

9^{ème} journée technique ChloroNet 2016

Assainissement biologique in situ d'une pollution de nappe aux HCCV sur un site de galvanisation dans le canton de Berne



AWA Amt für Wasser und Abfall

OED Office des eaux et des déchets

Jeudi 24 novembre 2016 / Jürg Krebs



Canton de Berne

Situation



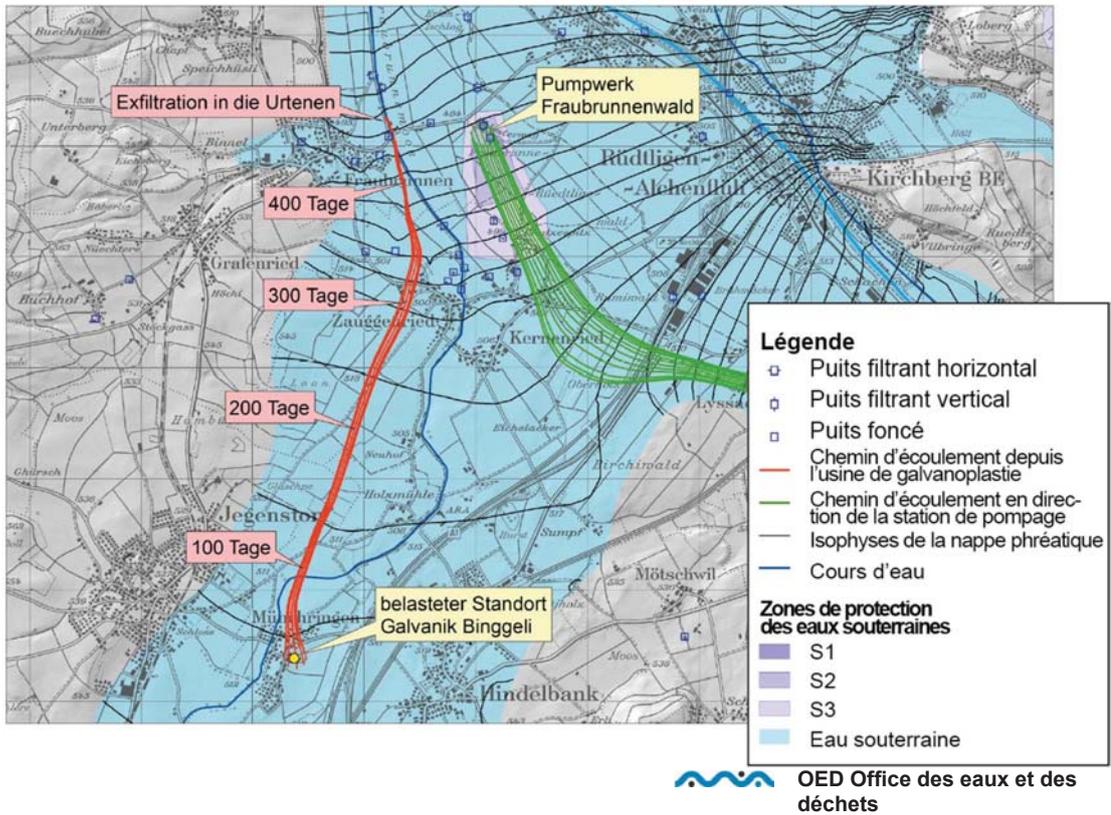
- Ancienne usine de galvanoplastie
- Début de l'exploitation: 1946, dégraissage au trichloréthylène
- Fin de l'exploitation: 1996
- 2009-2010: IT
- 2011 - 2013: ID
- 2013 - 2015: Étude de variantes d'assainissement
- 2015: Étude de faisabilité pour l'assainissement biologique in situ



OED Office des eaux et des déchets

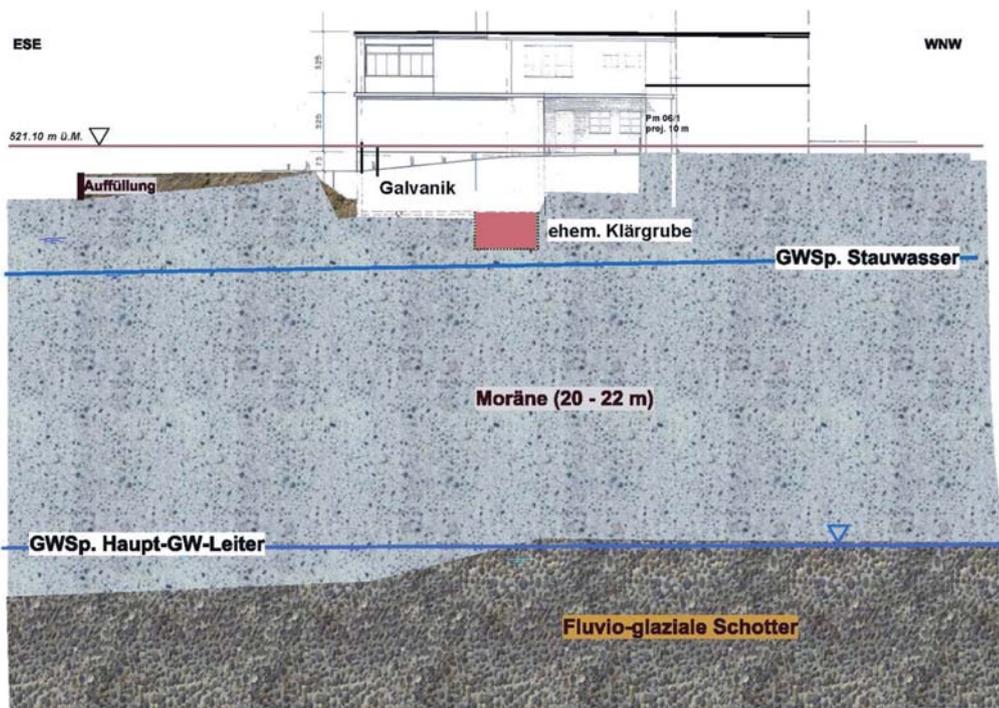
Canton de Berne

Modèle des eaux souterraines Emmental: Simulation d'écoulement



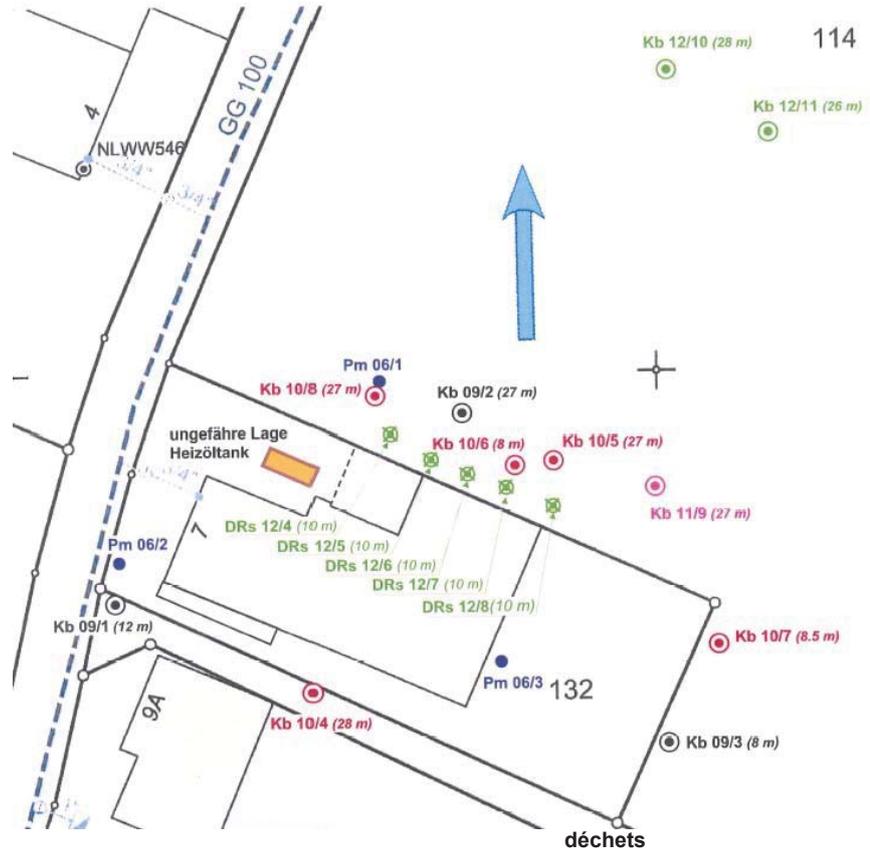
Canton de Berne

Profil géologique



Canton de Berne

Forages



Canton de Berne

Teneurs en TRI



TRI (µg/l)	nov 09	mars 10	juin 10	août 10	avril 11	août 12	janv 15	mars 15	oct 15
Zone du foyer									
Kb 09/2	56.2	95.2	60.5	57.4	45.8	65.8	29.6	43.0	39.3
Kb 10/5	--	--	97.3	125.0	75.9	57.3	42.1	32.9	20.2
Kb 10/8	--	--	45.4	45.9	49.1	69.1	25.7	8.8	9.9
Secteur aval									
Kb 12/10	--	--	--	--	--	347.0	176.5	164.3	165.9
Kb 12/11	--	--	--	--	--	24.6	60.2	38.0	40.0

Forages: tous à une profondeur d'au moins 27 m, dans la nappe inférieure

Teneurs en CIS et CV

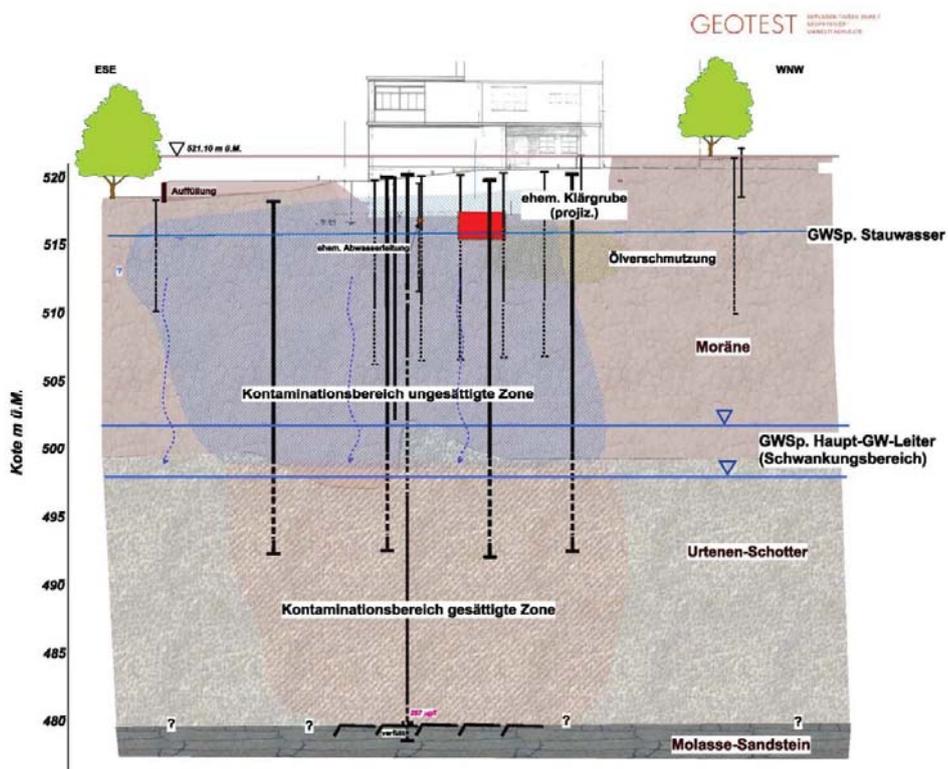
Zone du foyer	CIS (µg/l)	CV (µg/l)
Kb 09/2	10.5 - 32.2	< 0.05 – 1.37
Kb 10/5	2.5 - 8.1	< 0.05 – 0.12
Kb 10/8	0.17 - 13.2	0.1 - 2.9
Secteur aval		
Kb 12/10	34.2 - 93.1	3.6 - 14.3
Kb 12/11	1.4 - 6.9	< 0.05 – 0.36



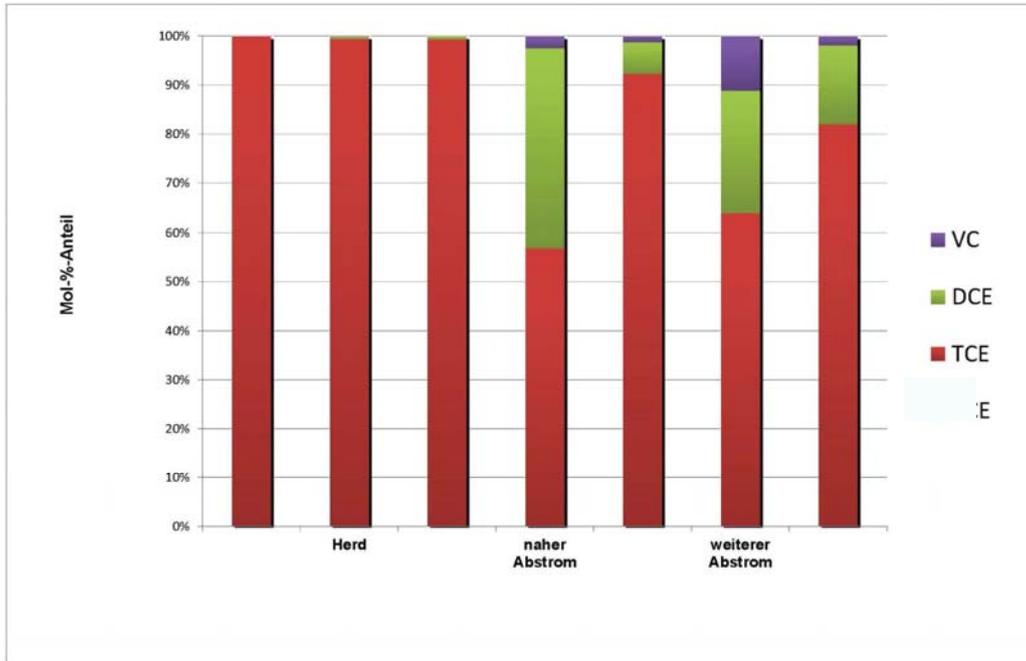
Forages: tous à une profondeur d'au moins 27 m, dans la nappe inférieure



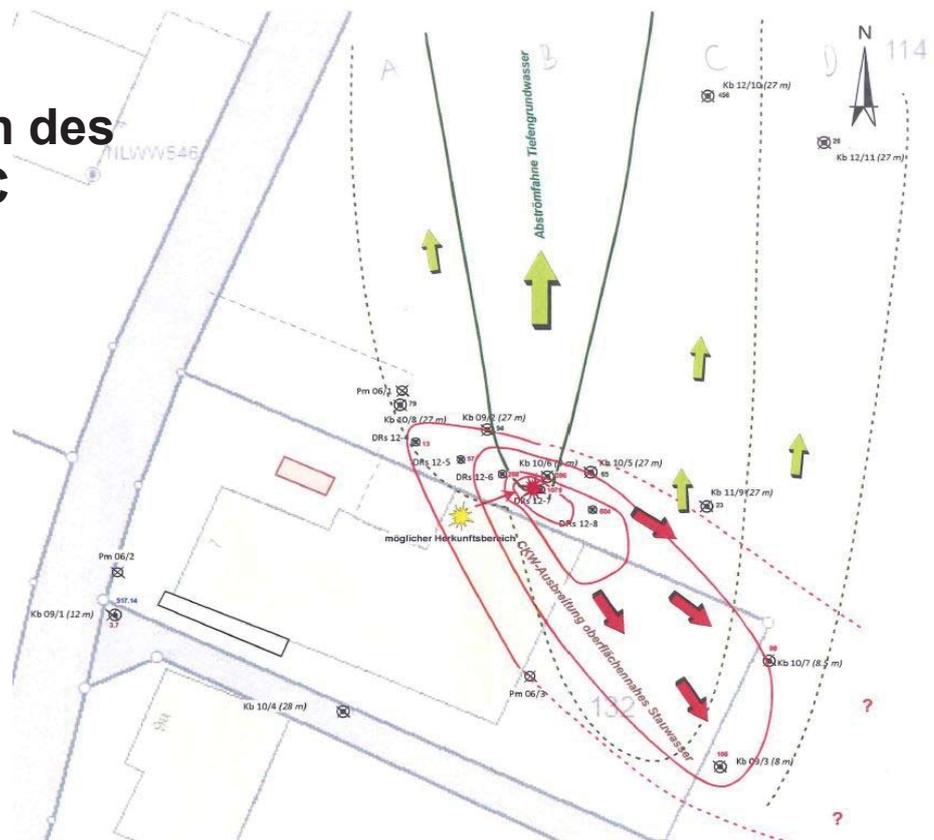
Situation de la pollution



Répartition / dégradation des HCC



Diffusion des HCC



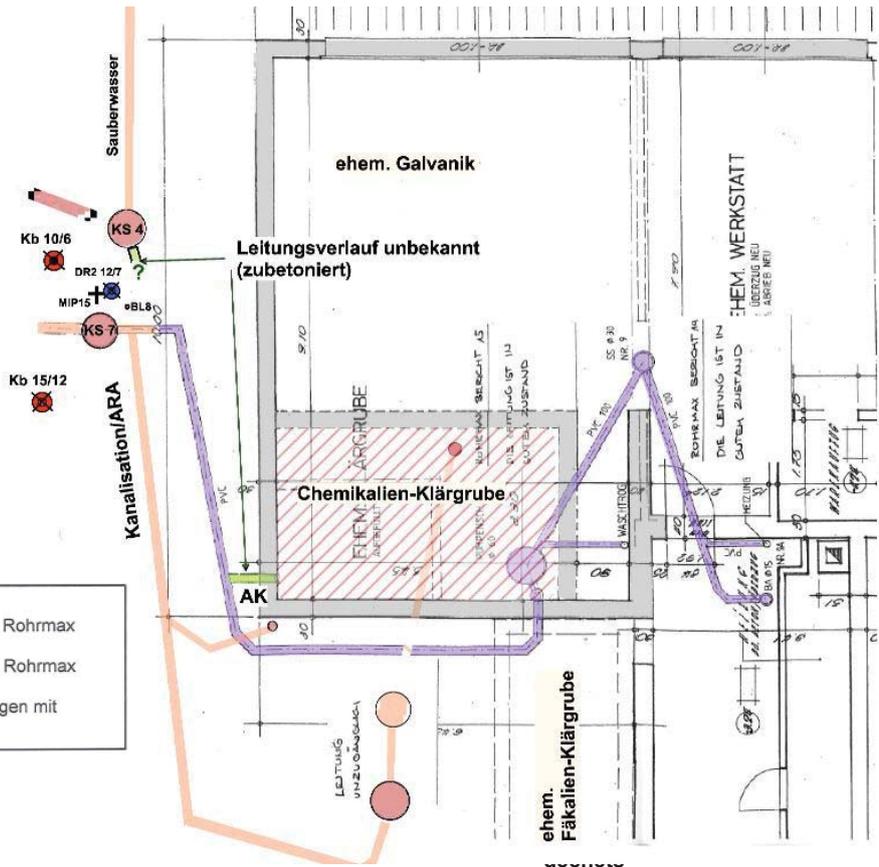
Canton de Berne

Conduites



Legende:

- Aktive Leitungen. EG. Durch Fa. Rohrmax überprüft.
- Aktive Leitungen. UG. Durch Fa. Rohrmax überprüft.
- Stillgelegte oder entfernte Leitungen mit ungefährem Verlauf



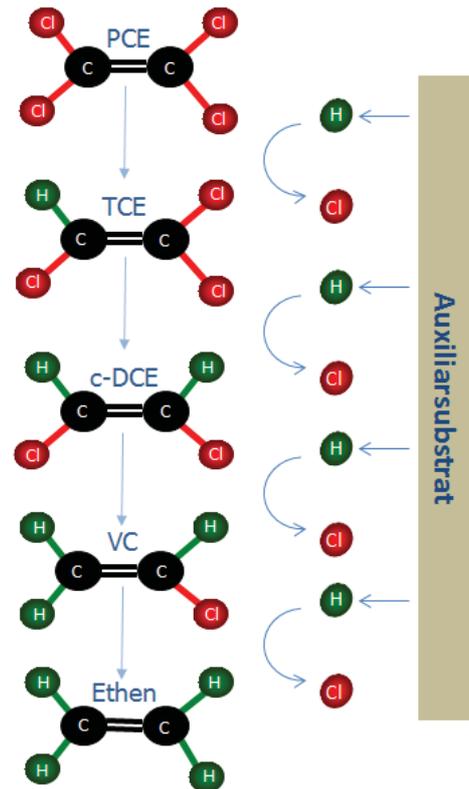
Assainissement biologique *in situ* d'une pollution de nappe aux HCCV sur un site de galvanisation dans le canton de Berne

Cas de Münchringen: Un assainissement biologique in situ est-il possible et prometteur?



Programme d'investigation:

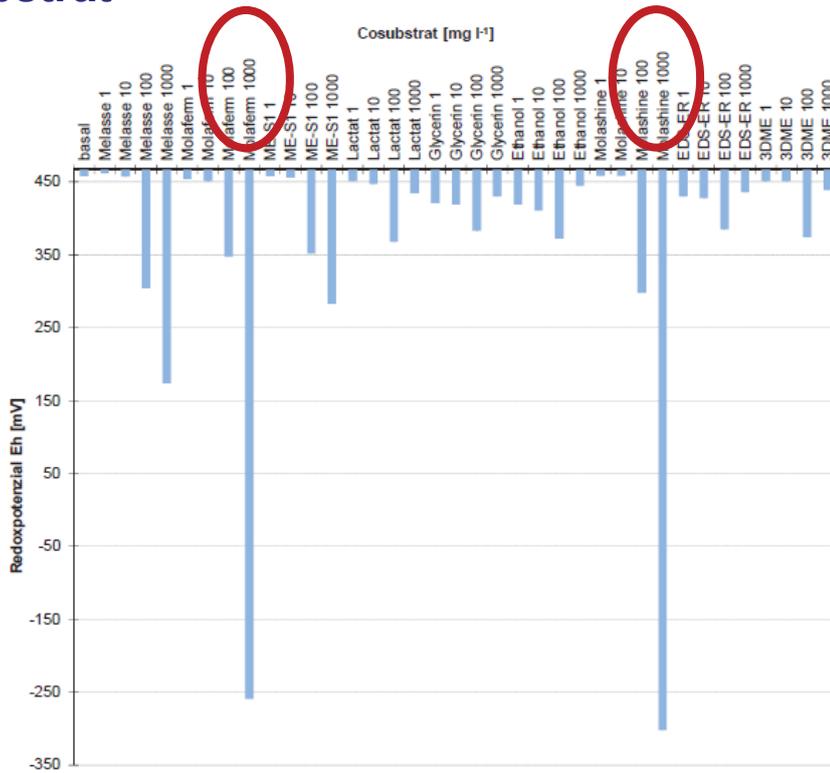
1. Examen de l'apport en nutriments sur le site
2. Examen des co-substrats utilisables par les microorganismes
3. Étude de la dégradation en microcosme
4. Test push-pull sur le terrain pour vérifier la déchloration réductive sur site



1^{ère} étape: Étude de la dégradation en microcosme



Analyse de la diminution du potentiel rédox pour différentes concentrations d'alimentation en co-substrat

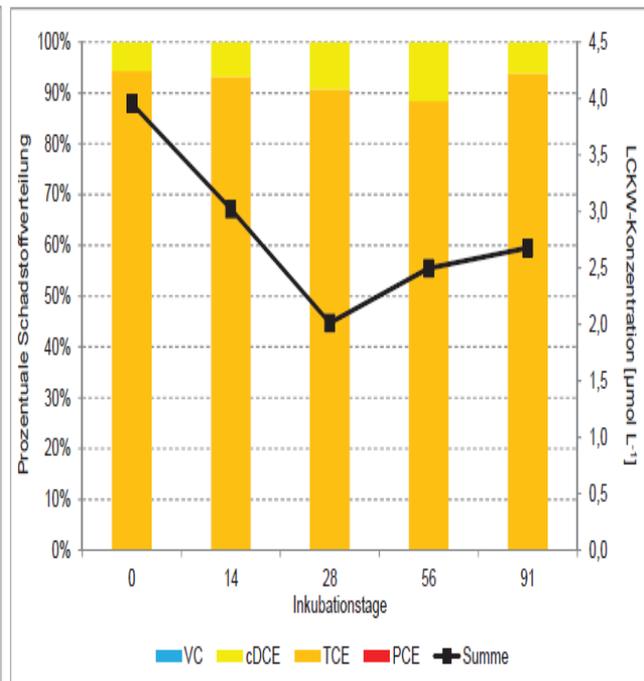
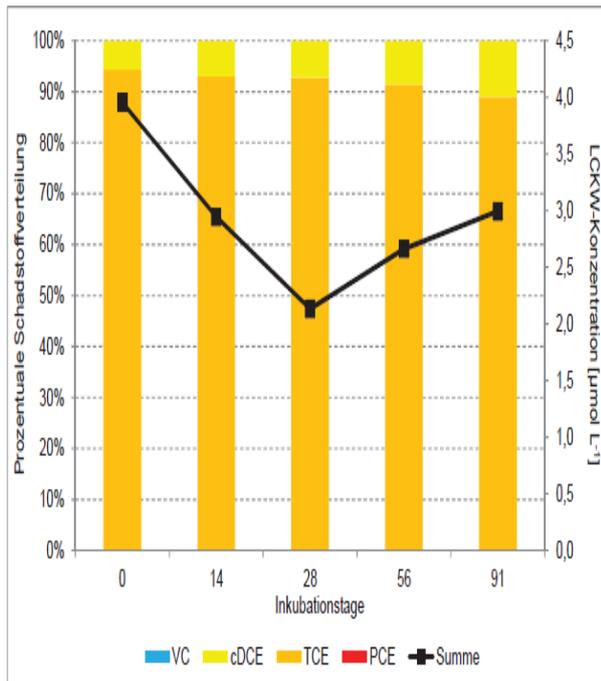


Biostimulation de la déchloration réductive des HCCV



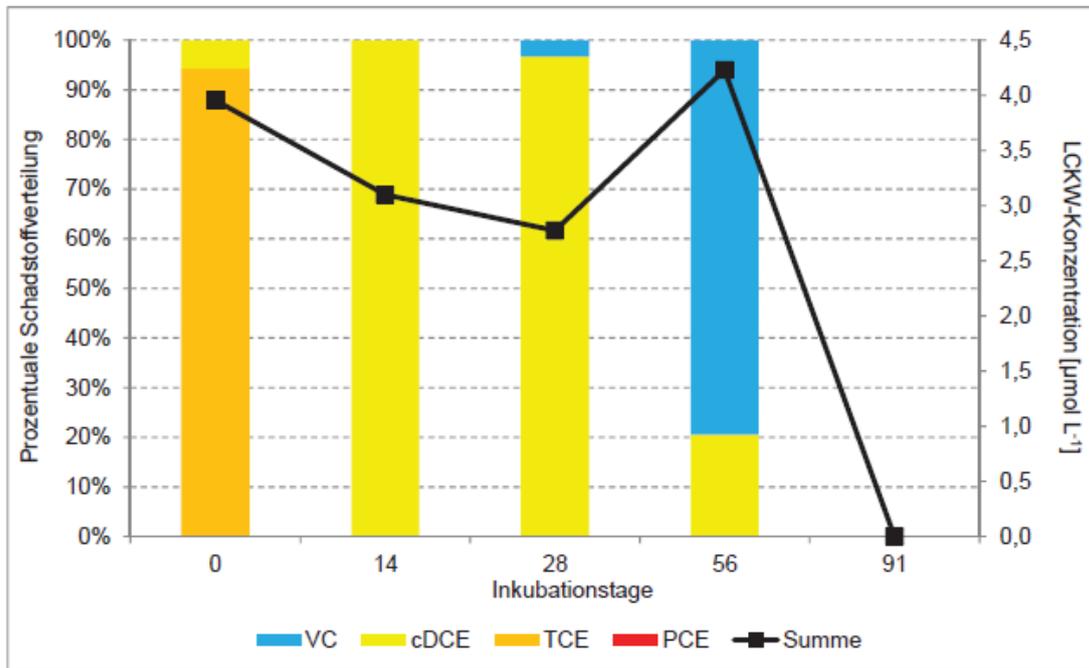
non traité

Avec biostimulation





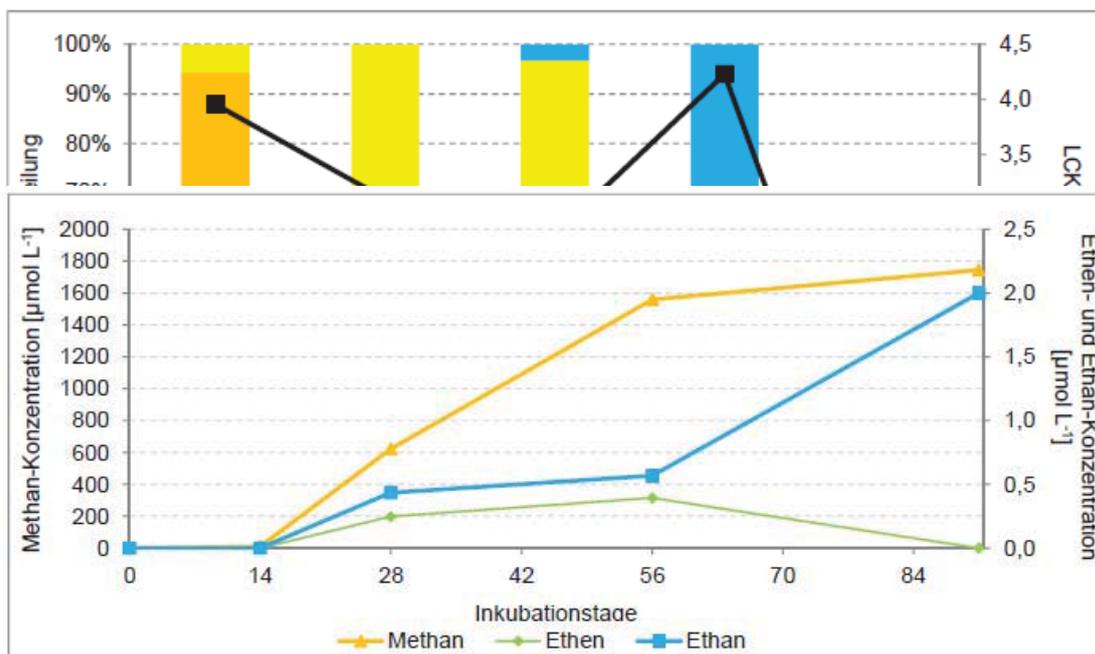
Biostimulation de la déchloration réductive des HCCV Molaferm + culture mixte de dehalococcoides



Résultat: dégradation complète des HCCV jusqu'au stade de produit non chloré



Biostimulation de la déchloration réductive des HCCV Molaferm + culture mixte de dehalococcoides



Résultat: dégradation complète des HCCV jusqu'au stade de produit non chloré

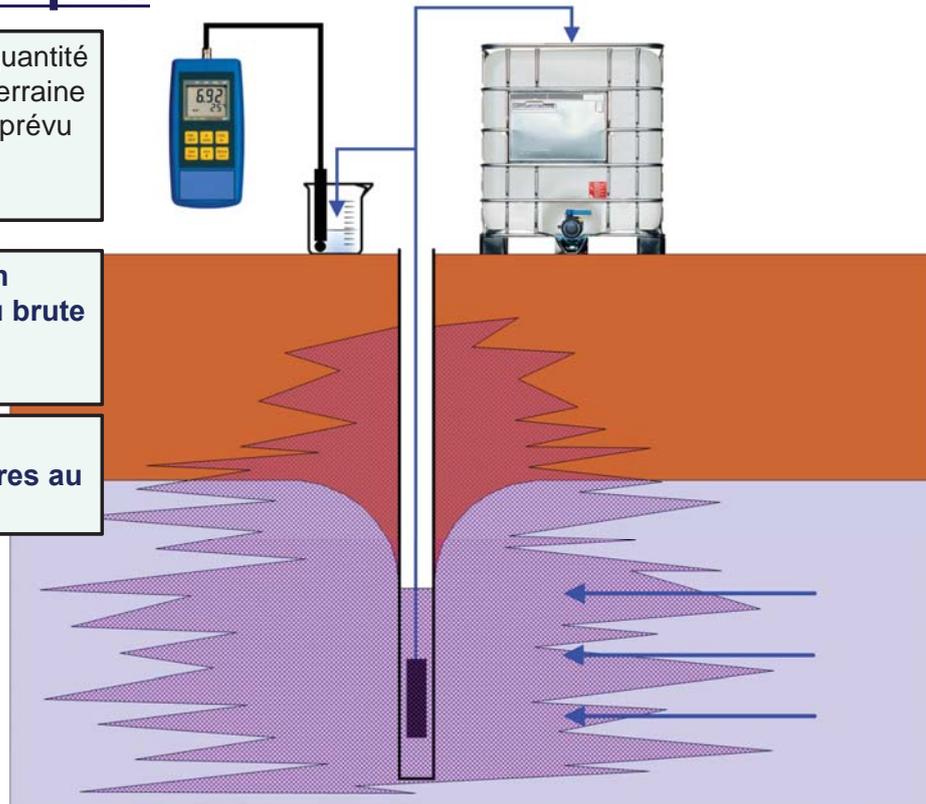
Test push-pull



Pompage d'une quantité définie d'eau souterraine dans un réservoir prévu à cet effet (par ex. conteneur IBC)

Prélèvement d'un échantillon d'eau brute dans le flux d'eau pompée

Mesure des paramètres propres au site



Test push-pull



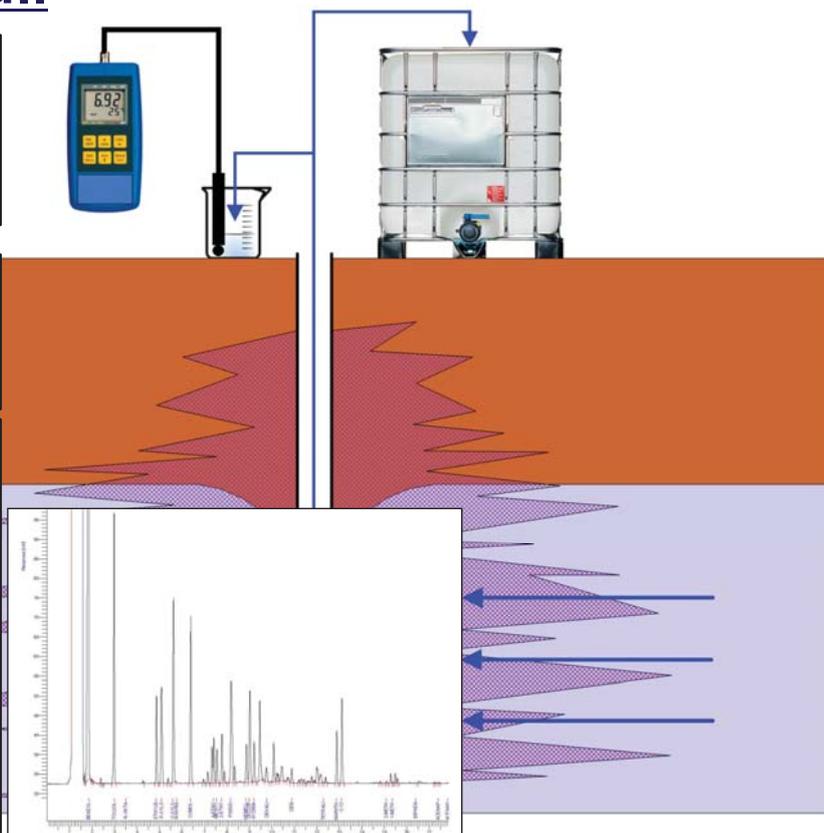
Pompage d'une quantité définie d'eau souterraine dans un réservoir prévu à cet effet (par ex. conteneur IBC)

Prélèvement d'un échantillon d'eau brute dans le flux d'eau pompée

Mesure des paramètres propres au site

Analyse instrumentale de l'échantillon d'eau brute portant sur les paramètres significatifs:

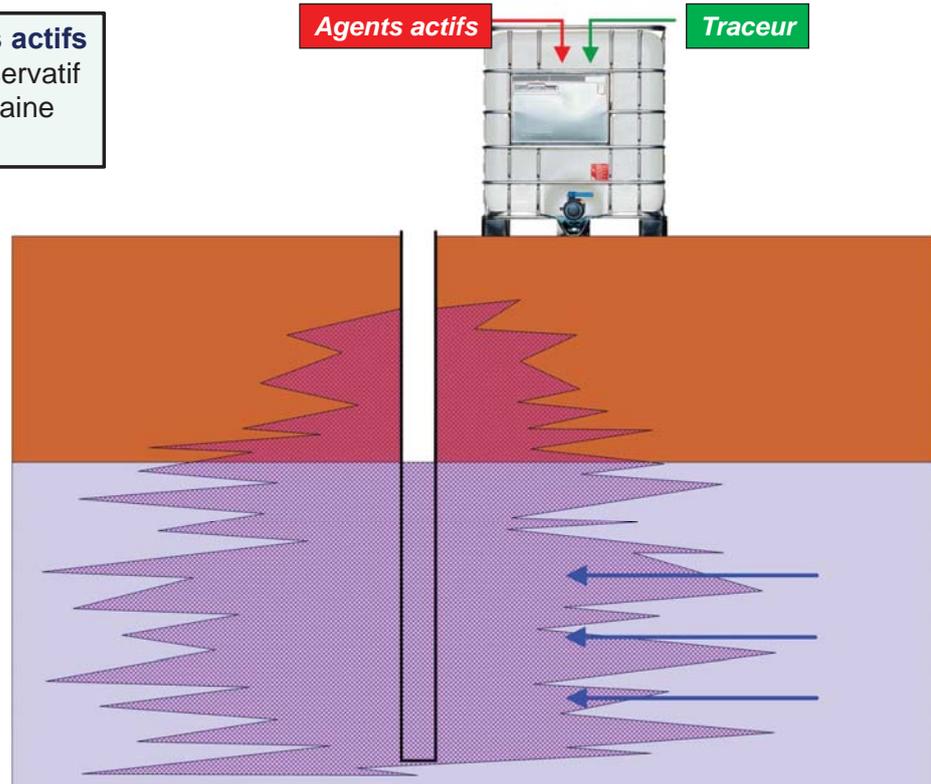
- Teneur en polluants
- Composants du traceur
- Produits de dégradation
- Composés géogènes réactifs



Ajout des agents actifs et du traceur



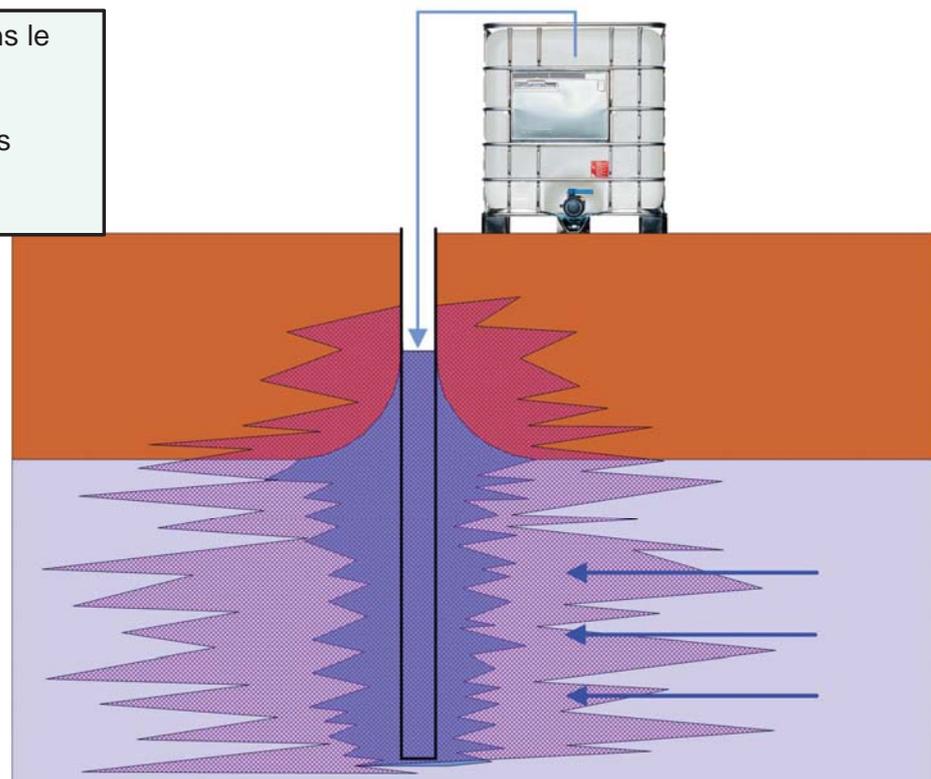
Ajout des agents actifs et du traceur conservatif dans l'eau souterraine pompée



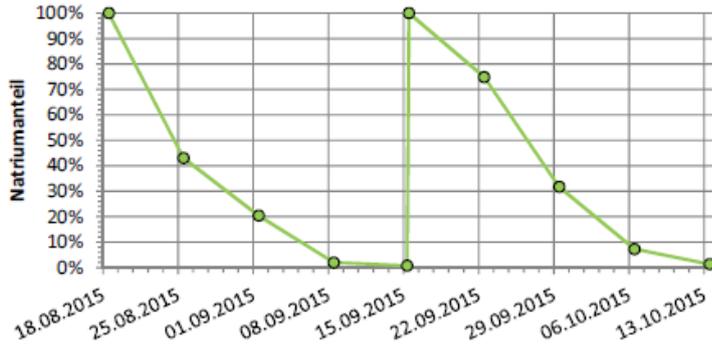
Phase «push»



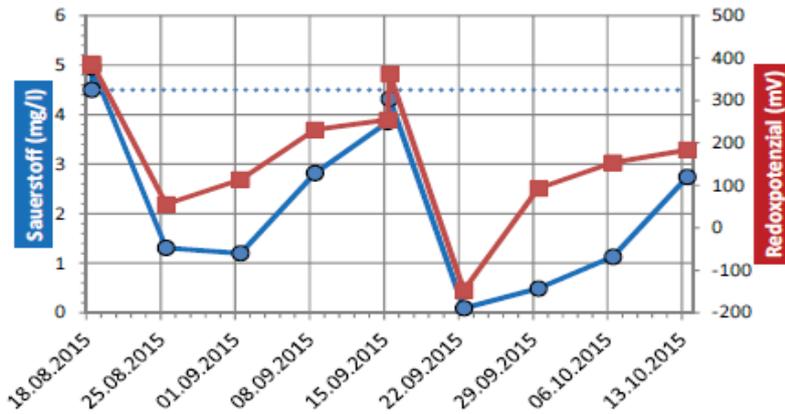
Réinfiltration dans le puits de l'eau du site mélangée avec les agents actifs et le traceur



Résultats du test push-pull (I)

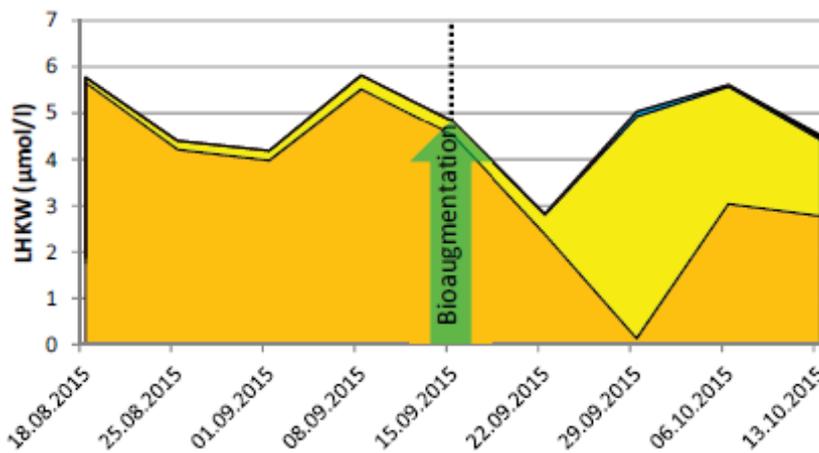


Taux de reproductibilité pour le traceur conservatif «sodium» au point d'introduction: disparition totale en env. 3 semaines par transport vers l'aval



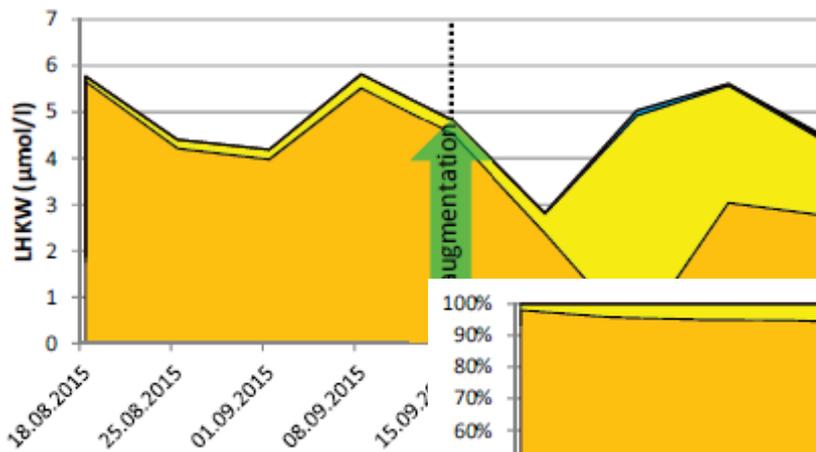
Mise en place de conditions réductrices dans la nappe souterraine: effet du co-substrat organique sur la teneur en O₂ et le milieu redox

Résultats du test push-pull (II)



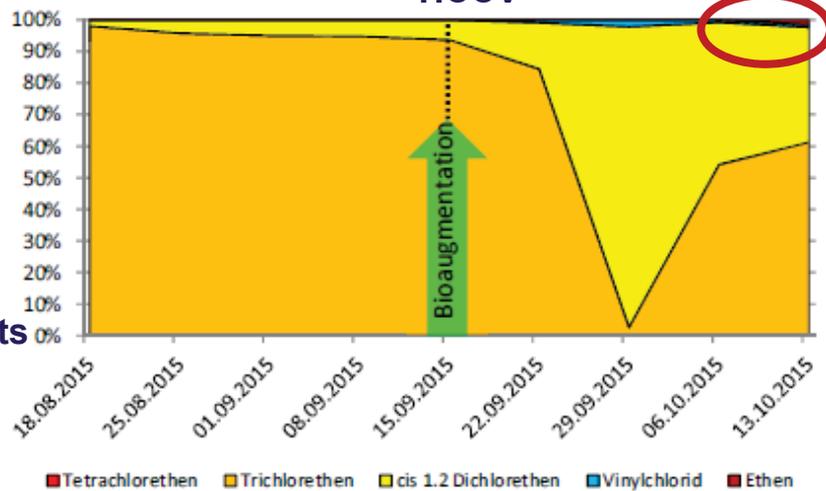
Évolution de la concentration en HCCV: d'abord diminution, puis à nouveau augmentation en raison de l'afflux de HCCV

Résultats du test push-pull (II)



Évolution de la concentration en HCCV: d'abord diminution, puis à nouveau augmentation en raison de l'afflux de HCCV

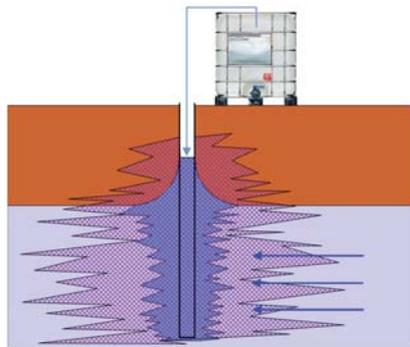
Composition des HCCV: après bio-augmentation, nettement plus de produits de dégradation et même première apparition d'éthène



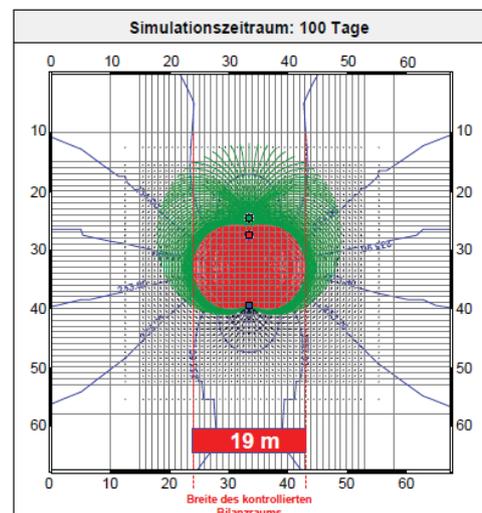
Démarche structurée, du test en laboratoire à l'espace de réaction contrôlé



1. Analyse du processus et choix de l'agent actif
2. Vérification de la dégradation dans les conditions réelles du site



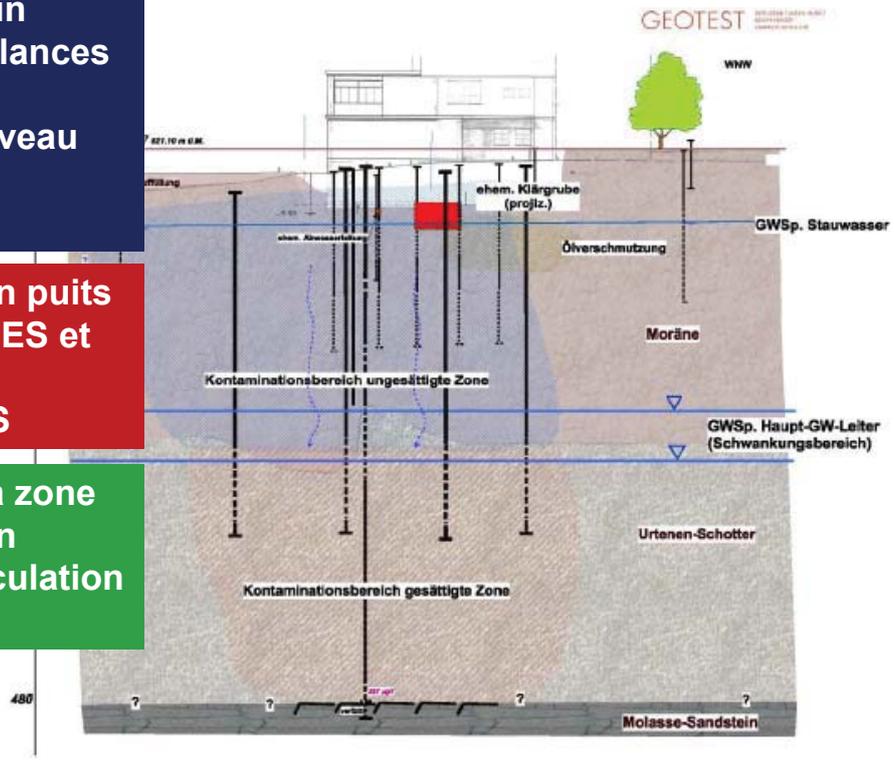
3. Organisation d'un espace de réaction sous contrôle hydraulique



Stratégie pour la bio-stimulation de la dégradation des HCCV sur le site



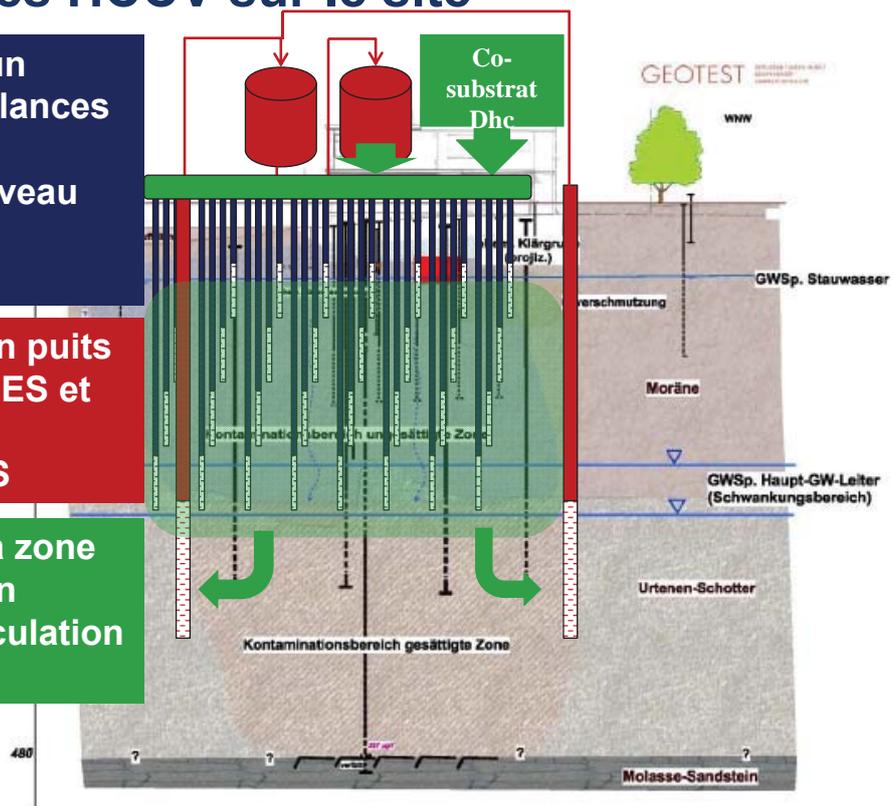
- 1. Mise en place d'un réseau dense de lances à injection sous pression multi-niveau dans le foyer de pollution
- 2. Construction d'un puits de pompage des ES et d'une unité de traitement des ES
- 3. Exploitation de la zone de bio-stimulation réductive par circulation hydraulique



Stratégie pour la bio-stimulation de la dégradation des HCCV sur le site



- 1. Mise en place d'un réseau dense de lances à injection sous pression multi-niveau dans le foyer de pollution
- 2. Construction d'un puits de pompage des ES et d'une unité de traitement des ES
- 3. Exploitation de la zone de bio-stimulation réductive par circulation hydraulique



Exploitation et surveillance de l'espace de bioréaction



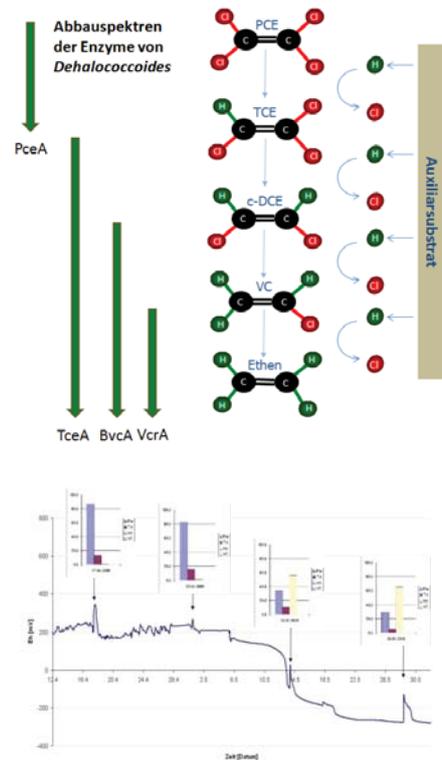
1. Concentration en HCCV et produits de dégradation

2. Produits de réaction biologiques (CO₂, Fe-II, sulfate, méthane, éthène, éthane)

3. Gènes de dégradation de dehalococcoides (TceA, BvcA, VcrA)

4. Alimentation en substrat biologique (COD, screening du co-substrat)

5. Conditions du milieu dans les eaux souterraines (conductivité électrique, pH, potentiel rédox)



GEOTEST GEOLOGEN / INGENIEURE /
GEOPHYSIKER /
UMWELTFACHLEUTE



Un grand merci pour votre attention!

Avez-vous des questions?

Expertise du site: Geotest, Herr Abrecht

Technique d'assainissement: Sensatec, Stephan Hüttmann

Mobile: ++49 17613890091; mail: s.huettmann@sensatec.de; internet: www.sensatec.de

