

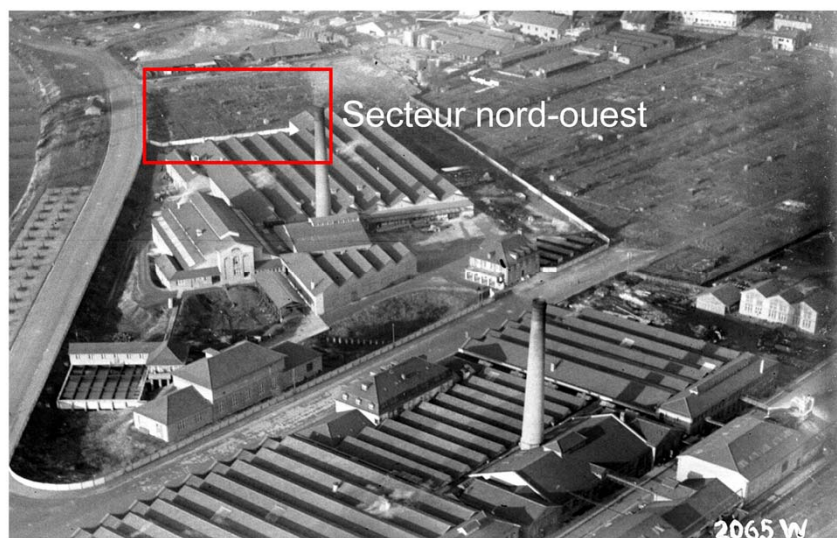


Site contaminé par du Per

Revoir la stratégie d'assainissement?
Poursuivre l'ancien mode d'assainissement?
Pratiquer l'atténuation naturelle surveillée?

AUE Bâle-Ville 1/16

Le site industriel en 1925



Archives de l'Etat de Bâle, BALAIR, n° 2065W

AUE Bâle-Ville 2/16



Ancien site industriel: teinture et affinage de textiles

Superficie totale: 23 000 m²

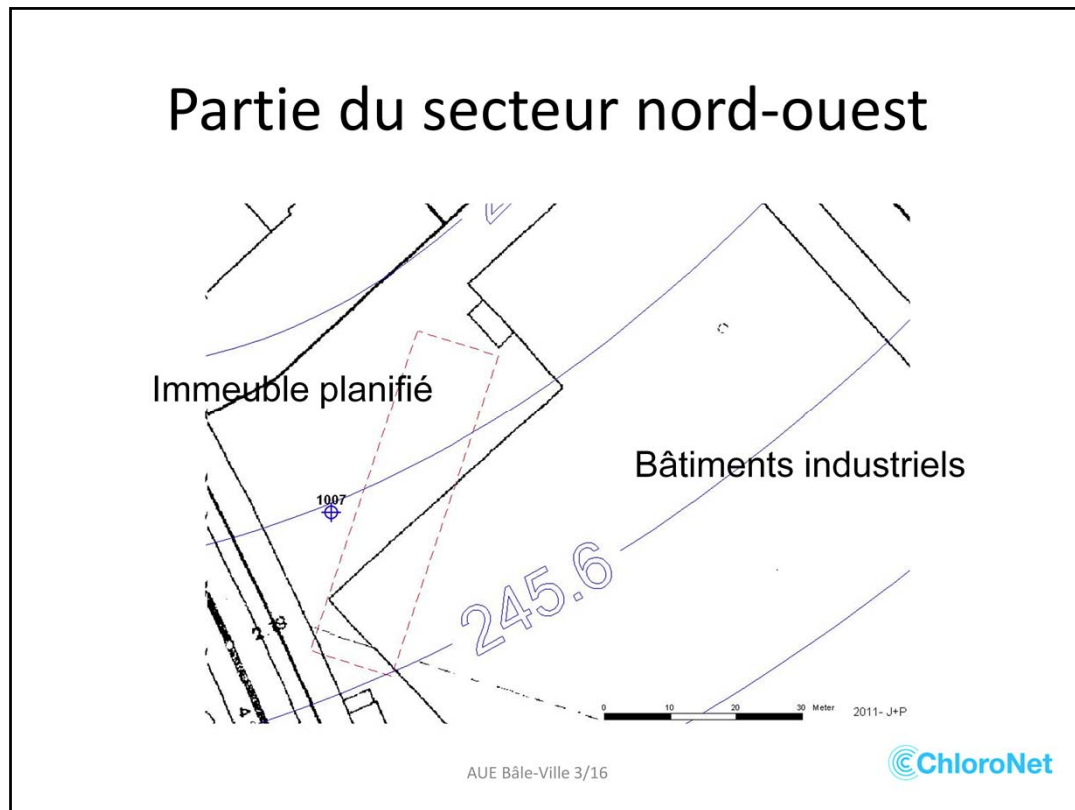
Fermeture: 1985

1985-1997: utilisation du terrain par un nombre indéterminé de petites exploitations, entreprises artisanales et établissements artistiques

1997-1998: premières investigations pour aiguiller la déconstruction des bâtiments industriels et la planification de nouveaux bâtiments

Diverses études des eaux souterraines, de l'air interstitiel et du sol

Résultats: remblai artificiel de 4 m d'épaisseur (gravats, mâchefers, etc.)
 citernes enterrées avec points de puisage
 premiers indices de pollution par des HCC



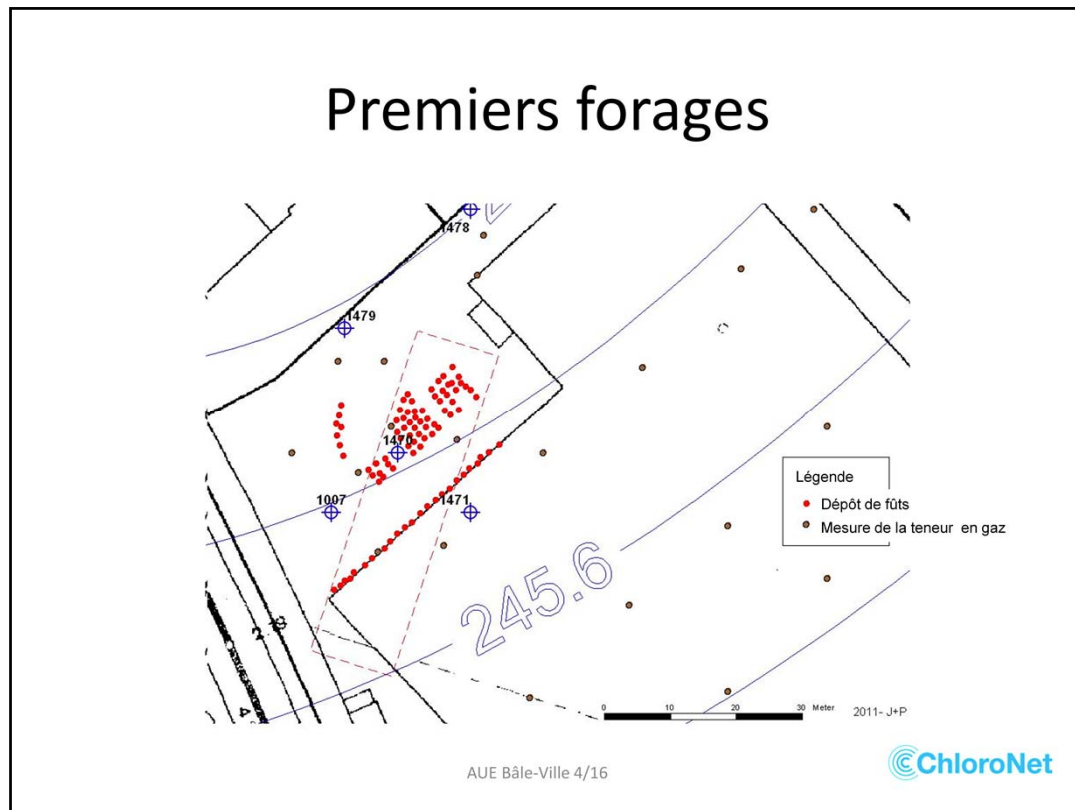
1998

Stratégie d'excavation et de tri pour construire un nouvel immeuble avec garage souterrain

Diverses fouilles à la pelle mécanique

Analyses des eaux souterraines dans le puits existant

Résultat: teneur en Per jusqu'à 117 µg/l dans le puits 1007



Nouveaux forages (n° 1470 à 1479)

Divers prélèvements d'eau souterraine et de sol

Résultat: teneur en Per jusqu'à 1200 µg/l dans les eaux souterraines

Pour délimiter la pollution: trente points de mesure pour déterminer la teneur en gaz jusqu'à 2 m de profondeur

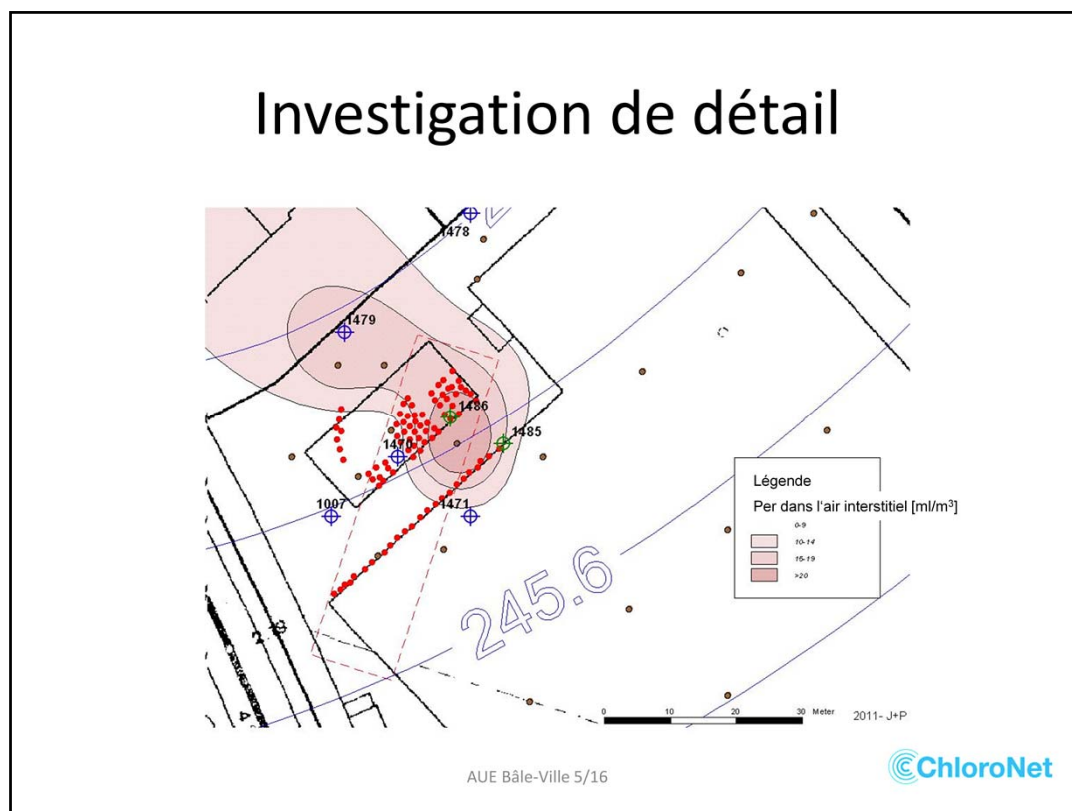
Prélèvements d'eau souterraine à différents niveaux

Résultats: teneur en Per jusqu'à 220 mg/m³ dans l'air interstitiel

teneur en Per jusqu'à 854 µg/l dans les eaux souterraines

Aucun indice de « cuvette » de Per sur le plancher de l'aquifère

Supposition: la source du Per se trouve très probablement dans le secteur de l'ancien dépôt de fûts, dont le sol n'est pas stabilisé



Nouveaux forages dans le secteur où les teneurs en Per dans l'air interstitiel sont élevées (n° 1485, 1486)

Divers prélèvements d'eau souterraine et de sol

But: étudier les « hot spots » et concevoir un projet d'assainissement

Résultats: teneur en Per de 717 µg/l (1485) et 36 µg/l (1486) dans les eaux souterraines
teneur en Per jusqu'à 2300 mg/kg dans le sol, mais seulement jusqu'à 25 mg/kg au voisinage du plancher de l'aquifère

Enseignement: la pollution au Per se trouve juste sous le radier de l'ancienne halle de stockage, dans la zone insaturée

Informations très vagues sur les quantités de polluant éventuellement présentes

Hypothèse: pertes lors de la manipulation des fûts dans l'ancien dépôt

Stratégie d'assainissement

- Excavation dans la zone insaturée
- Assainissement des eaux souterraines par air sparging (2-3 ans)
- Buts de l'assainissement:
 - Per en aval < 80 µg/l
 - Per au fond de l'excavation < 0,2 mg/kg

AUE Bâle-Ville 6/16



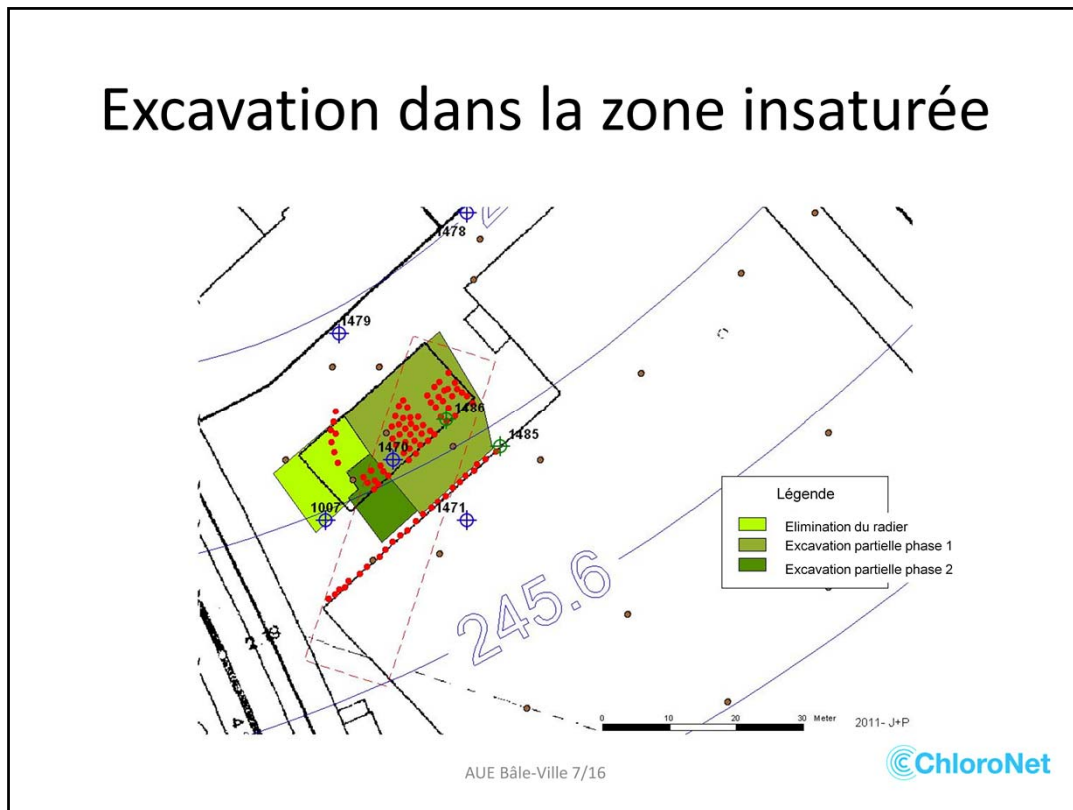
Progression par tranches horizontales

Essai de coloration à l'uranine pour déterminer les vitesses d'écoulement

Divers modes d'assainissement des eaux souterraines ont été discutés:

- excavation jusqu'au plancher de l'aquifère
- traitement par pompage (pump and treat)
- air sparging

L'excavation dans la zone saturée a été jugée disproportionnée



1999

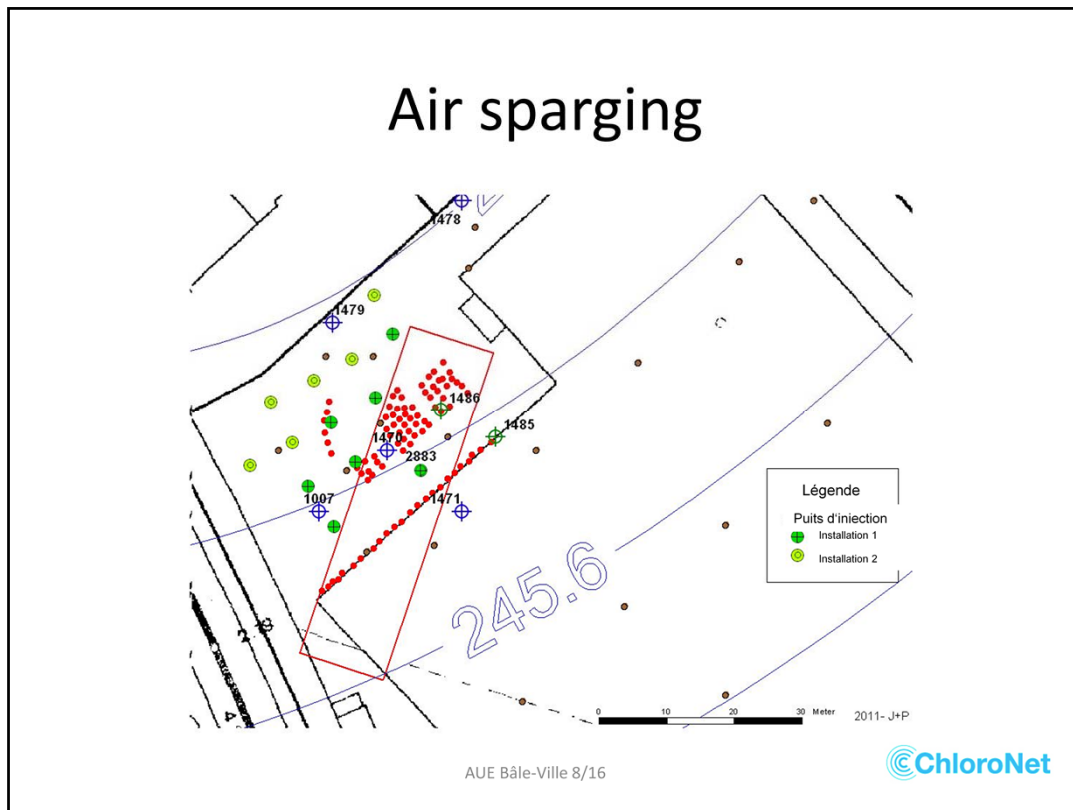
Excavation en plusieurs phases:

- env. 140 tonnes pour le remblai artificiel
- env. 120 tonnes pour la phase I (installation de lavage du sol)
- env. 50 tonnes pour la phase II (installation de lavage du sol)

Air interstitiel aspiré puis épuré sur du charbon actif (250 m³/h)

Contrôle des eaux souterraines en aval

Résultat: Per en aval > 80 µg/l



Extraction de polluant: max. 600 g/jour en hautes eaux
 env. 260 g/jour en basses eaux

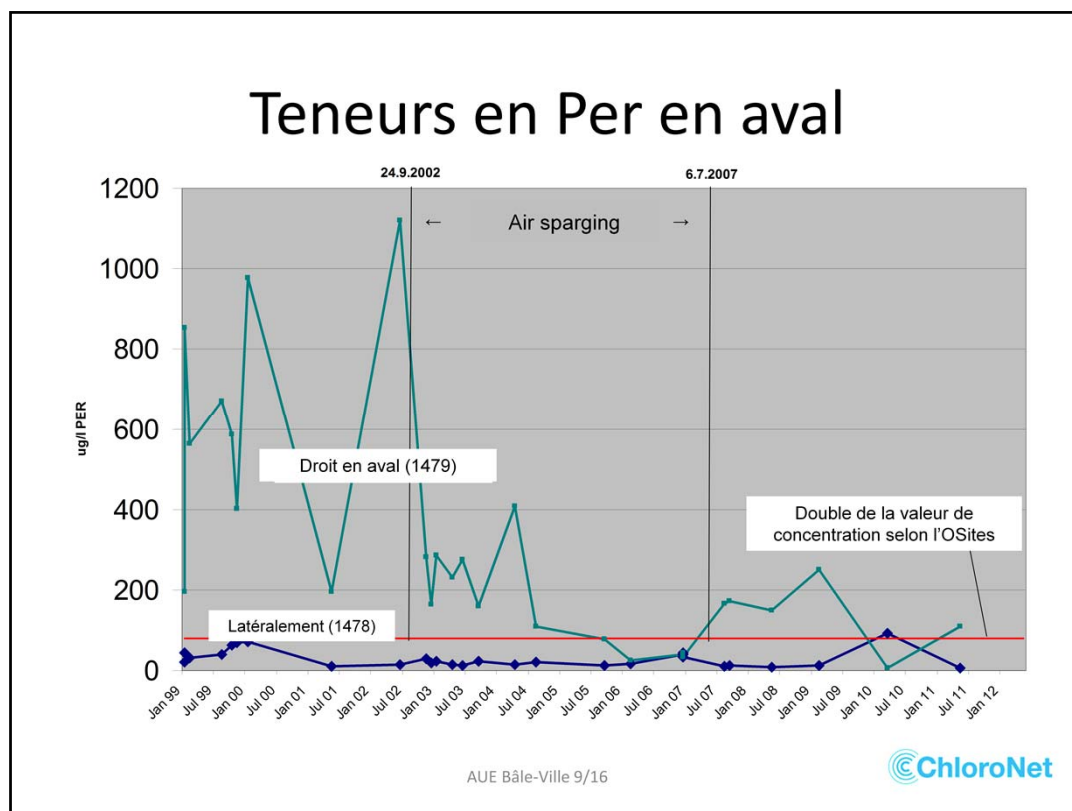
2000: phase pilote d'air sparging couronnée de succès

Résultat: extraction de 210 g/jour

2002: achèvement du nouvel immeuble

2002: début de l'air sparging sous le nouvel immeuble

13 puits d'injection



2002-2007: air sparging

Résultats:

- extraction de polluant = 43 g/jour au début
- diminution sensible de la teneur en Per en aval
- décembre 2004: teneur en Per pour la première fois < valeur limite d'assainissement
- dès février 2006: teneur en Per durablement < valeur limite d'assainissement
- extraction de polluant = 18 g/jour

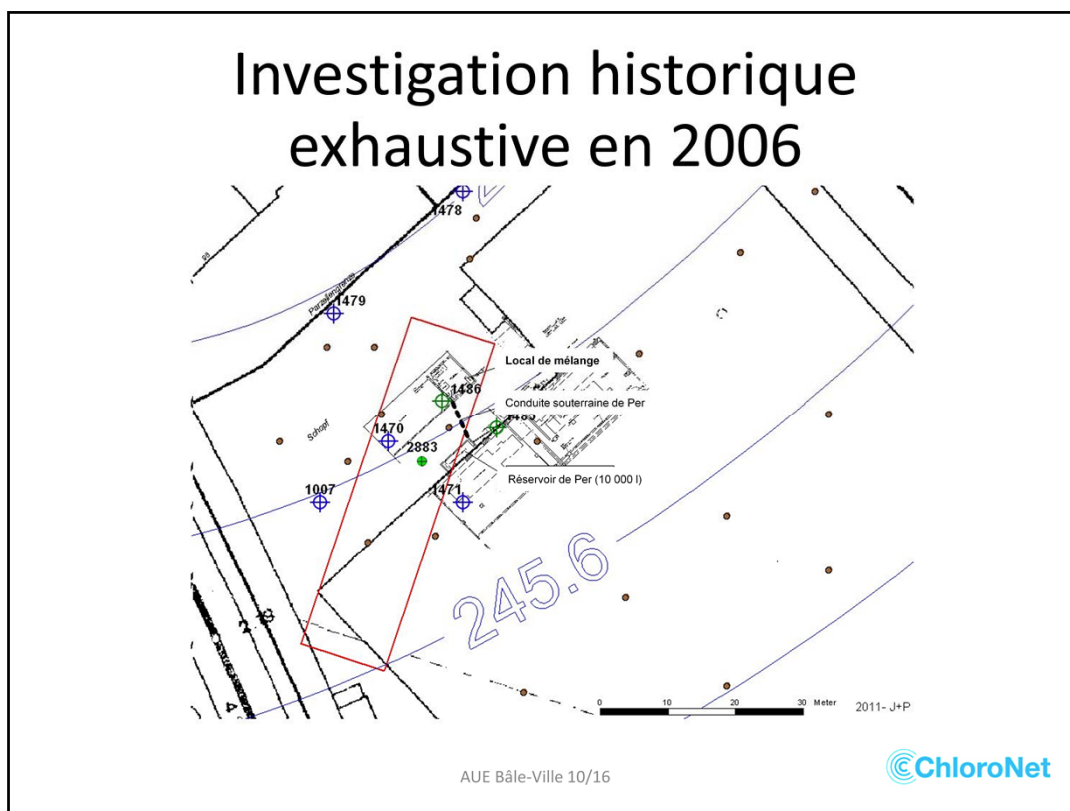
2007

Arrêt de l'installation pendant trois mois

Surveillance mensuelle

Arrêt définitif

Attente de l'expertise ChloroNet



2006

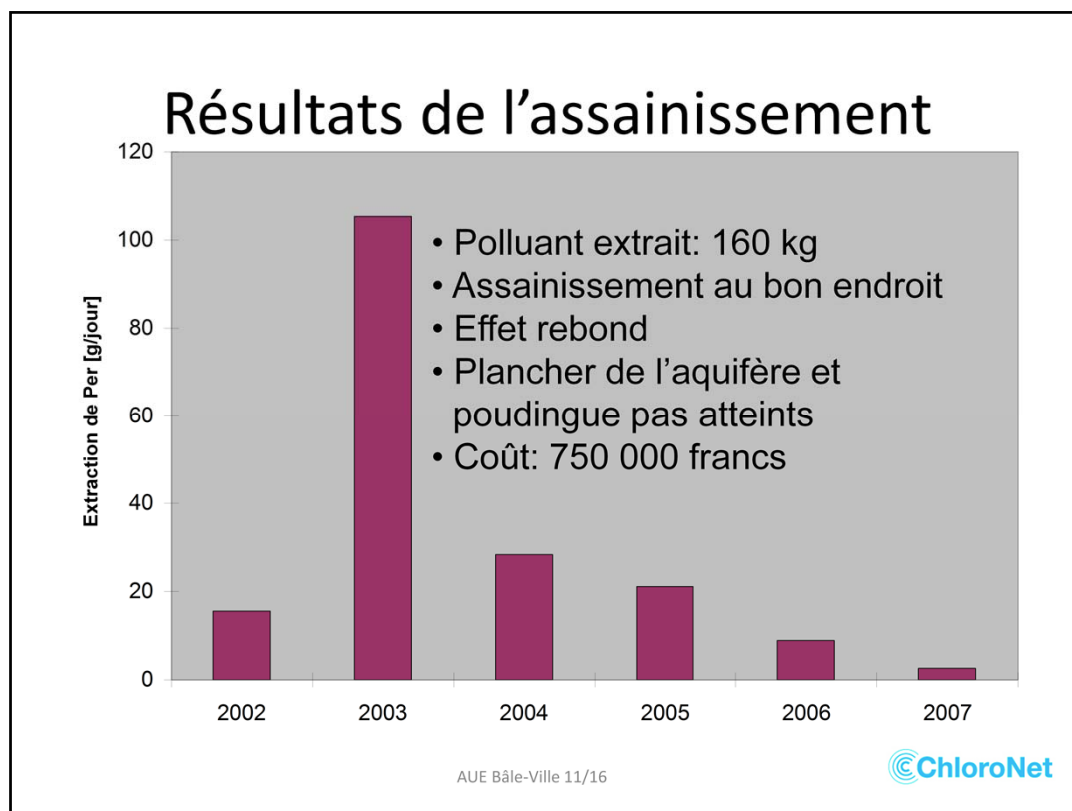
Investigation historique (IH) exhaustive

Motifs d'une IH tardive:

- nouvelles sources d'information dans le cadre de la répartition des coûts
- peu de documentation recherchée en 1997 (archives cantonales)
- la pollution élevée au Per dans les environs laisse présumer que l'ampleur de la pollution a été sous-estimée

Résultats:

- les documents consultés ont révélé que de la pâte à enduire renfermant du Per a été fabriquée sur le site
- la consommation de Per a été de l'ordre de 90 tonnes entre 1968 et 1983 (soit 6 tonnes/an)
- il y a probablement eu des fuites dans la conduite souterraine reliant la citerne au local de mélange



Résultats de l'assainissement (évaluation de l'installation)

Excavation: 300 000 francs

Investigation du site (y compris air sparging): 450 000 francs

Extraction de polluant après l'achèvement de l'assainissement: 20-40 g/jour

Effet rebond en aval

L'installation était sous-dimensionnée au début de l'assainissement

L'installation était dimensionnée correctement à la fin de l'assainissement ($< 80 \mu\text{g/l}$ en aval)

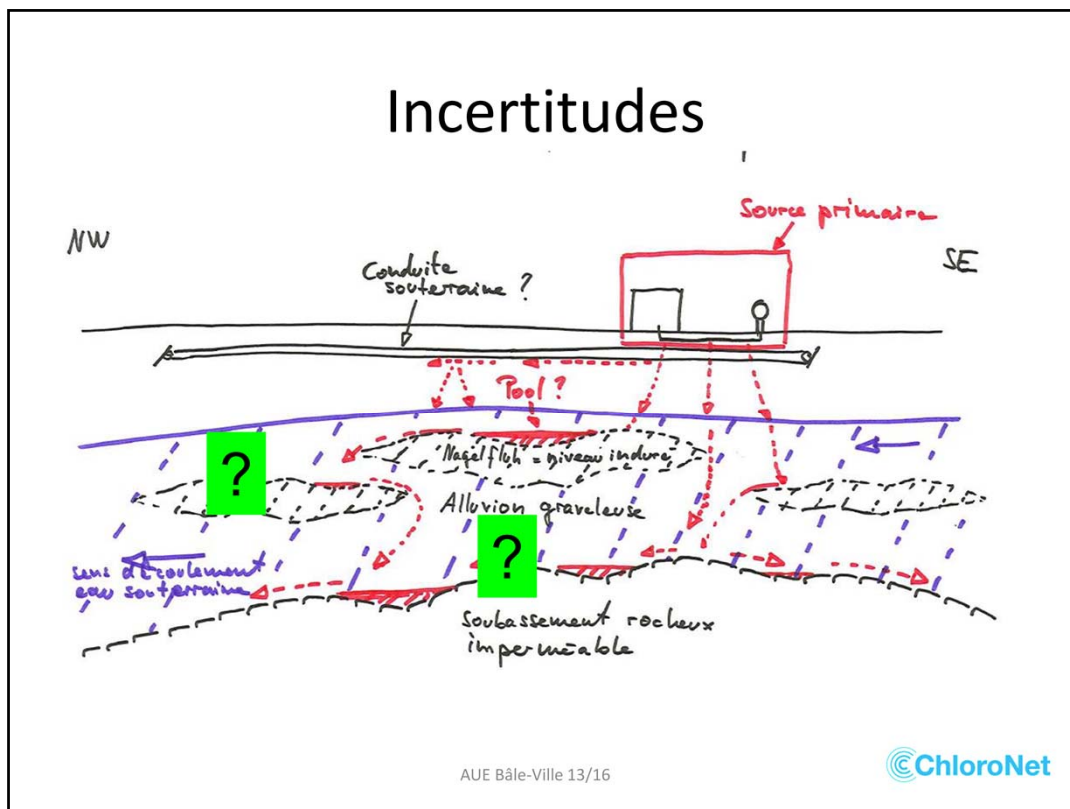
Les emplacements du plancher de l'aquifère et les lentilles de poudingue imprégnés de Per n'ont pas été atteints

Situation actuelle

- Per en aval > valeur limite d'assainissement
- Extraction de polluant = 27 g/jour (« significative »)
- Voie de contamination principale: connue
- Dissémination à l'aval: en principe connue
- Pas de polluant dans la zone insaturée
- Danger potentiel faible

AUE Bâle-Ville 12/16





Lentilles de poudingue dans la zone saturée?

Sources de polluant secondaires?

Morphologie du plancher de l'aquifère à petite échelle?

Géométrie du panache de pollution en aval?

Variabilité temporelle de la situation hydrologique?

Plancher de l'aquifère à 9 m sous la surface du sol (argilite sablo-limoneuse)

Épaisseur de l'aquifère: 6-7 m

Battement de l'aquifère: 1,5 m

Défis à relever

- Actuellement 40 PPE
- Superposition d'une pollution au Per dans les environs du site
- Forte densité de construction
- Faillite du perturbateur par comportement
- Part du perturbateur par situation: 25 % (clientèle)

AUE Bâle-Ville 14/16



Recommandations ChloroNet

- Localiser les « réservoirs » de polluant
- Revoir la stratégie d'assainissement
- Tendance: décontamination active (oxydation chimique in situ, ISCO)

→ 10 ans

→ 1-2 millions de francs

AUE Bâle-Ville 15/16



Mesures:

- investigation verticale et latérale pour identifier les « réservoirs » de polluant
- en déduire systématiquement le procédé d'assainissement approprié
- modèle hydrogéologique régional
- éventuellement géosismique et nouveaux forages jusqu'au rocher
- éventuellement sondages MIP

En raison de la complexité du site, il est recommandé d'appliquer un processus d'investigation, d'assainissement et de surveillance itératif

Suite des opérations?

- Etude du potentiel de dissémination de Per
 - hydrogéologie: 0,5 million de francs
 - assainissement: 1-1,5 million de francs
- Optimisation / poursuite de l'air sparging, puis arrêt progressif de l'installation
 - 50 000 francs
- Atténuation naturelle surveillée (MNA)

AUE Bâle-Ville 16/16



Faits: le besoin d'assainir subsiste
 l'assainissement n'est pas urgent

→ Accent actuellement mis sur la recherche de pollutions au Per dans les environs