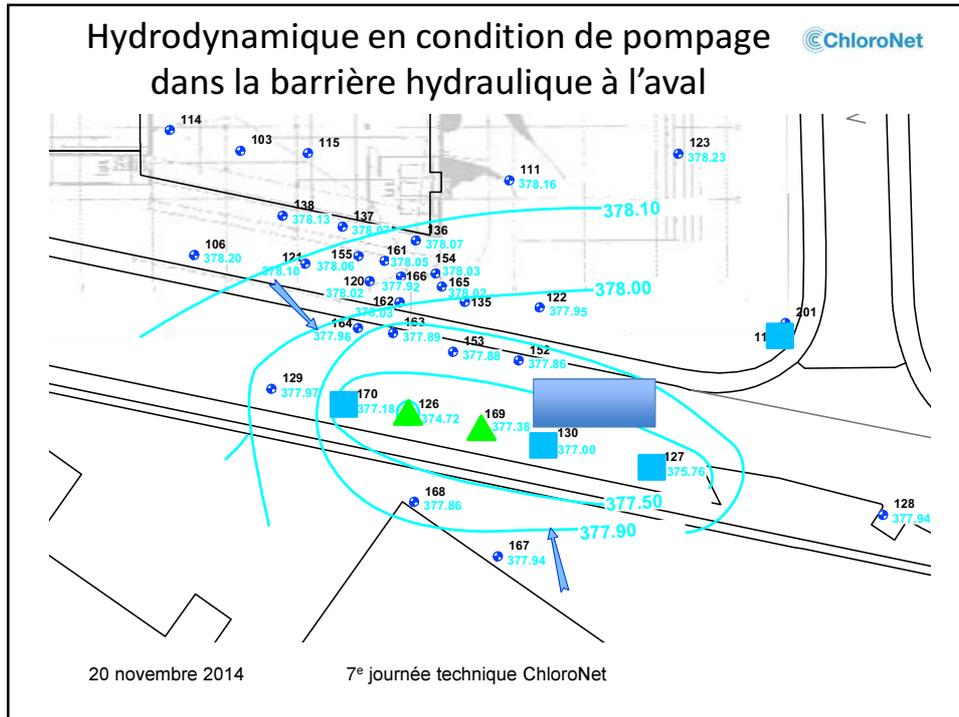
7<sup>e</sup> journée technique ChloroNet

## Augmentation du réseau d'observation

- 2001 : +3 puits de contrôle
- 2003 : +3 piézomètres
- 2004 : +8 piézomètres (y. c. aval du site)
- 2005 : +15 piézomètres

20 novembre 2014

7<sup>e</sup> journée technique ChloroNet



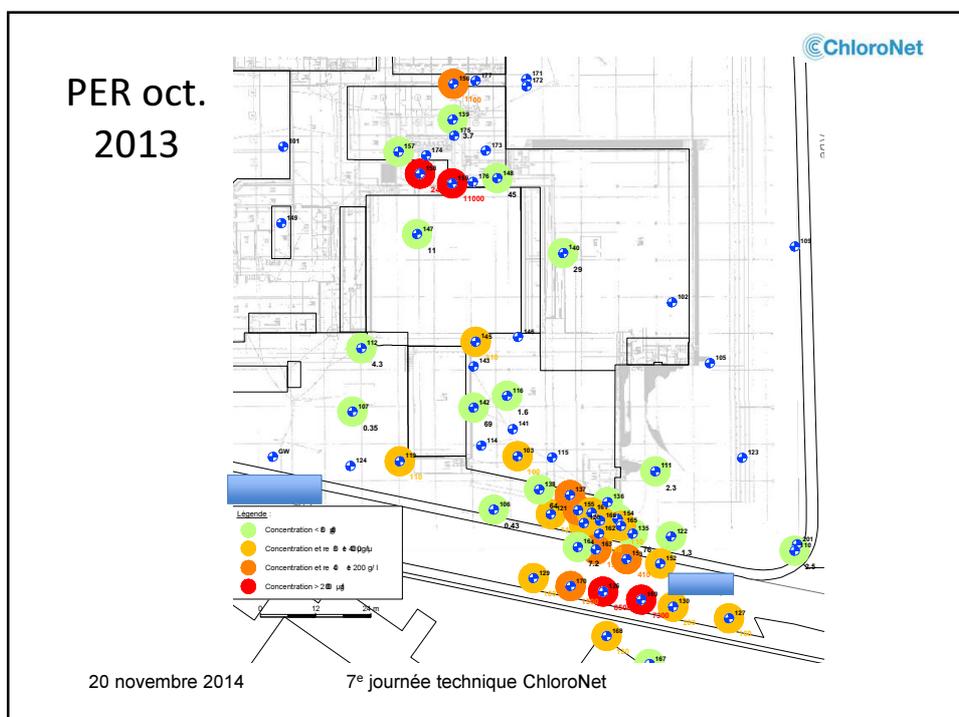


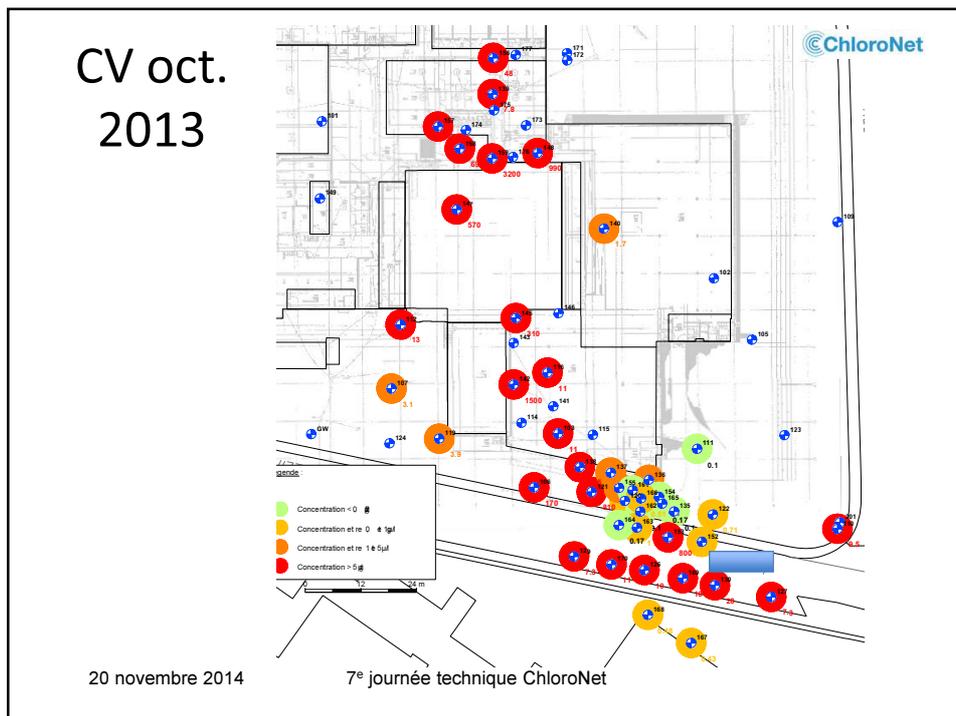
ChloroNet

## Situation octobre 2013

- Cartes du rapport concentration / 50 x Osites
- Vert : < 2xOsites
- Rouge : > 50xOsites

20 novembre 2014
7<sup>e</sup> journée technique ChloroNet





ChloroNet

## Question : 50 x Osites pertinent ?

- Limite a priori arbitraire (2x, 10x, 50x, 100x ?)
- => Approche **Risque concret** si barrière arrêtée : émanations de gaz sous l'école (essentiellement CV et PER).
- Secondairement risque pour l'exutoire de la nappe

20 novembre 2014

7<sup>e</sup> journée technique ChloroNet

## Etude du risque URS 2008

- Modèle monodimensionnel simple (selon Johnson & Ettinger) et choix conservatif des paramètres
- => concentrations maximum dans l'eau souterraine pour les limites toxicologiques des enfants de l'école
- **Limites préférables car mieux adaptées au cas réel. Nécessite toutefois un affinage plus récent**

20 novembre 2014

7<sup>e</sup> journée technique ChloroNet

## Valeurs limites 2008 = (**valeurs-cibles provisoires**) et comparaison avec Osites

	Osites	2xOsites	50xOsites	VL enfants	
	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	n xOsites
PCE	40	80	2000	7850	196
TCE	70	140	3500	1060	15
DCE	50	100	2500	3860	77
CV	0.1	0.2	5	38	380

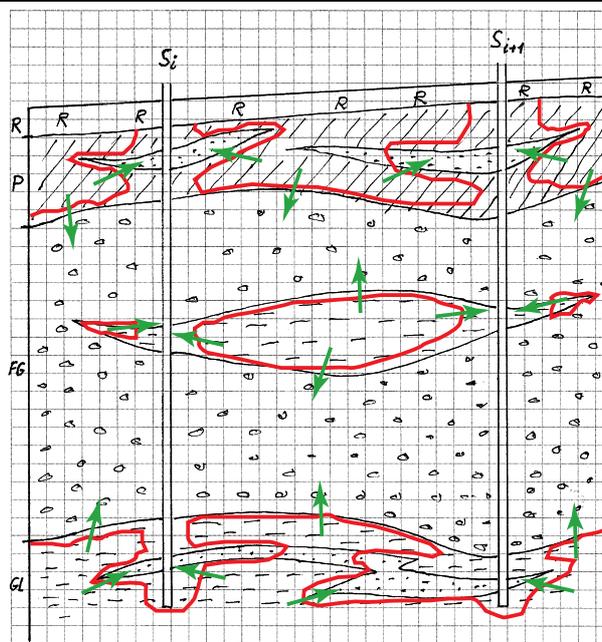
20 novembre 2014

7<sup>e</sup> journée technique ChloroNet

## Raisons de l'efficacité limitée

- Milieu à double perméabilité
- - chenal graveleux perméable
- - 2 formations peu perméables (palustre près de la surface et lacustre au fond)
- => Difficulté d'agir sur des volumes suffisants en raison de la perméabilité et de l'anisotropie
- => rebonds après traitement

20 novembre 2014

7<sup>e</sup> journée technique ChloroNet

20 novembre 2014

7<sup>e</sup> journée technique ChloroNet

## Constats (suite)

- - Barrière hydraulique très efficace. Permet d'éviter la migration vers l'école
- => on pourrait la laisser en fonction mais très coûteux

20 novembre 2014

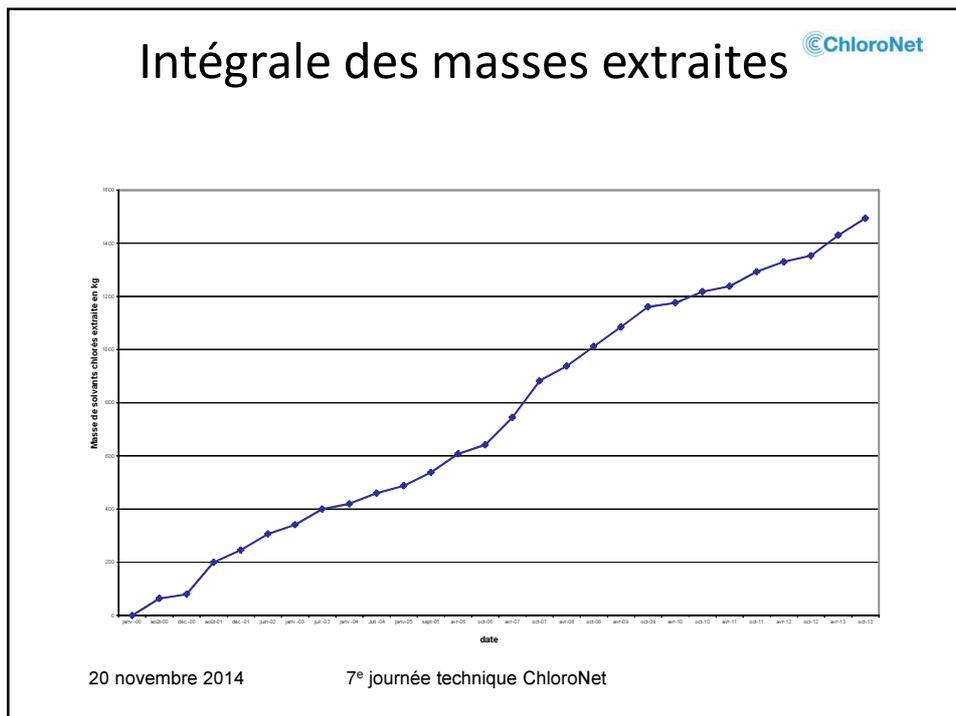
7<sup>e</sup> journée technique ChloroNet

## Constats (suite)

- Plusieurs éléments indiquent que le stock est encore important :
  - - les nombreux rebonds après arrêt des traitements
  - - le fait que l'on trouve souvent des nouveaux polluants quand on réalise un nouveau sondage
  - - la courbe de la masse de polluants extraits à la barrière ne marque pas d'inflexion

20 novembre 2014

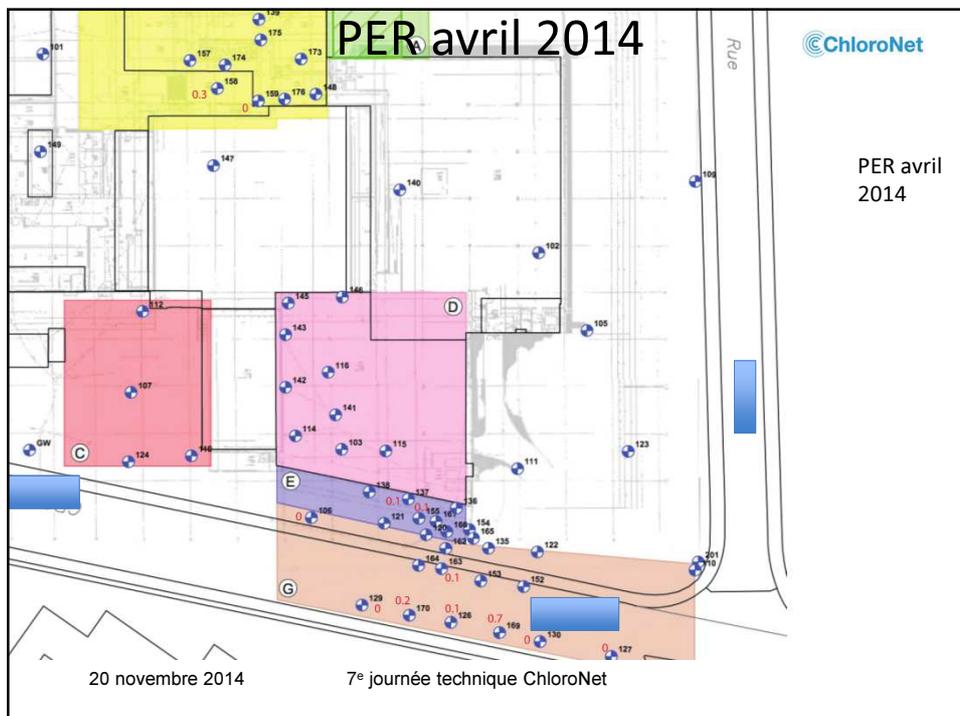
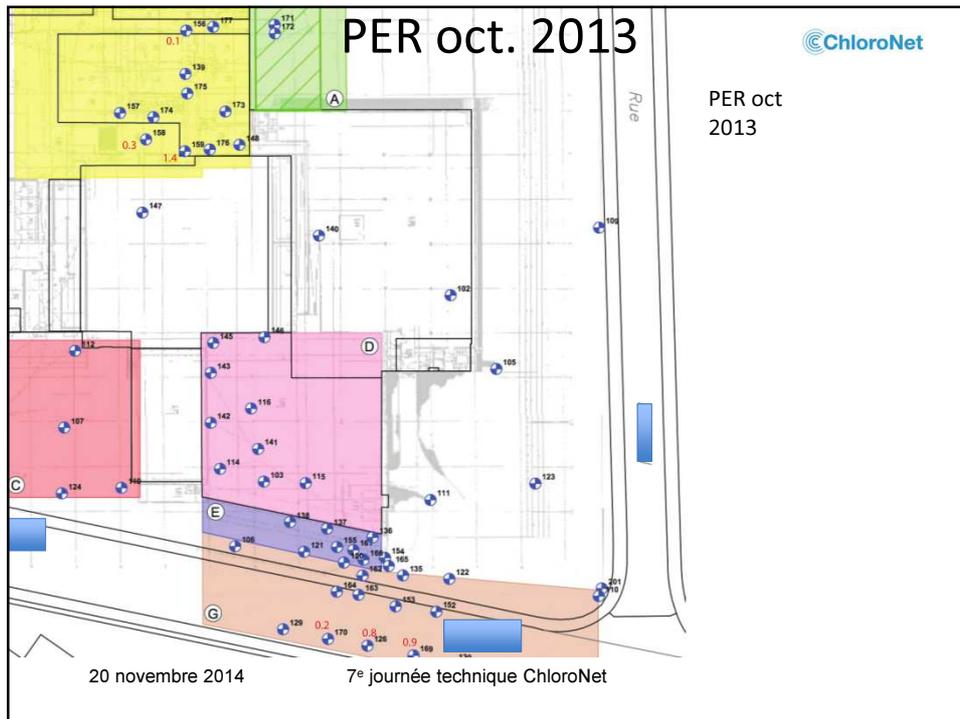
7<sup>e</sup> journée technique ChloroNet

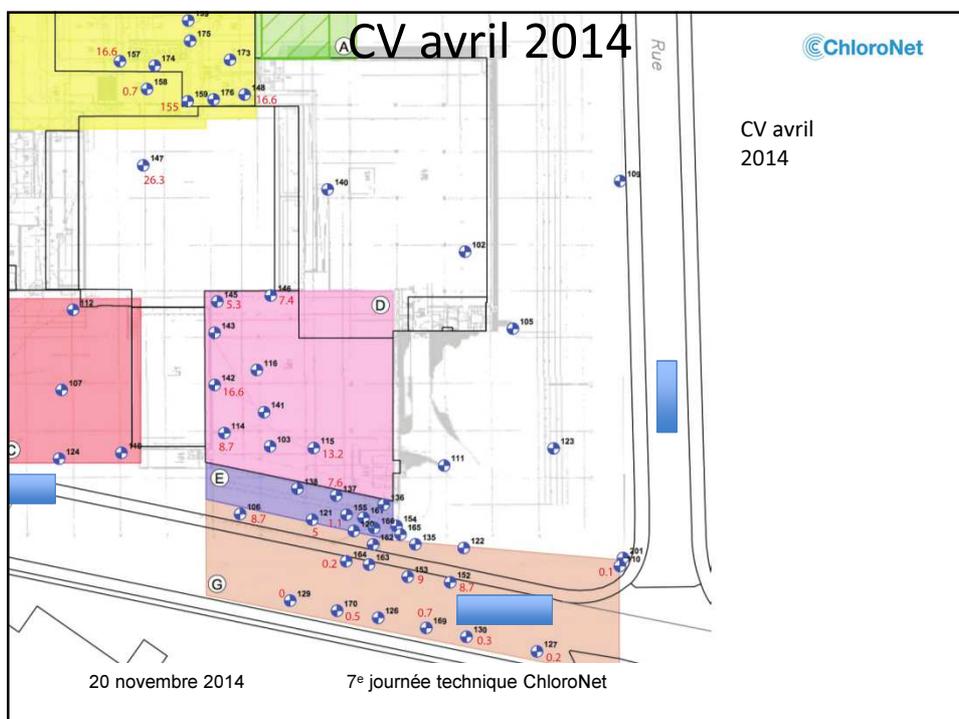
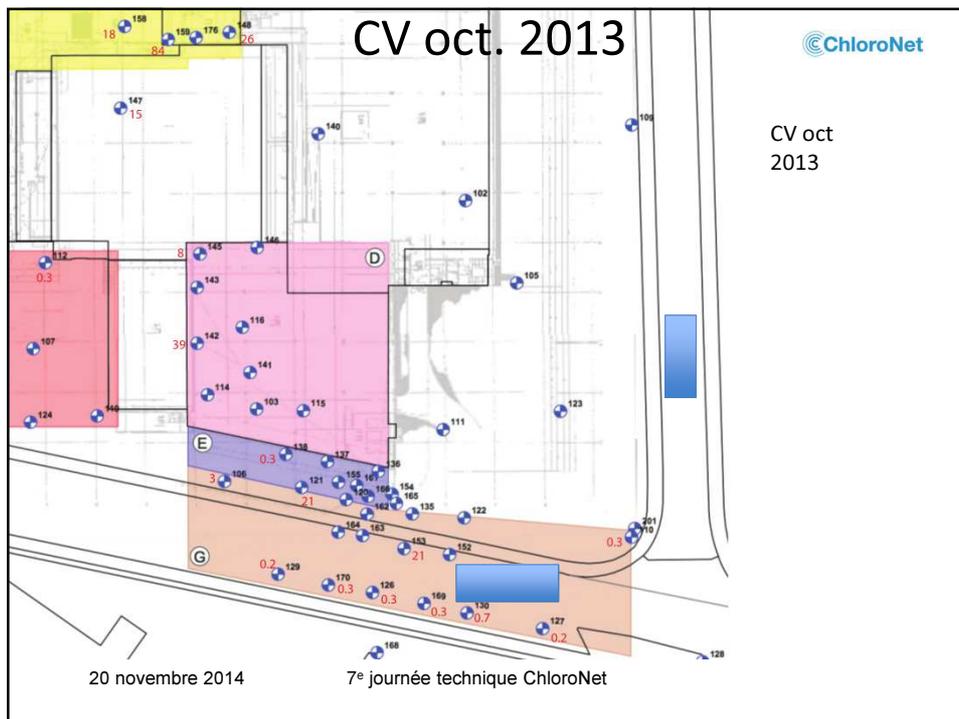


### Inflexion récente ?

- Indice d'une diminution de la concentration des polluants depuis octobre 2013 à avril 2014
- Observable pour tous les composants et pour la plupart des points
- Voir cartes rapport concentrations / Valeurs limites 2008

20 novembre 2014 7<sup>e</sup> journée technique ChloroNet





## Etat avril 2014/valeurs limites

	zone B	zones D+E	zone G
	max/VL	max/VL	max/VL
PCE	0.3	0.1	0.7
TCE	0.5	0.1	1.4
DCE	3.1	0.4	0.3
CV	155.0	16.6	8.7

20 novembre 2014

7<sup>e</sup> journée technique ChloroNet

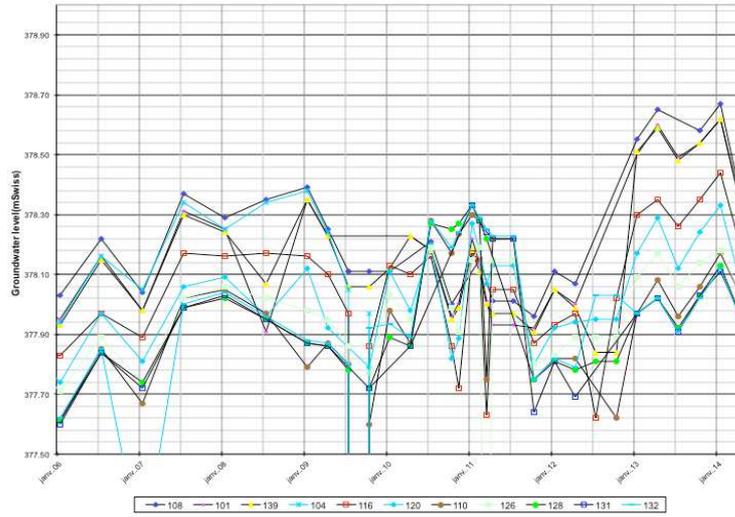
## Bilan

- Le rebond après arrêt du traitement décroît
- Concentrations PCE < VL partout
- Concentrations TCE < VL partout **sauf S153 zone G (rap 1.4)**
- Concentrations DCE < VL partout **sauf S159 zone B (rap 3.1)**
- Concentrations CV > VL partout (S159 rap max 155)
- => Arrêt barrière prématuré

20 novembre 2014

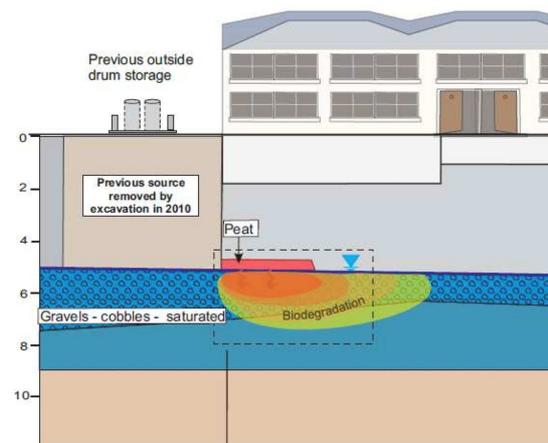
7<sup>e</sup> journée technique ChloroNet

## Baisse de la nappe en avril 2014 = raison de l'amélioration ?



20 novembre 2014 7<sup>e</sup> journée technique ChloroNet

## Foyer résiduel zone amont



20 novembre 2014 7<sup>e</sup> journée technique ChloroNet

ChloroNet

## Source de polluants à l'aval

The diagram shows a cross-section of a site. On the left, there is a 'Loading dock' and 'Hazardous drum storage NE basement'. A 'Treatment unit' is located between the dock and a 'Hydraulic Barrier'. A 'Roadway' is shown above the barrier. To the right is a 'SCHOOL' with 'Locker room' and 'Rec room'. Below the ground surface, an 'Accidental spill?' is shown in the 'Unsaturated zone treated by multiphase extraction'. A 'plume' is shown in the saturated zone, with a 'Métal diffuseur' (diffuser) and 'Treated by ISCO' area. Arrows indicate 'Groundwater extraction' and 'plume direction'.

20 novembre 2014      7<sup>e</sup> journée technique ChloroNet

ChloroNet

## Proposition d'un programme d'action devant conduire à la fin des longs traitements coûteux

```

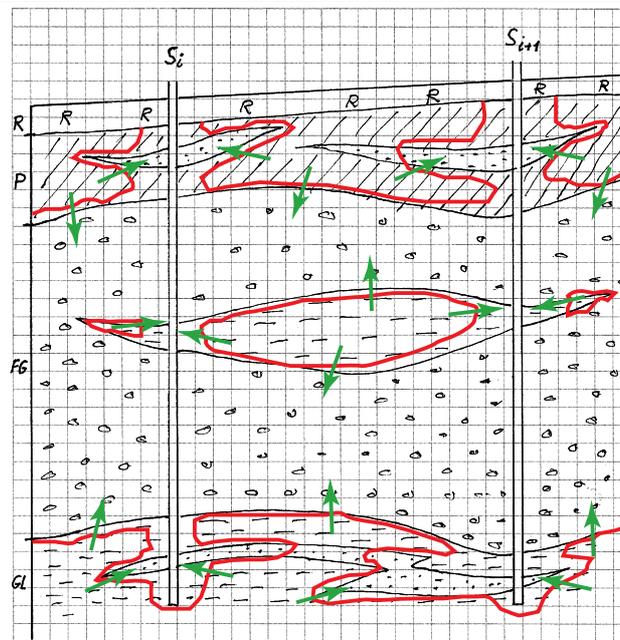
    graph TD
      A["Phase A : Traitement complémentaire  
avec optimisation selon recommandations  
Mesures concentrations dans la zone non saturée  
et précision étude de risques URS 2008  
Nouveaux piézomètres à l'aval immédiat  
Durée : 2 ans"] --> B["Phase B : Vérification  
absence de rebond  
Durée : 1 an"]
      B --> C{"Teneurs < limites école  
URS 2008  
précisées"}
      C -- oui --> D["Arrêt barrière hydraulique  
Surveillance allégée"]
      C -- non --> E["Phase C : Construction barrières  
étanches et barrière réactive.  
Arrêt barrière hydraulique  
Surveillance"]
    
```

20 novembre 2014      7<sup>e</sup> journée technique ChloroNet

## Suggestions pour amélioration du traitement

- Densification par quelques forages supplémentaires dans les zones marquées par de hautes concentration en polluants, notamment en CV
- Améliorer la pénétration des produits de traitement dans les couches peu perméables, notamment près du forage (perte de charge proportionnelle à  $1/r^2$  !!!). Tester :
  - injections entre packers
  - injections plus longues
  - pressions plus importantes
  - liquides moins visqueux
  - injections à chaud pour diminuer la viscosité
  - un claquage en fin d'injection afin de créer de nouvelles discontinuités permettant d'augmenter le rayon d'action.
- => Coût : environ idem années de traitement antérieures, mis à part les quelques sondages supplémentaires

20 novembre 2014

7<sup>e</sup> journée technique ChloroNet

20 novembre 2014

7<sup>e</sup> journée technique ChloroNet



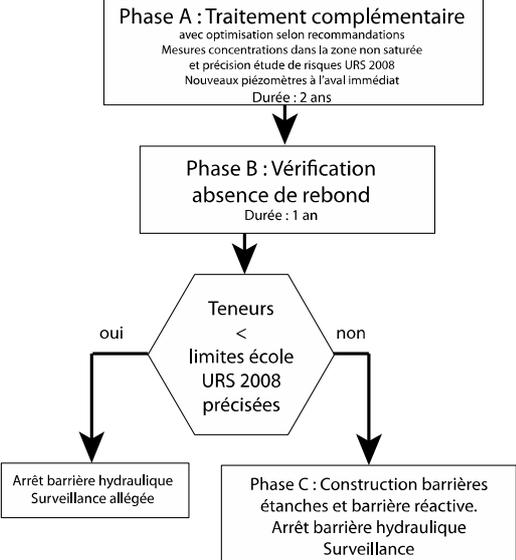
## Mesure des gaz dans la zone non saturée

- **Méthode :**
  - - choix de zones avec des concentrations diverses de polluants dans les eaux
  - - aspiration d'air interstitiel à la verticale de ces zones
  - - corrélation éventuelle entre concentration dans l'eau souterraine et dans l'air
- **Intérêt :**
  - - précise expérimentalement le risque de remontées sous les bâtiments
  - - permet de tester la vraisemblance du modèle unidimensionnel de l'analyse de risque URS 2008 => choix des valeurs-cibles définitives

20 novembre 2014                      7<sup>e</sup> journée technique ChloroNet



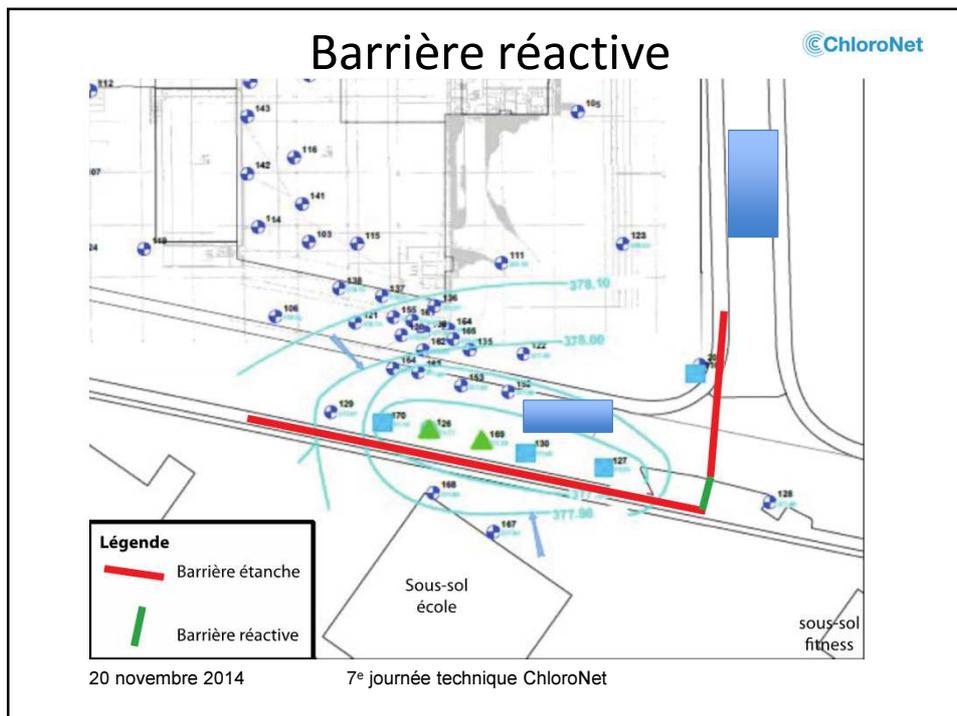
## Proposition d'un programme d'action devant mettre fin aux longs traitements coûteux



```

    graph TD
      A["Phase A : Traitement complémentaire  
avec optimisation selon recommandations  
Mesures concentrations dans la zone non saturée  
et précision étude de risques URS 2008  
Nouveaux piézomètres à l'aval immédiat  
Durée : 2 ans"] --> B["Phase B : Vérification  
absence de rebond  
Durée : 1 an"]
      B --> D{"Teneurs < limites école URS 2008 précisées"}
      D -- oui --> E["Arrêt barrière hydraulique  
Surveillance allégée"]
      D -- non --> C["Phase C : Construction barrières étanches et barrière réactive.  
Arrêt barrière hydraulique  
Surveillance"]
    
```

20 novembre 2014                      7<sup>e</sup> journée technique ChloroNet



### Coût approximatif barrières

Poste	longueur	profondeur	superficie	coût/m2	coût objet
Unités	m	m	m2	Fr	Fr
Barrière étanche principale	50	15	750	500	375000
Barrière étanche secondaire	20	15	300	500	150000
Barrière réactive	5	15	75	1000	75000
Adaptation des services et travaux de finition					100000
Réserve pour imprévus					100000
<b>Total (HT)</b>					<b>800000</b>

20 novembre 2014      7<sup>e</sup> journée technique ChloroNet

## Variante Isolation des sous-sols de l'école



- Variante peu favorable :
- - difficile à réaliser de manière fiable sur des constructions existantes
- - nécessité d'épurer l'air pompé => coût d'entretien non négligeable

20 novembre 2014

7<sup>e</sup> journée technique ChloroNet

## Conclusion (1)



- Protection des eaux souterraines : critère non significatif
- Valeurs-cible selon étude de risque Ecole (selon calcul risques URS 2008 affiné)
- Piézométrie ancienne => panache probablement sous l'école
- CV encore >> valeurs-cibles => arrêt barrière prématuré
- **PROGRAMME D'ACTION**
- - traitement amélioré sur 2 ans au maximum
- - étude d'un éventuel rebond (1 an)
- - si teneurs < valeurs-cibles => arrêt barrière hydraulique
- - si teneurs > valeurs-cibles => construction barrière réactive
- => « On se donne une dernière chance d'arriver à améliorer la situation durant dans un temps limité. Si échec, investissement durable sur une infrastructure sûre pour l'école »

20 novembre 2014

7<sup>e</sup> journée technique ChloroNet

## Conclusion (2)

- Plus généralement, au-delà du cas particulier présenté :
- - Difficile d'appliquer un critère  $n \times O_{sites}$  car le choix de la valeur de  $n$  reste de facto assez arbitraire
- - D'une manière pragmatique, il est préférable de fixer des valeurs limites déterminées par un modèle simple mais qui prend en compte les particularités géologiques propres au site et le risque majeur effectivement présent
- - Améliorer dans le traitement la pénétrabilité des produits dans les couches peu perméables, notamment près des parois du forage
- - Si les traitements restent malgré tout peu efficaces, se tourner rapidement vers des techniques plus passives mais supportables dans le temps

20 novembre 2014

7<sup>e</sup> journée technique ChloroNet

## Merci de votre attention

20 novembre 2014

7<sup>e</sup> journée technique ChloroNet