

Tests d'outils innovants pour la caractérisation haute résolution des sites pollués : flux et concentrations (projet HRSC)

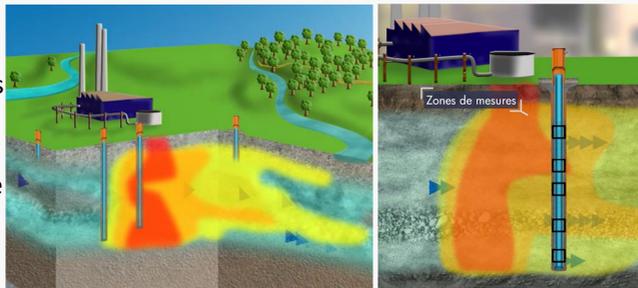
Valérie GUERIN¹, Olivier ATTEIA², Geoffrey BOISSARD¹, Jean-Marie CÔME³, Vincent HUBER³ et Julien MICHEL⁴

Contexte

Nécessité d'une caractérisation fine

Fortes hétérogénéités géologiques, hydrogéologiques et/ou de pollutions (notamment des DNAPL ou LNAPL) :

- Besoin de schémas conceptuels de fonctionnement précis
- Bonne gestion du site



Réponses techniques

La norme X31-615 (2017) introduit l'utilisation des prélèvements multiniveaux pour la caractérisation des eaux souterraines et recommande la caractérisation hydrodynamique (micro-moulinet).

Des outils ont été développés récemment par des équipes françaises et européennes.

On constate une sous utilisation de ces outils par manque d'appropriation des acteurs du secteur.

Organisation d'un atelier pour tester différents outils de caractérisation détaillée des eaux souterraines tant pour la caractérisation hydrodynamique que chimique

Matériel et méthodes

5 outils de caractérisation hydrodynamique

Vitesse de Darcy

Direct Velocity Tool (DVT)

Mesure de la dilution d'une solution injectée suivant plusieurs angles
→ Passif
Ø forage 60-100 mm
Prof_{max} : 20 m

Colloidal Borescope (CB)

Mesure du mouvement de particules de taille inférieure à 10 µm
→ Actif
Ø forage : >52 mm
Prof_{max} : 1000 m

Echantillonneur passif de flux (iFlux)

Mesure de la disparition d'un traceur présent dans une cartouche
→ Passif
Ø forage : sur mesure
Prof_{max} : infinie

Conductivité hydraulique

Hydraulic Profiling Tool (HPT) Geoprobe®

Outil Direct Push Technology
Estimation semi-quantitative (évaluation de la capacité d'infiltration de l'eau dans l'aquifère)
Mesure en temps réel
Mesure en continu (dZ = 1,5 cm)
Prof_{max} : selon géologie et machine

Flux verticaux

Heat Pulse FlowMeter (HPF)

Mesure de la vitesse de dissipation d'un pulse de chaleur
→ Passif
Ø forage : > 52 mm
Prof_{max} : infinie

7 outils de caractérisation chimique

GINGER Multi-Level System (G-MLS)

Préleveur passif multi-niveaux (cellules de prélèvement et obturateurs)
→ méthode passive
Ø forage : 42 mm
Prof_{max} : infinie
Durée prélèvement : >1 j

Pompes entre obturateurs

Préleveur Ciblé (PC)

Pompe Poséidon
→ Actif
Ø forage : 50 à 120 mm
Prof_{max} : 50 m
Débit : 0,4-1,7 L/min

Pompe entre deux Packers (PeP)

Pompe immergée entre 2 packers
→ Actif
Ø forage : > 50 mm
Prof_{max} : ≈20 m
Débit : 2-4 L/min

Pompe faible débit (PLM)

Pompe Pneumatique
→ Actif
Ø forage : > 48-127 mm
Prof_{max} : 46 m
Débit : 0,12-0,3 L/min

Pompe

Pompe immergée → Actif
Ø forage : > 55 mm
Prof_{max} : environ 55 m
Débit : 2-4 L/min
Distance minimale entre packers : 20 cm

iFlux

Mesure de la sorption sur une cartouche spécifique aux polluants recherchés
→ Passif
Durée d'exposition : fonction de la vitesse d'écoulement et des concentrations

Préleveur pneumatique sous pression (PPSP)

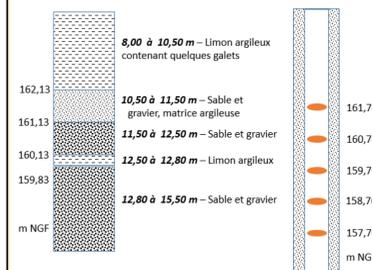
Remplissage par différence de pression → Passif
Ø forage : 50-150 mm
Prof_{max} = 150 m
Prélèvement instantané

2 sites

Ancien site de dépôt de produits pétroliers
Phase LNAPL mobile
« flottante » persistante en amont.

Caractéristiques du forage utilisé

Profondeur	Ø	Hauteur d'eau
16,21 m	69 mm	5,05 m



Selon les outils, les mesures ont été réalisées à 1, 3 ou 5 profondeurs

BTEX 5 composés

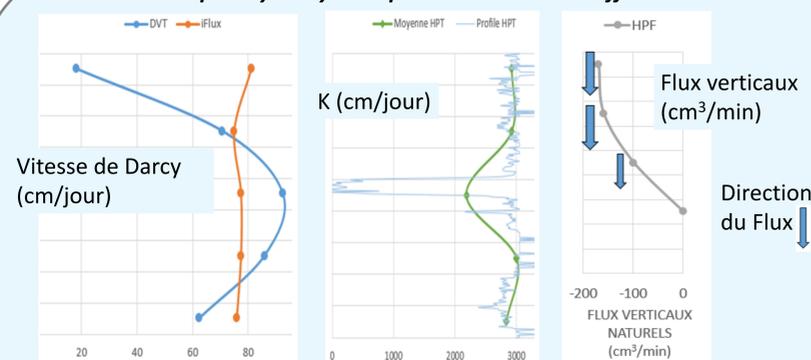
Site industriel
Pollution par des COHV.

Les mesures ont été réalisées à 4 profondeurs

COHV 16 composés

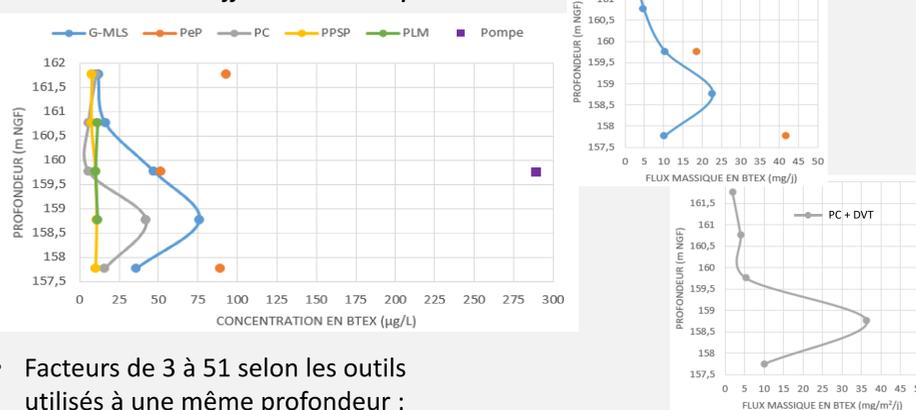
Premiers résultats

Caractéristiques hydrodynamiques obtenues avec différents outils



- Conductivité hydraulique estimée à $3 \cdot 10^{-4}$ m/s avec un passage moins perméable, entre 12,6 et 12,9 m de profondeur, estimé à $2 \cdot 10^{-5}$ m/s – HPT;
- Au repos, flux ascendant dans le forage = homogénéisation des concentrations ; zone productive vers 12,3 m - Heat Pulse FlowMeter
- Vitesses de Darcy du même ordre de grandeur (60 et 90 cm/jour) sur la plupart des points - DVT et iFlux.

Concentrations en BTEX et Flux massiques de BTEX obtenus avec différents outils de prélèvement



- Facteurs de 3 à 51 selon les outils utilisés à une même profondeur ;
- Hétérogénéité verticale mise en évidence par certains outils ;
- Ratio de 20 pour les débits utilisés et ratio de 50 pour les volumes purgés, pour les différents prélèvements → Influence des débits et volumes purgés doit encore être investiguée.

Conclusions et perspectives :

Gradients verticaux importants et des différences significatives entre les différents outils mis en œuvre

Interprétation complémentaire nécessaire pour guider le choix des outils en fonction des objectifs recherchés

Fiches techniques pour chaque outil
Film illustrant leur mise en œuvre

Ce projet bénéficie :

Du financement de l'ADEME



De la contribution de iFlux et PLM-équipements

