

Pump & Treat Bases et expérience acquise pour des sites contaminés par des HCC

Johannes Dollinger
SolGeo AG, Soleure

2^e ChloroForum-Workshop
17 mars 2011, Ittigen

Sommaire



Introduction P&T

Bases théoriques

Conditions-cadre

Purification

Conditions de réussite

Avantages / Limites

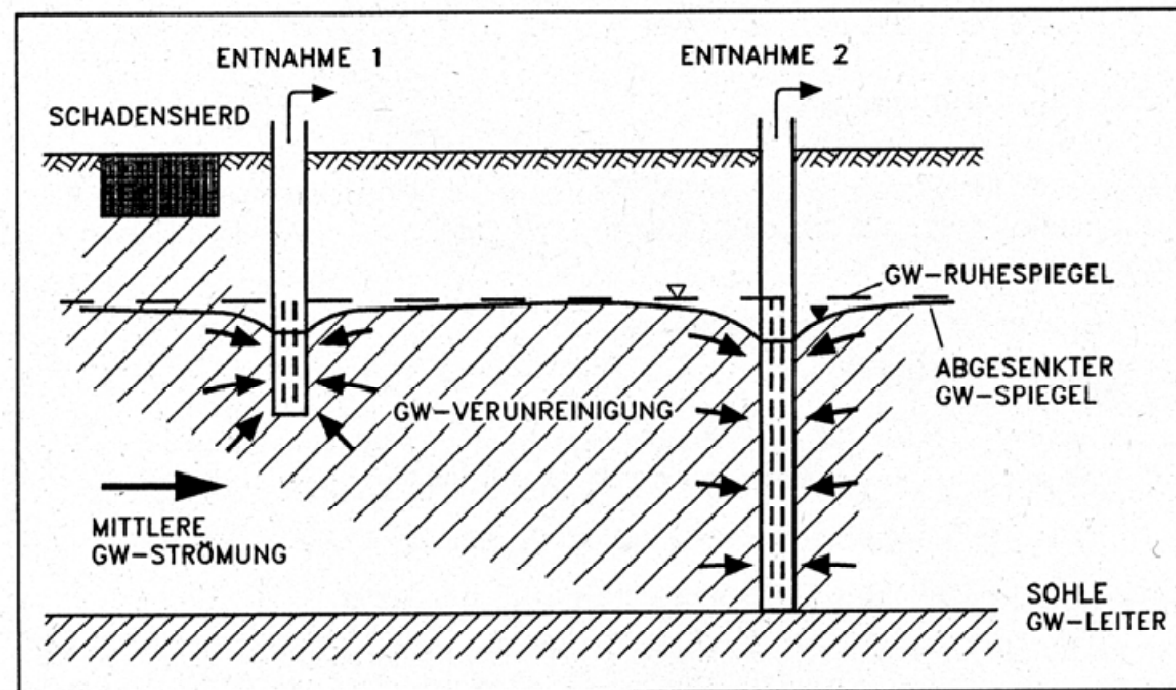
Exemple pratique

Introduction



Définition P&T

L'eau souterraine contaminée est pompée à la surface, puis purifiée.



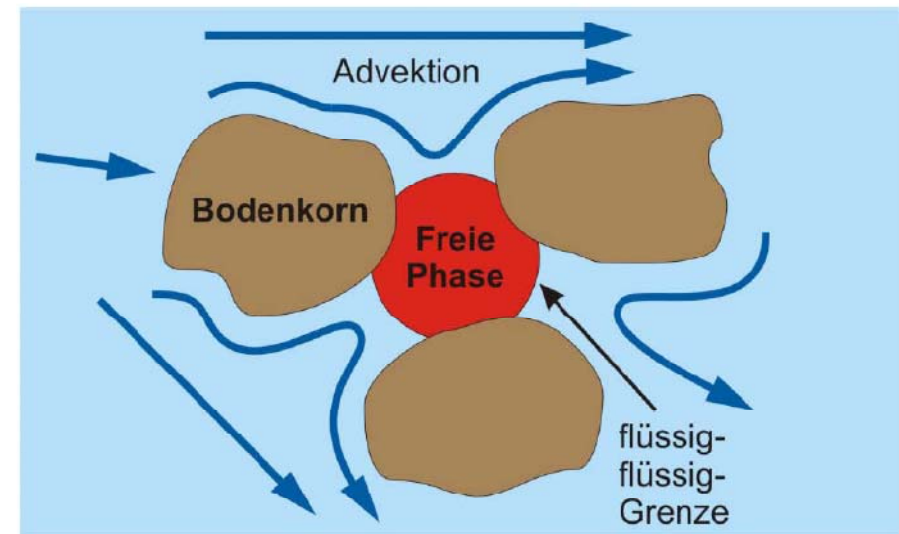
Bases théoriques

HCC dans la zone saturée



Diffusion des polluants dans la NP par solubilité chimique

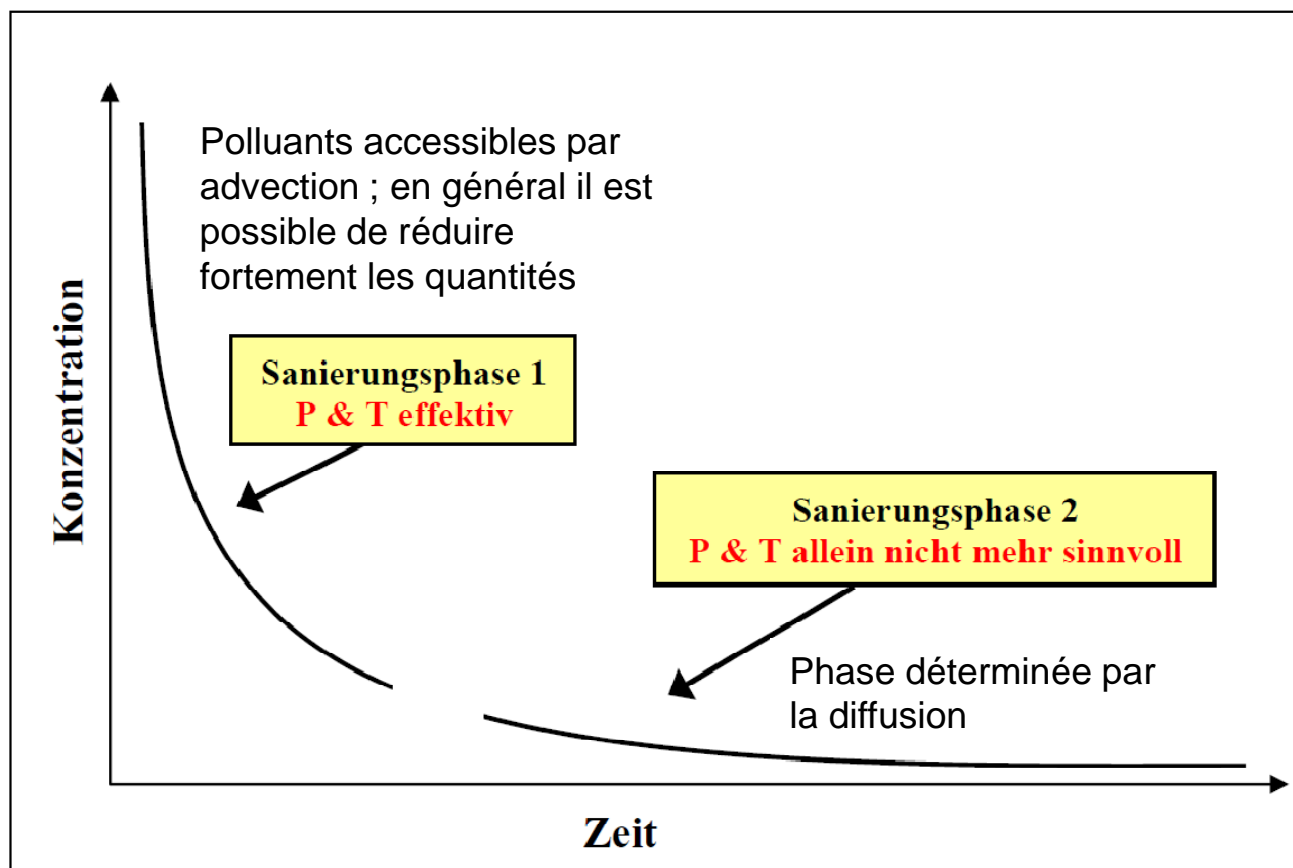
- Gouttes incluses dans les grains (blobs)
- Phase liquide mouillant le grain
- Ganglions
- Phase de polluants d'un seul tenant
(pool, en général sur l'aquiclude)



Source: LUBW, 2010 (Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg)

Bases théoriques

Effet de queue



Courbe d'extraction théorique, présentant un effet de queue (souvent plus discontinue en réalité)

Source: LfUG, 2007 (Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie, Dresden)

Bases théoriques

Causes de l'effet de queue



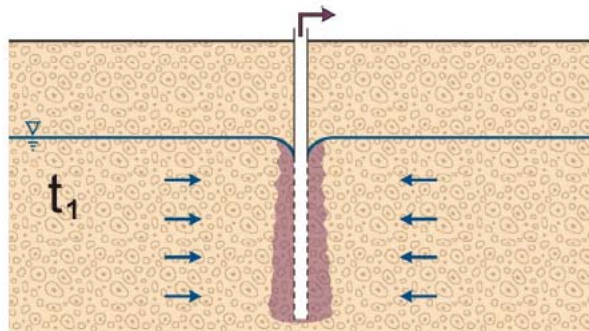
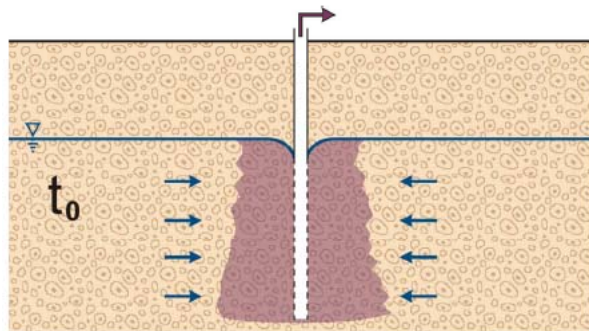
- La solubilité dans l'eau des HCC les plus courants est relativement faible (150 – 1500 mg/l).
- Dans les zones saturées, les HCC s'accumulent de préférence dans les parties à grains fins → pas accessibles par advection ou que de manière très limitée.
- Les HCC sont liés en forte proportion à des matériaux adsorbants (matière org., minéraux argileux, composants de l'humus, oxydes + hydroxydes de fer et de manganèse).
La désorption s'effectue par déplacement d'équilibre et est très lente.
- La dégradation biologique des HCC n'est possible que dans des milieux particuliers.

Bases théoriques

Extraction théorique des HCC



Graviers homogènes



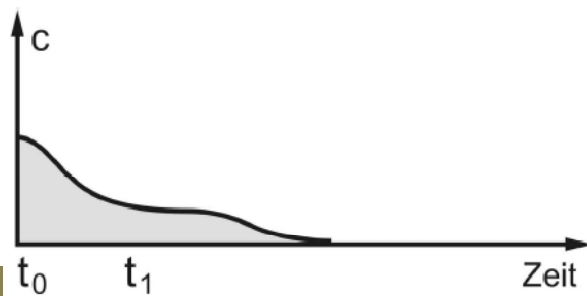
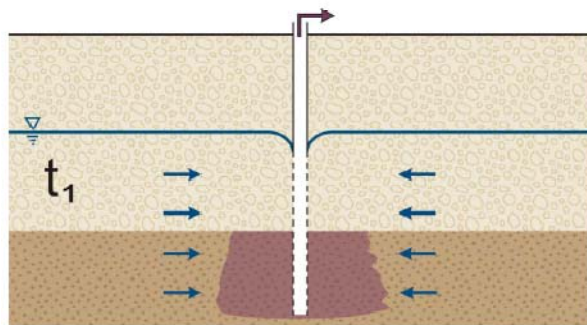
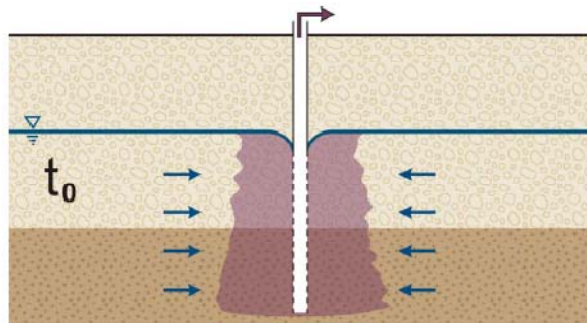
Source: LUBW, 2010 (Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg)

Bases théoriques

Extraction théorique des HCC



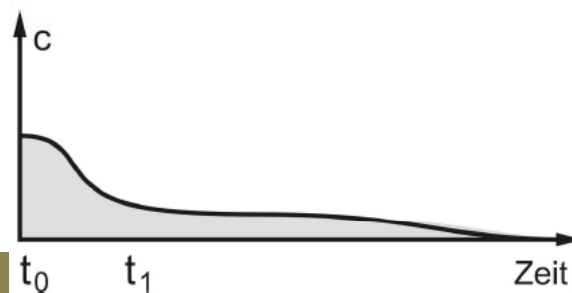
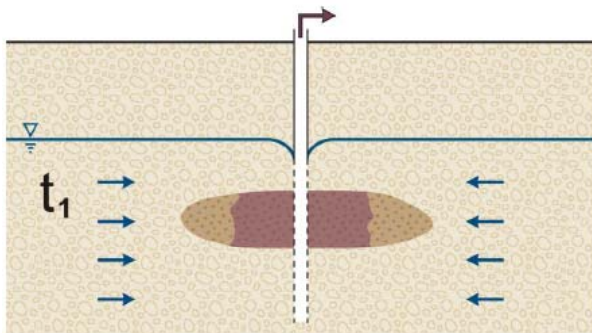
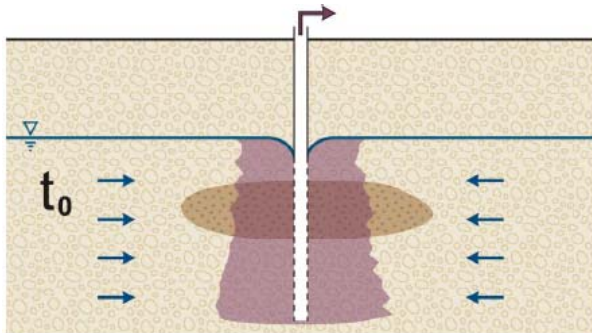
Graviers et sable en couches



Source: LUBW, 2010 (Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg)

Bases théoriques

Extraction théorique des HCC

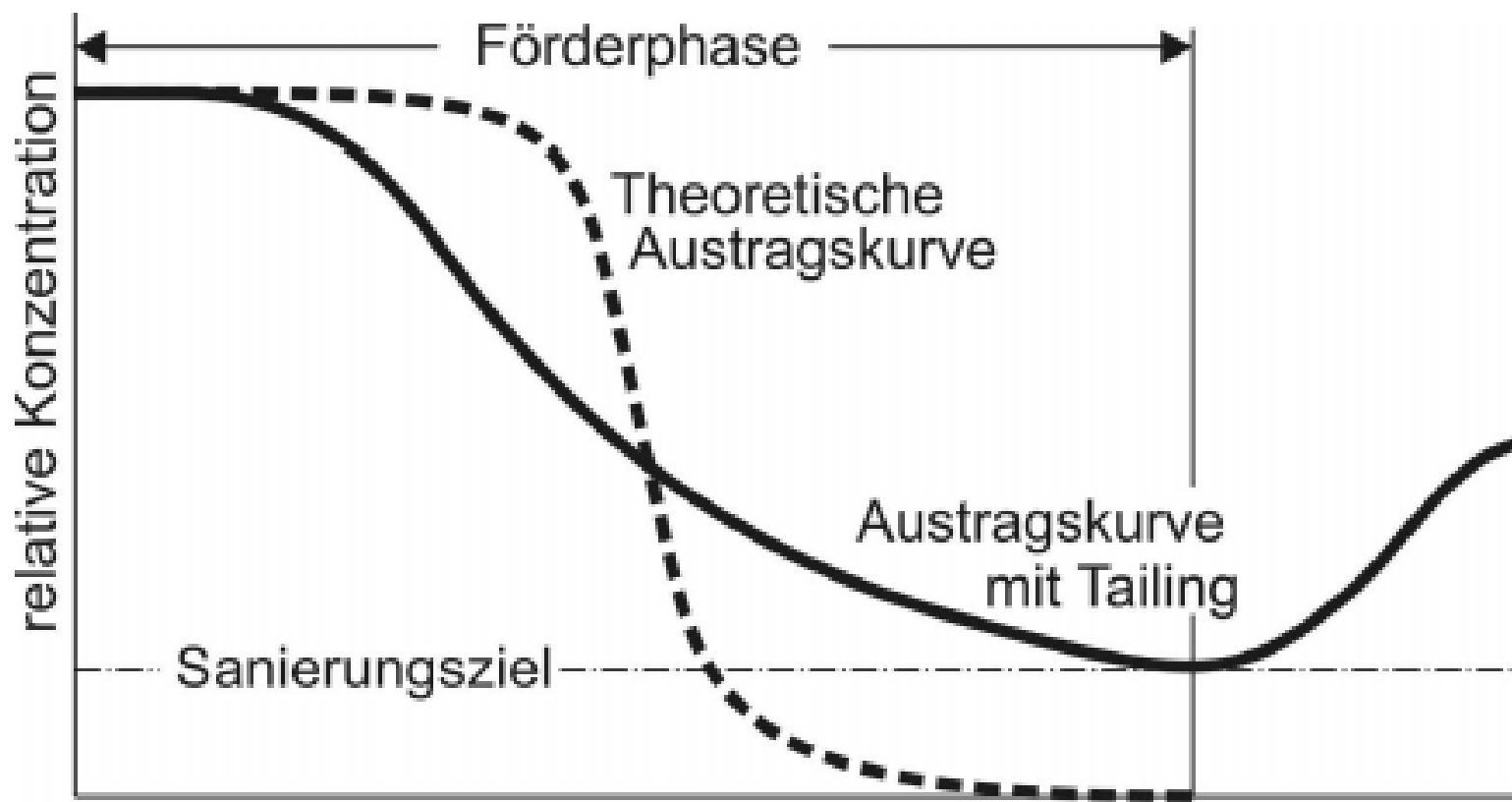


Graviers + agrégats de silt/sable fin

Source: LUBW, 2010 (Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg)

Bases théoriques

Courbe d'extraction théorique avec l'effet de queue et l'effet rebond



Source: LUBW, 2010 (Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg)

Conditions-cadre



- Connaissance précise des conditions hydrogéologiques (**investigation innovatrice**)
- Modélisation de la pollution
- Propriétés physico-chimiques de l'eau souterraine (précipités: dureté, teneurs en fer et en manganèse)
- Propriétés géotechniques du sous-sol (sensibilité à l'affaissement)

Investigation innovatrice

Méthodes « direct-push »

Exemple: nettoyage chimique

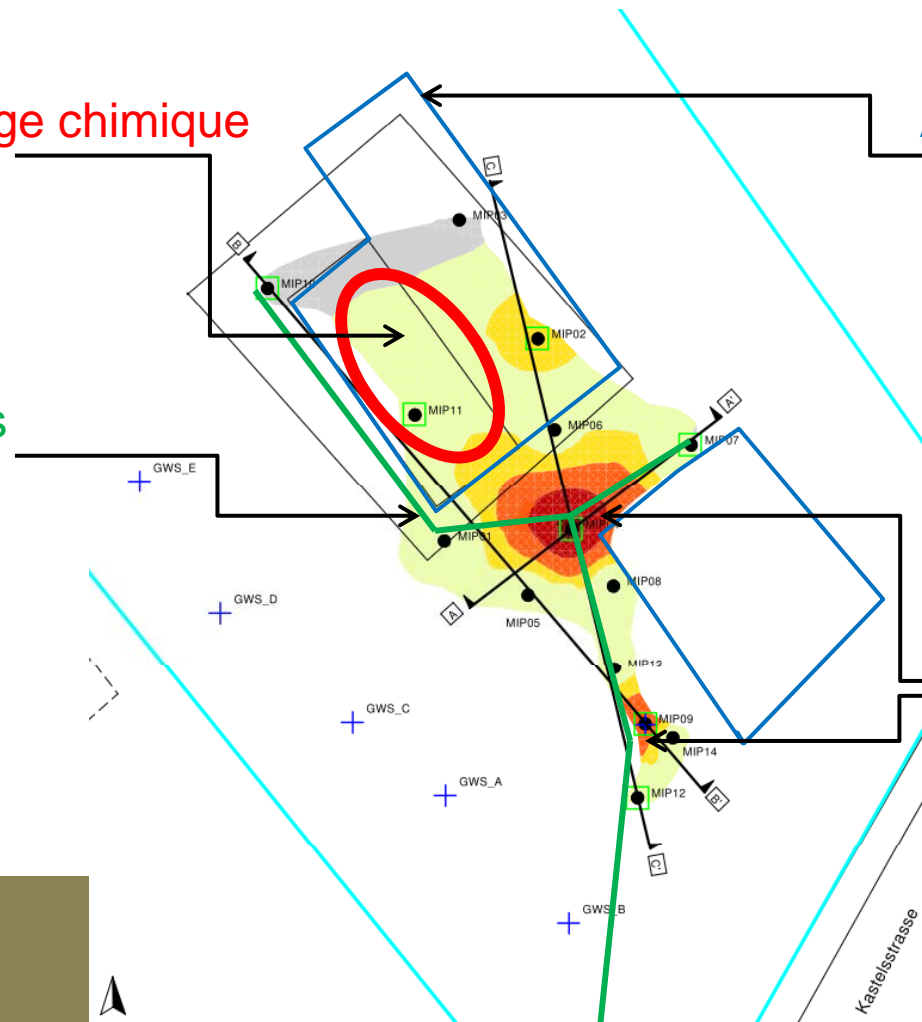


Ancien nettoyage chimique

Ancien bâtiment

Canalisations

Regards canalisations
Foyers de pollution

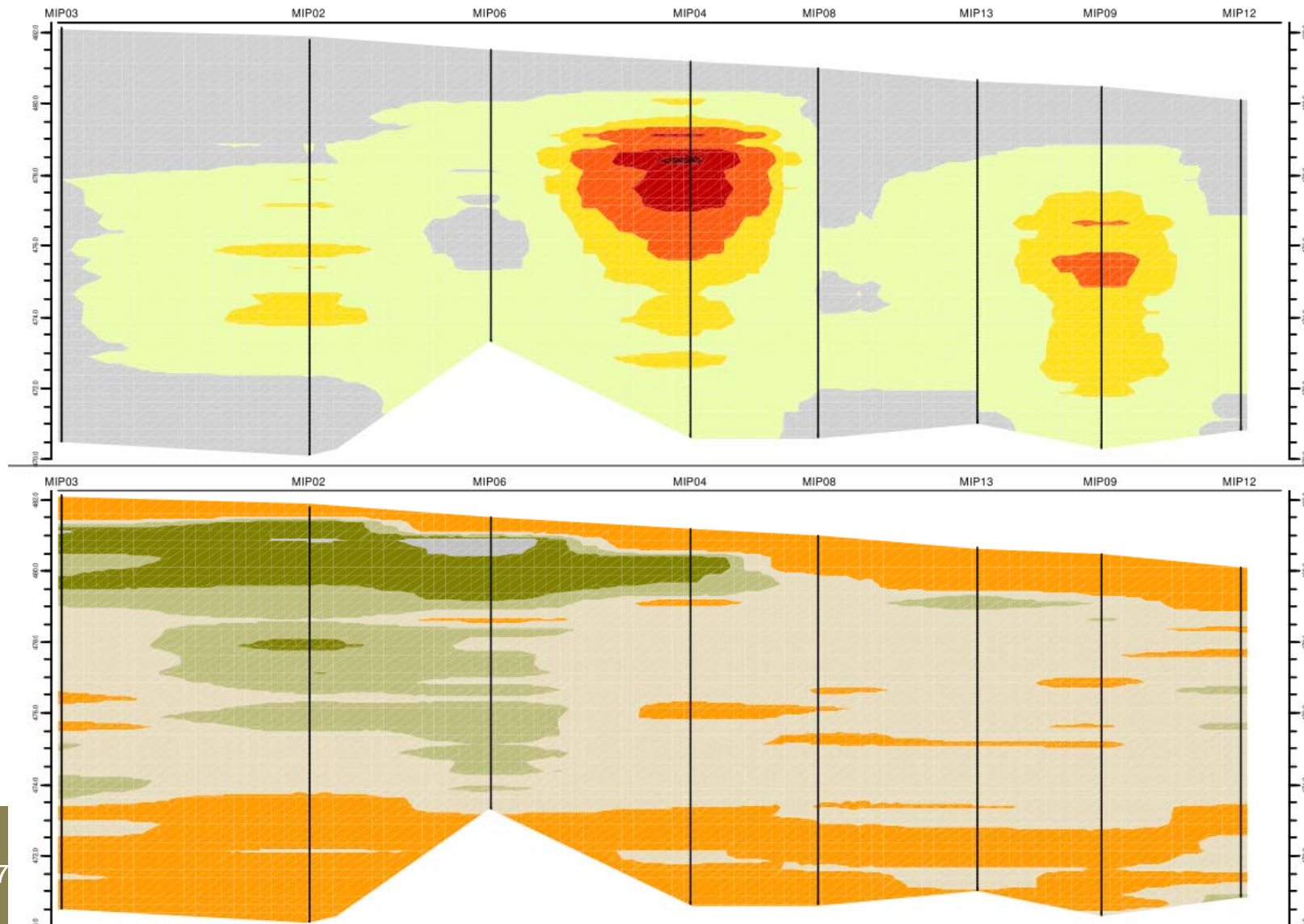


17 mars 2011

12

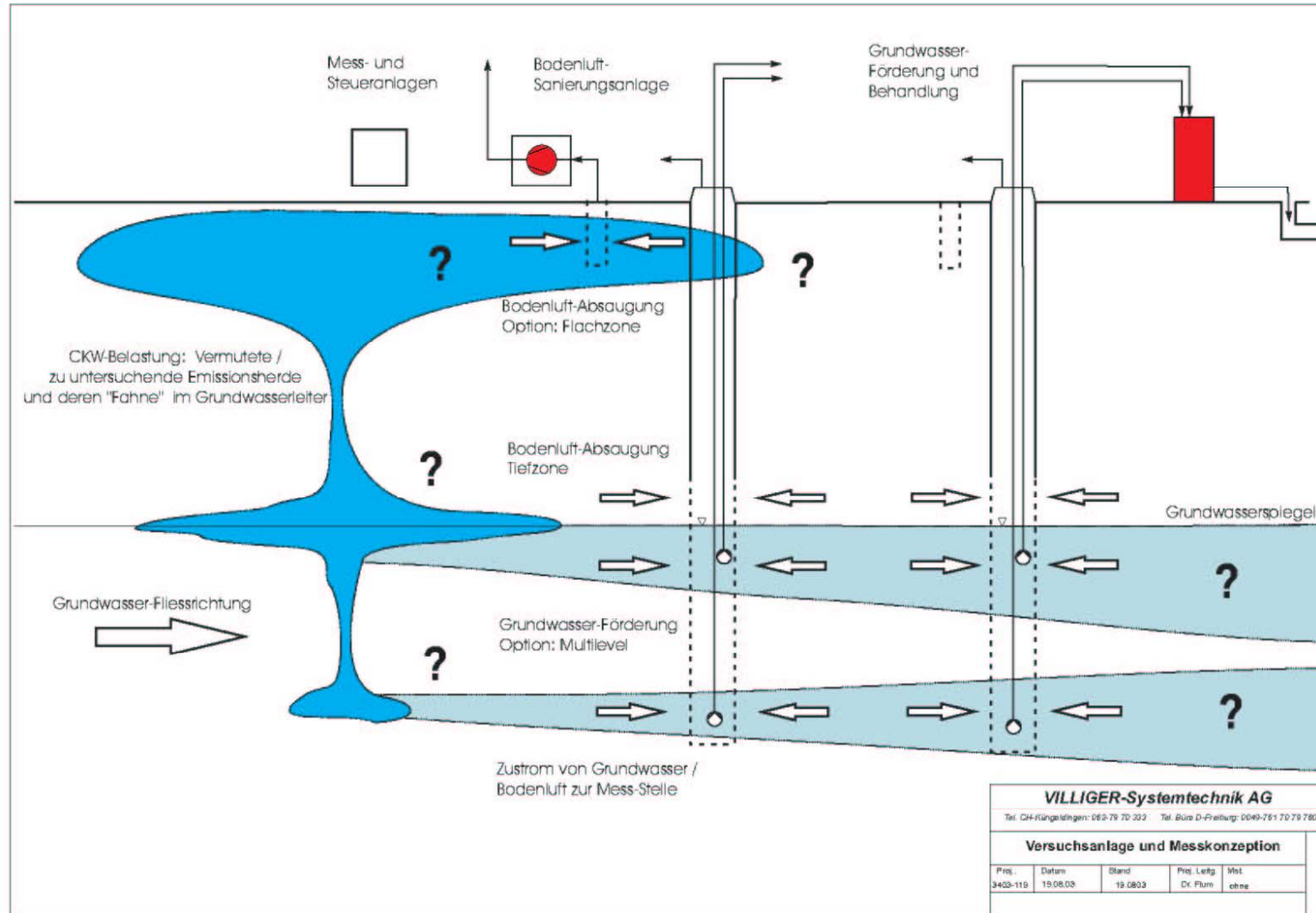
Investigation innovatrice

Méthodes « direct-push »: exemple nettoyage chimique



Tests préliminaires

Test multiniveau pour l'air interstitiel et la nappe phréatique



Tests préliminaires

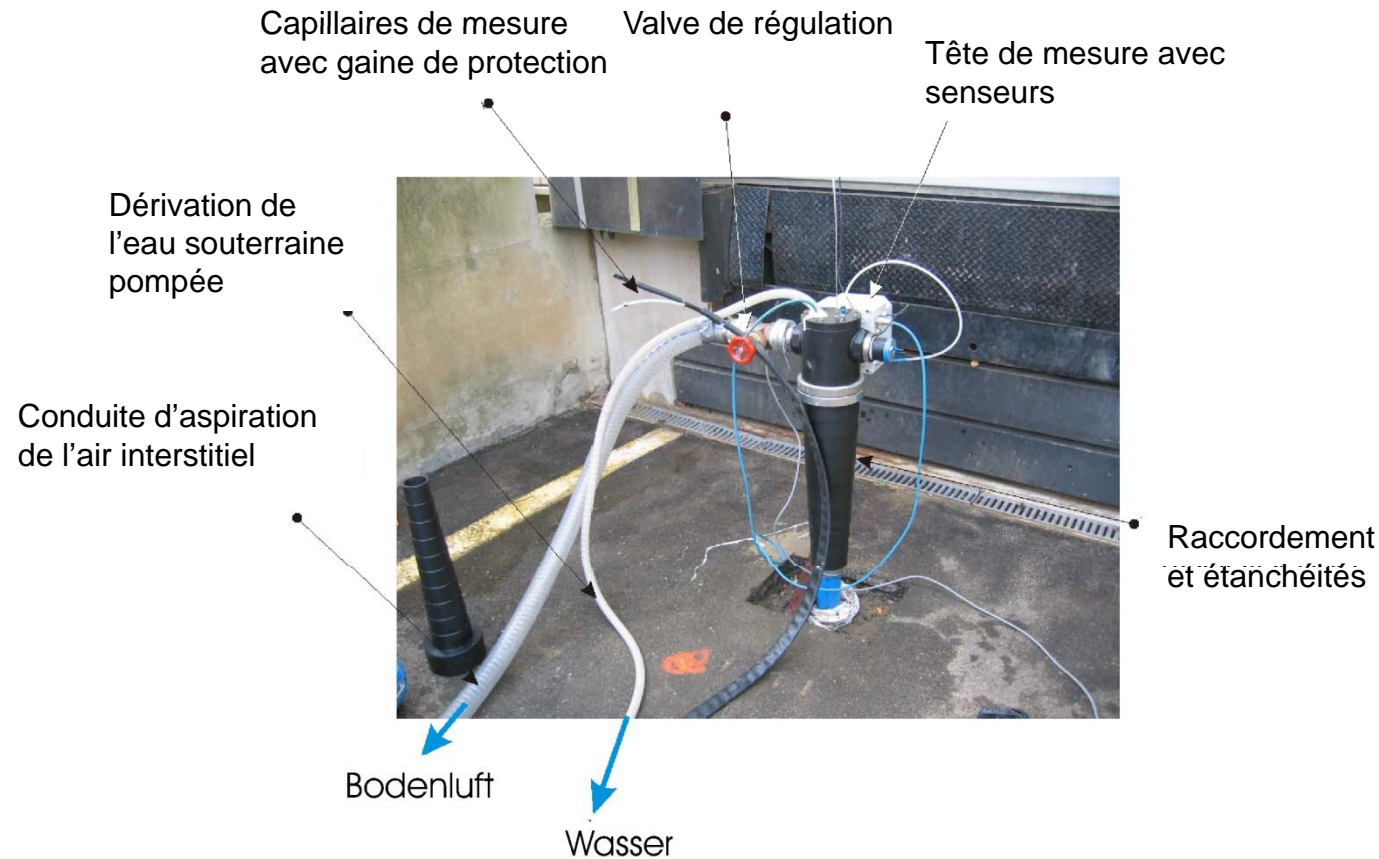
Test multiniveau pour l'air interstitiel et la nappe phréatique



Station de mesure mobile, CG inclus

Tests préliminaires

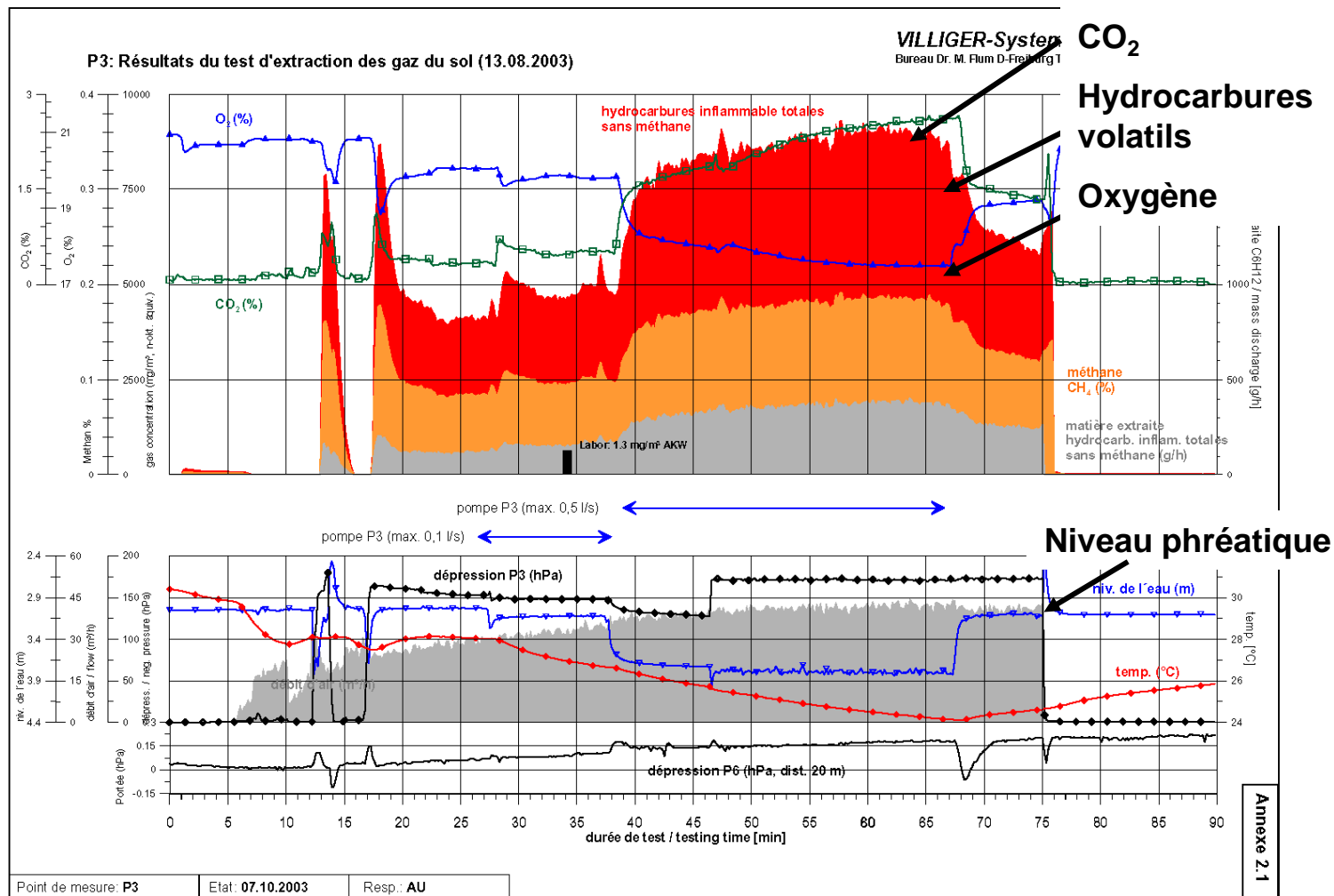
Test multiniveau pour l'air du sol et la nappe phréatique



Tête de puits pour des tests de pompage combinés eau-gaz

Tests préliminaires

Test multiniveau pour l'air interstitiel et la nappe phréatique



Epuration de l'eau souterraine



Standard

- Adsorption sur charbon actif
- Désorption (stripping)
- Oxydation chimique (avec/sans UV)
- Bioréacteur

Pré-traitement

- Sédimentation
- Séparation des phases
- Filtre de sable pour l'élimination du fer et du manganèse

Post-traitement

- Epuration de l'air rejeté par stripping (charbon actif / ox. cat.)
- Traitement des boues dans des bioréacteurs

Epuration de l'eau souterraine



Pompage concentré à partir du foyer de pollution, petite installation
env. $1 \text{ m}^3/\text{h} = 17 \text{ l/min}$



Traitement à plusieurs étages de l'eau souterraine avec épuration catalytique de l'air rejeté
env. $3 \times 15 \text{ m}^3/\text{h} = 3 \times 250 \text{ l/min}$

Conditions de réussite

Prévention à la source (zone insaturée)

- Mesures pneumatiques
- Excavation

Supervision attentive de l'assainissement

Combinaisons / Compléments dans la phase 2 de l'assainissement

Objectif: augmenter le taux d'extraction des HCC resp. la dégradation biologique/chimique des HCC

- Air sparging
- Procédés biologiques in situ (injection de mélasse, lactate, ...)
- Oxydation chimique in situ (ISCO)
- Rinçage à l'alcool ou rinçage avec une microémulsion
- Infiltration de tensio-actifs
- Nano-fer



Avantages de P&T



- Grande expérience pratique
- Nombreux fournisseurs d'installations
- Procédés sûrs – peu de risques
- Flexible et évolutif
- Bonne possibilité d'optimisation de la technique d'épuration dans un système modulaire (p.ex. remplacement ox. cat. par installation CA)
- Les variations de direction d'écoulement de la NP ne sont pas limitatives.
- Peu de mesures constructives à prendre sur place
- Coûts d'investissement relativement faibles
(mais frais d'exploitation élevés pour de longues durées)

MAIS:

Prendre en compte les conditions de réussite (prévention à la source et compléments dans la phase 2 de l'assainissement)

Limites / Sources d'erreur



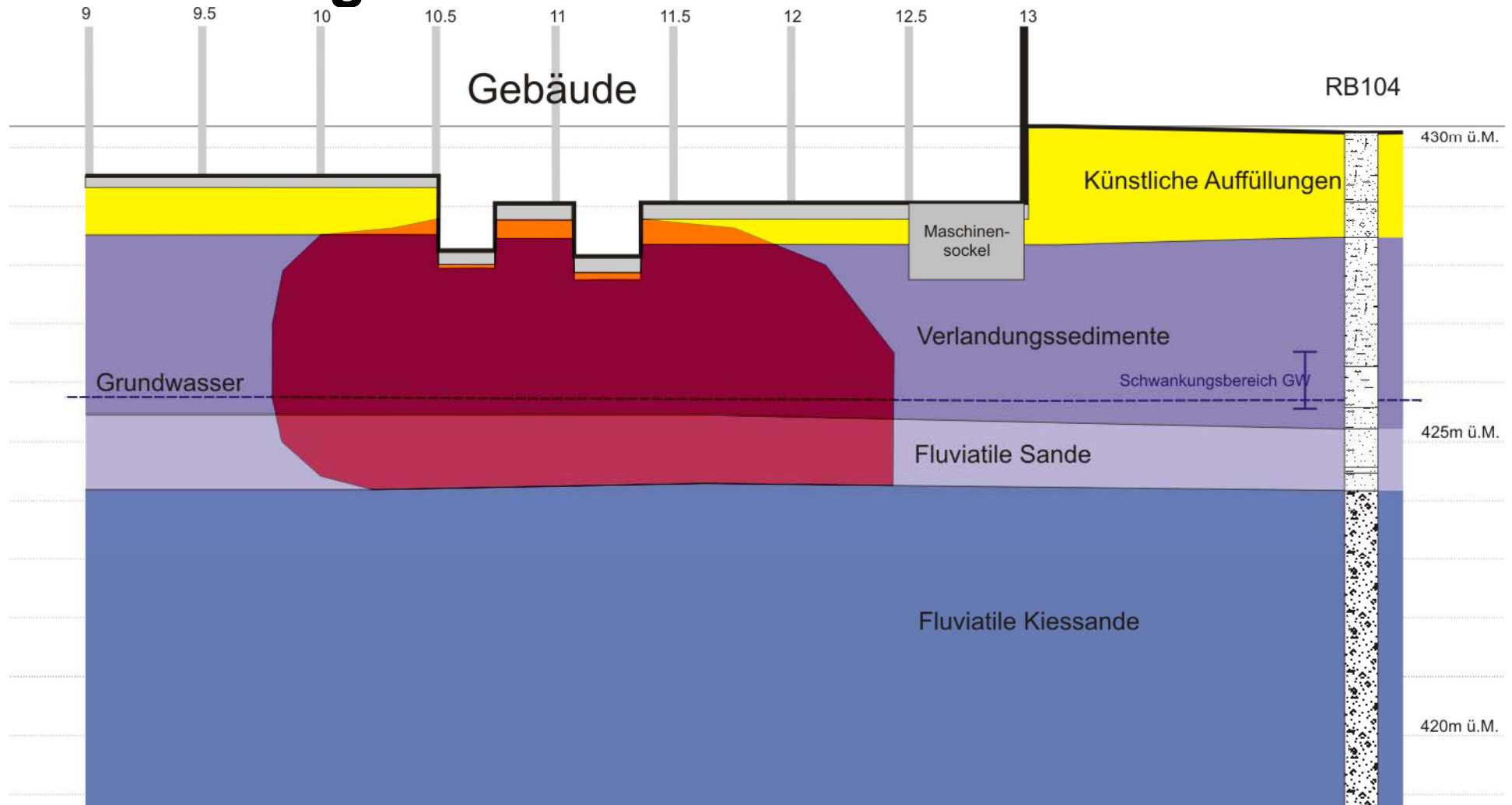
- Perméabilité des aquifères
(selon la littérature, en général $> 5 \cdot 10^{-5}$ m/s)
- Positionnement non optimal du puits de pompage par rapport au foyer de pollution
- La capacité d'absorption de l'eau à l'égard des polluants diminue lorsque le débit de pompage augmente
- Dilution durant le pompage
- Retard
- Le cône de rabattement du foyer de pollution n'est pas traversé par la NP → combinaison avec aspiration BOLU
- Diffusion des HCC à partir d'une couche argileuse (rebond)
- Affaissements et dommages éventuels aux bâtiments lorsque les conditions du sous-sol sont défavorables

Exemple pratique

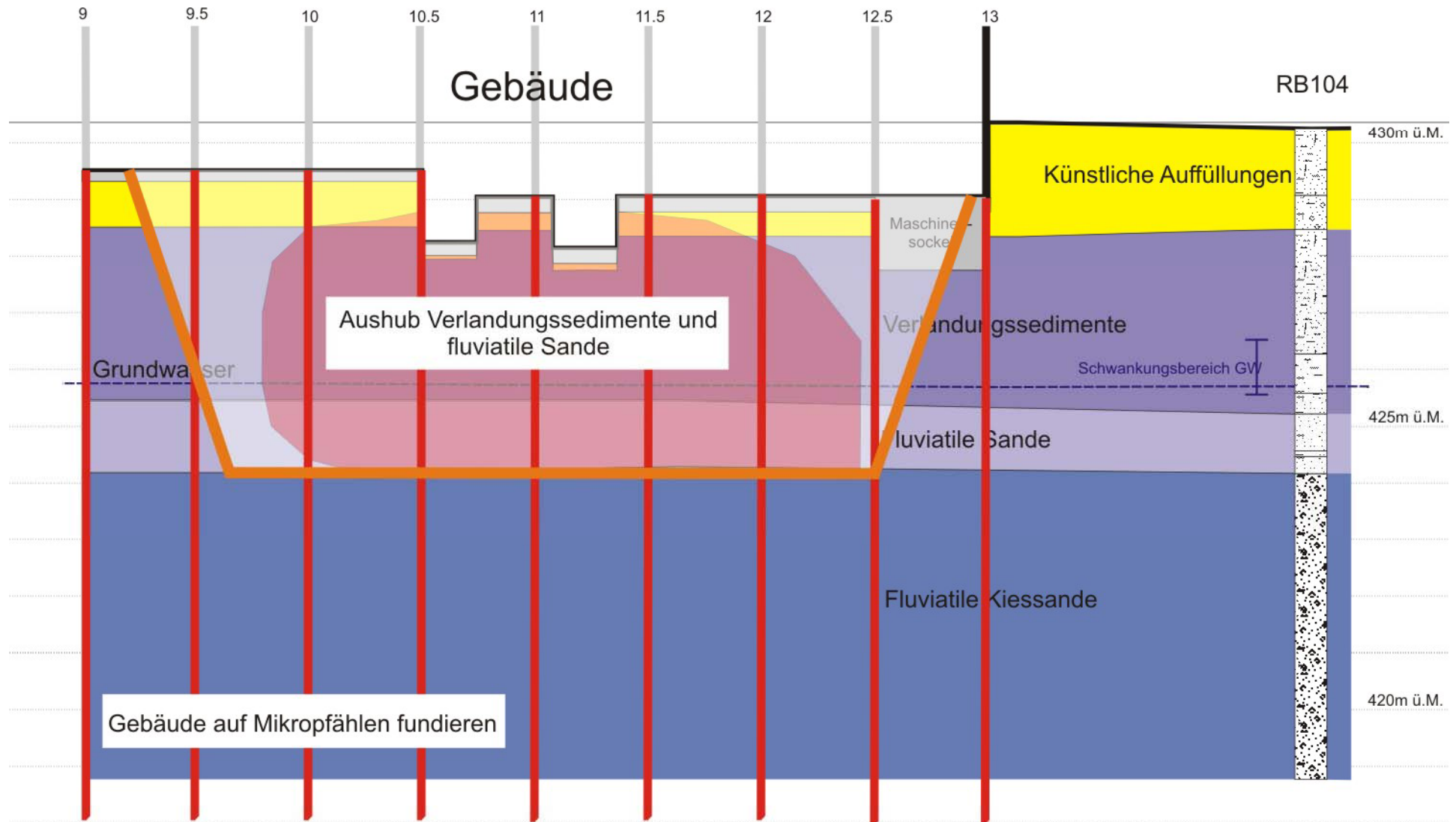


- Différentes couches du sous-sol situées sous un bassin galvanique sont polluées par des HCC.
- Nappe arthésienne
- Le bâtiment doit rester en place.

Dommages dus aux HCC



Prévention à la source



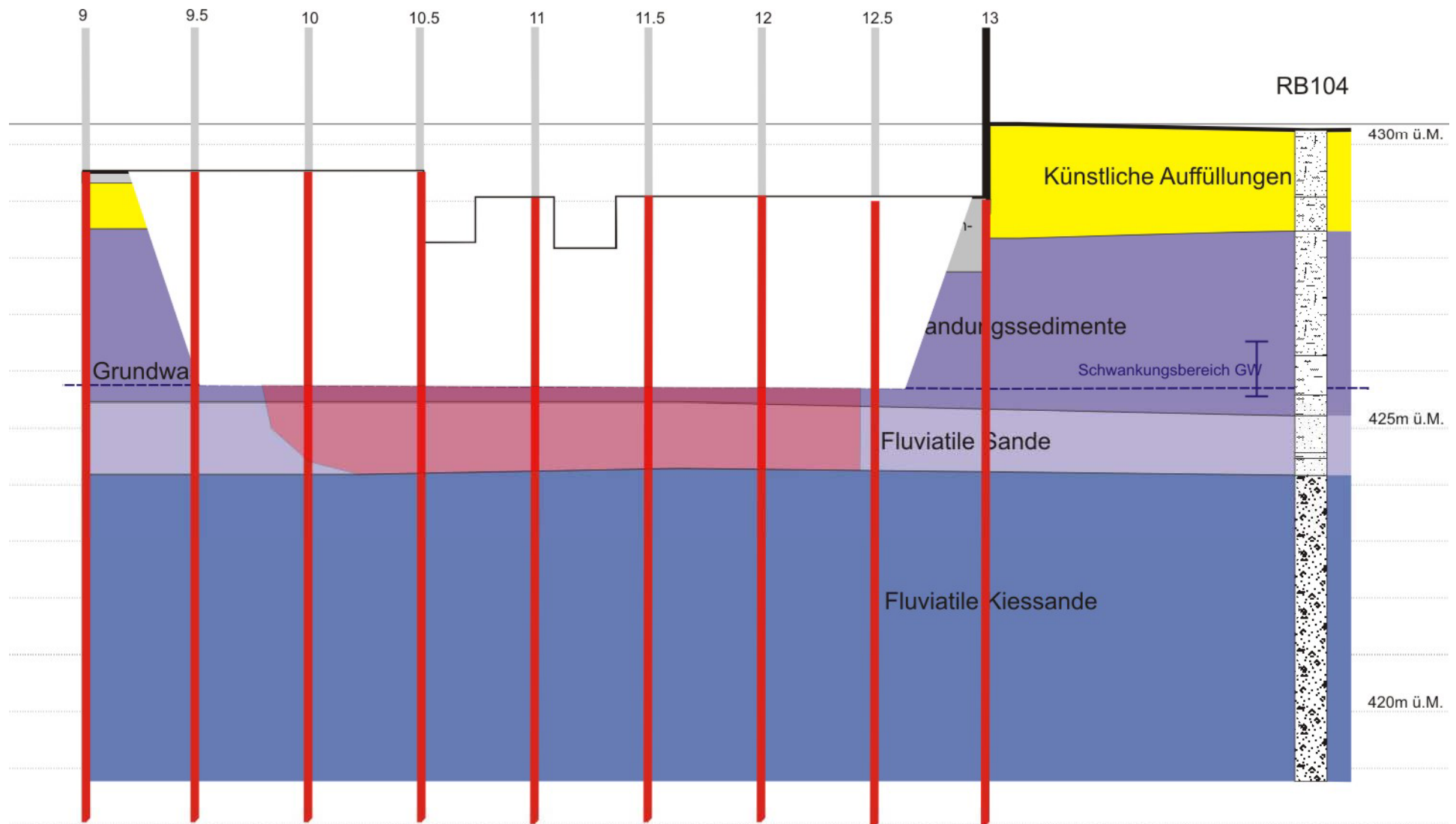
P&T: Modèle des courants

- 3 puits de pompage
- 2 puits de restitution

Assainissement – Excavation sous un bâtiment



Excavation uniquement jusqu'à la NP



Critères pour interrompre l'assainissement en particulier pour des cas de pollution HCC

Jusqu'à présent que par le biais des concentrations
(valeurs visées par l'assainissement)

Demande aux autorités:
permettre aussi par le biais des charges (évaluation de la
charge polluante) et définir les critères correspondants

Estimation de l'efficacité et des risques des procédés d'assainissement in situ concernant les HCC

Résumé très simplifié sans prise en compte de l'hydrogéologie	Nature du problème (exemple modèle)			
	Concentration minimale	Une source de taille précisément connue, sans aggrégation de phase	Deux sources dont une n'est pas connue	Source avec aggrégation de phase inconnue
	P&T dans le foyer	++	++	++
	P&T en aval du foyer	+-	+-	+-
	Airsparging et soilventing (confinement à l'aval du site non assuré)	++	-	--
	Airsparging et soilventing (confinement à l'aval du site assuré)	++	++	+-
ISCO	+-	++	-	-

++	Bien adapté, risque de propagation minimale
+-	Souvent moins efficace que prévu
-	Effet souvent insuffisant ou risque de propagation
--	Grand potentiel de risque de propagation/dilution