



MINISTÈRE
DE LA TRANSITION
ÉCOLOGIQUE
ET SOLIDAIRE

Journée technique d'information et de retour d'expérience de la gestion des sites et sols pollués

Lundi 19 novembre 2018

Organisée par l'INERIS et le BRGM, en concertation
avec le Ministère de la Transition
Ecologique et Solidaire

Les échantillonneurs passifs de flux pour la mesure de la qualité des eaux souterraines

Julien MICHEL
INERIS



maîtriser le risque
pour un développement durable



Points abordés

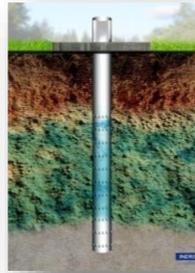
- **Contexte : le projet Passiflux**
- **Les échantillonneurs passifs de flux (EPF)**
 - Composition
 - Principe de fonctionnement
- **Investigations réalisées sur site atelier**
- **Résultats**
- **Perspectives**



Contexte

Gestion des eaux souterraines à l'heure actuelle

Concentrations **ponctuelles**, dans le temps et dans l'espace (technique conventionnelle)



- ➔ Installation de piézomètres
- ➔ Purge de l'ouvrage puis prélèvement

- ➔ **Bien connue / maîtrisée, facile à mettre en œuvre**
- ➔ **Mais** : long, volume d'eau de purge important à traiter, concentrations moyennes (pondérées par le flux)

Possibilité de prélèvements multi-niveaux

➔ **Echantillonneurs passifs**



Eaux souterraines : dispositifs permettant le prélèvement d'un échantillon d'eau souterraine à une profondeur / intervalle donné sans transport actif d'eau



Flux massiques de contaminants

Contexte – Projet Passiflux

Pourquoi les flux massiques de contaminants (g/j/m²) ?

- ➔ Meilleure caractérisation des **zones sources, voies de transfert, conditions aux limites**
- ➔ Evaluation des taux **d'atténuation naturelle**
- ➔ Meilleur choix/conception des techniques de **dépollution**

Verrous

- ➔ **Pas directement mesurés** : estimation échantillons moyens + vitesse de Darcy
- ➔ Incertitudes : non prise en compte des variations spatiales et temporelles

Le projet Passiflux, co financement ADEME (2015-2018)



Objectifs du projet Passiflux : fournir un **REX** sur les **EPF** concernant

- ➔ **Installation et retrait**
- ➔ **Evaluation des résultats** : concentrations et flux massiques de contaminants
- ➔ Echantillonnage **multi-niveau**

Collaboration avec le projet Chlorokarst (2014-2017) et VITO/Université d'Anvers

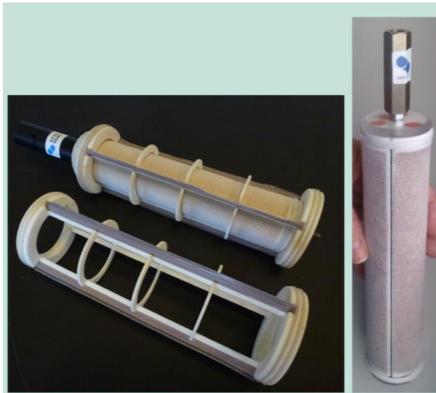
- ➔ CHYN (Centre d'Hydrogéologie et de Géothermie de Neuchâtel, P. Renard)
- ➔ 2 BE (eOde, H. Demougeot-Renard et MFR, A. Bapst)

Les échantillonneurs passifs de flux

Principe

- ➡ 1 cartouche, contenant 1 adsorbant + 1 traceur
- ➡ 3 types sur le marché

Flux sampler, Sorbisense



Uniquement pour Pz 2 pouces
Pas de multi-niveau possible

Projet Passiflux

Passive flux meter (PFM)



Adaptable à tout diamètre de Pz
Multi-niveau possible

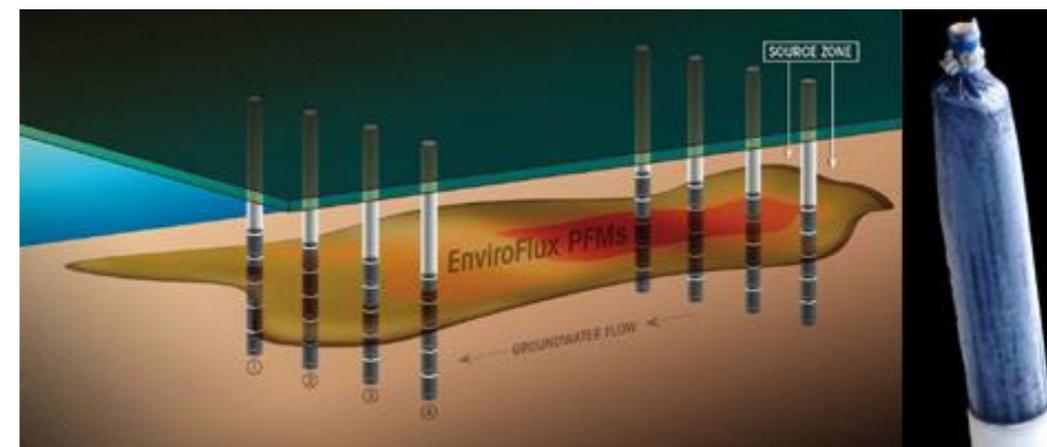
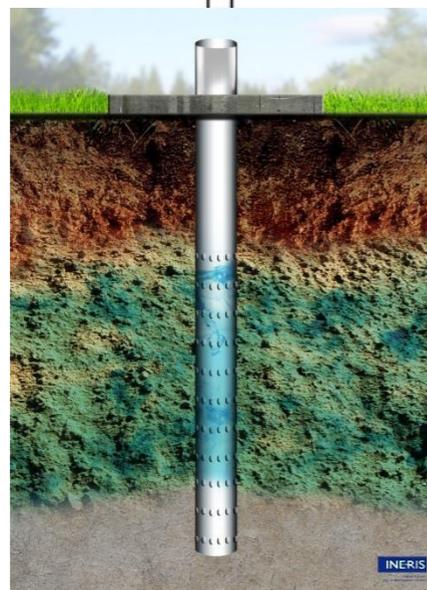
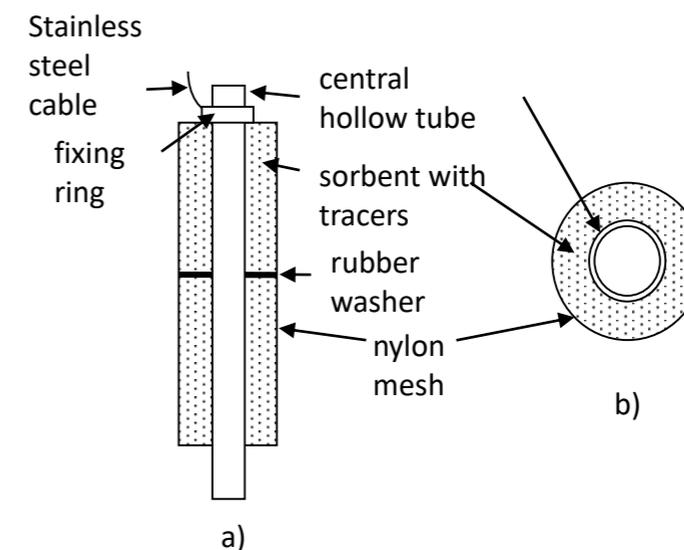
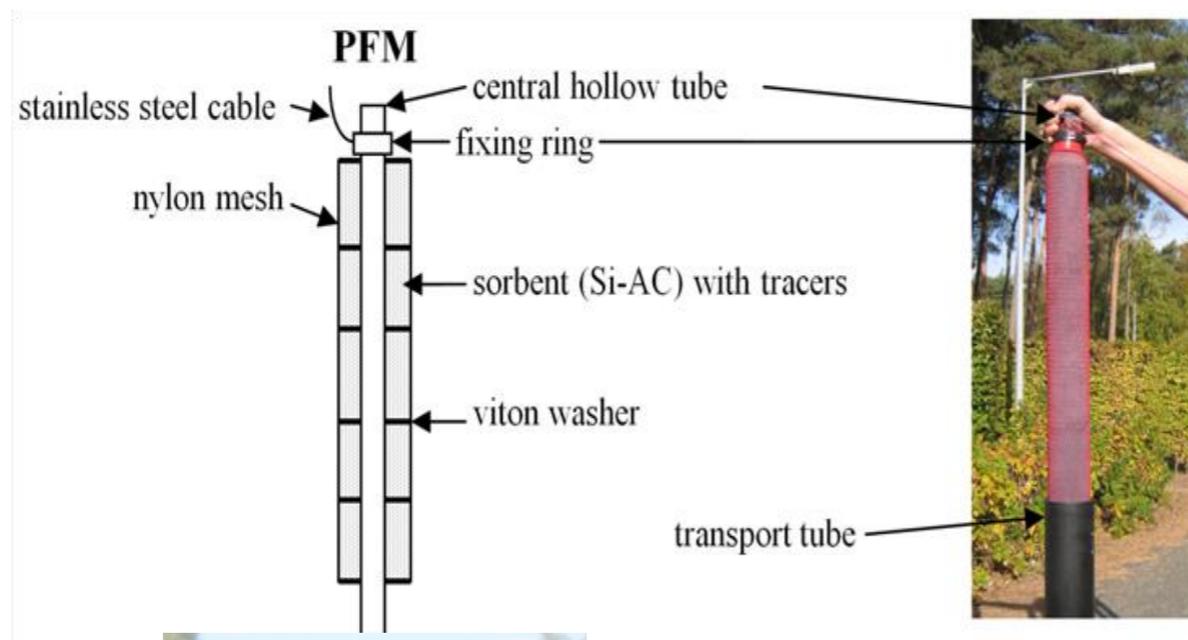
iFLUX sampler



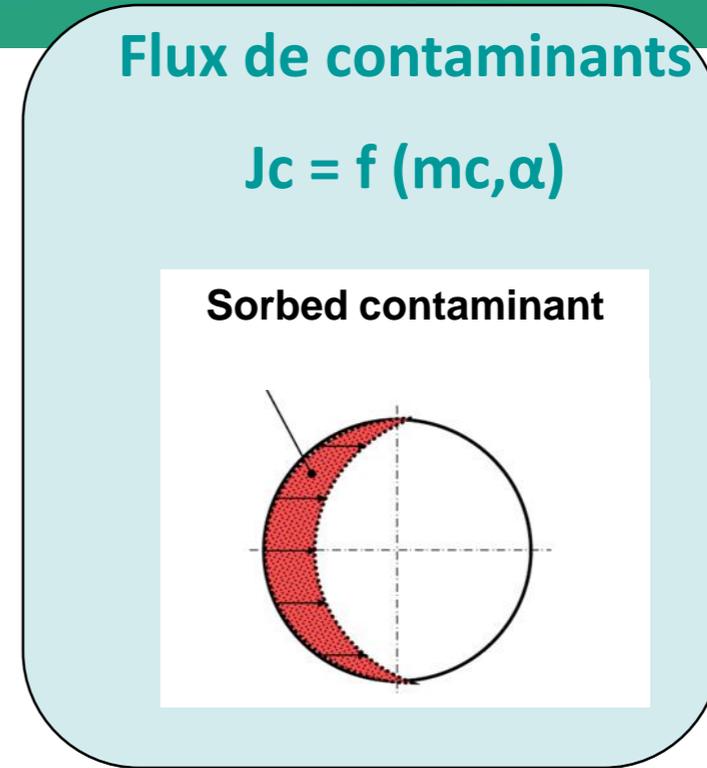
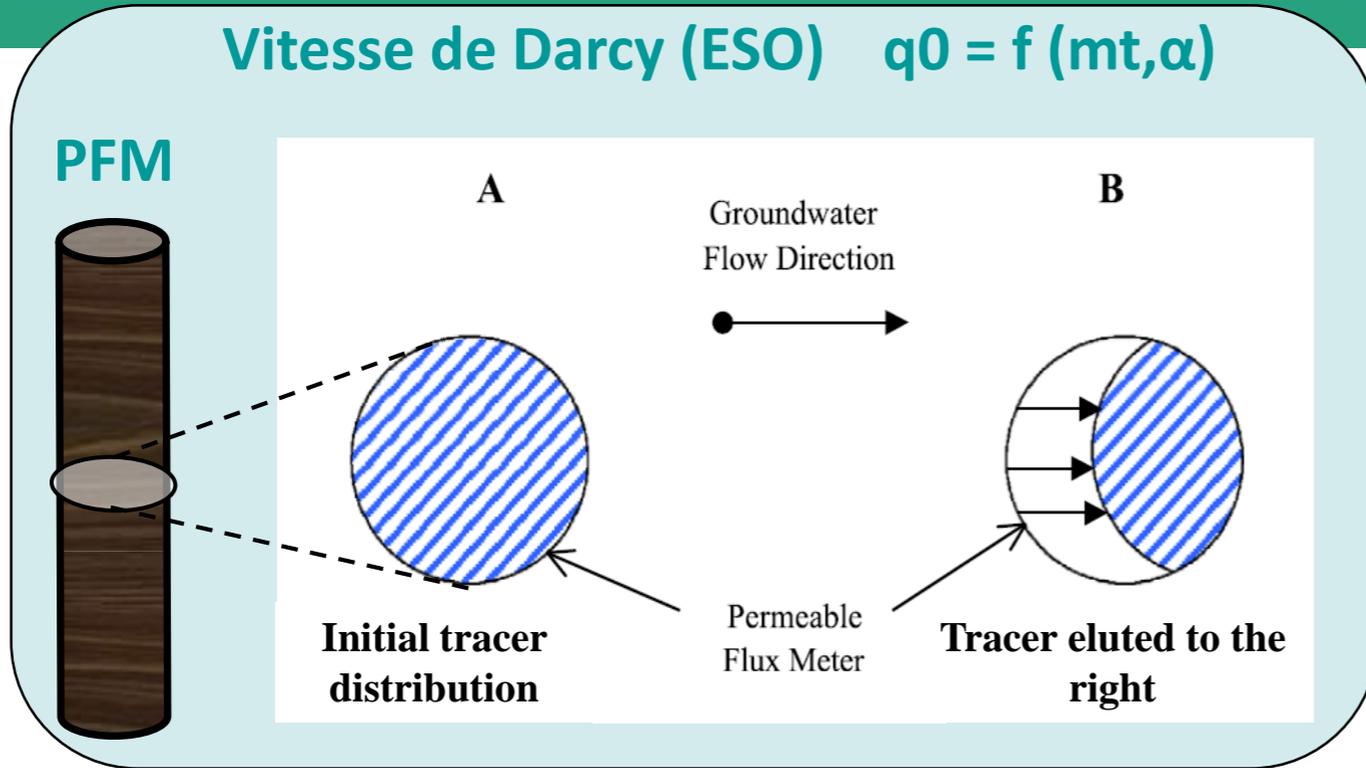
Evolution des PFM
Adaptable à tout diamètre de Pz
Multi-niveau possible

Composition d'un Passive Flux Meter (PFM)

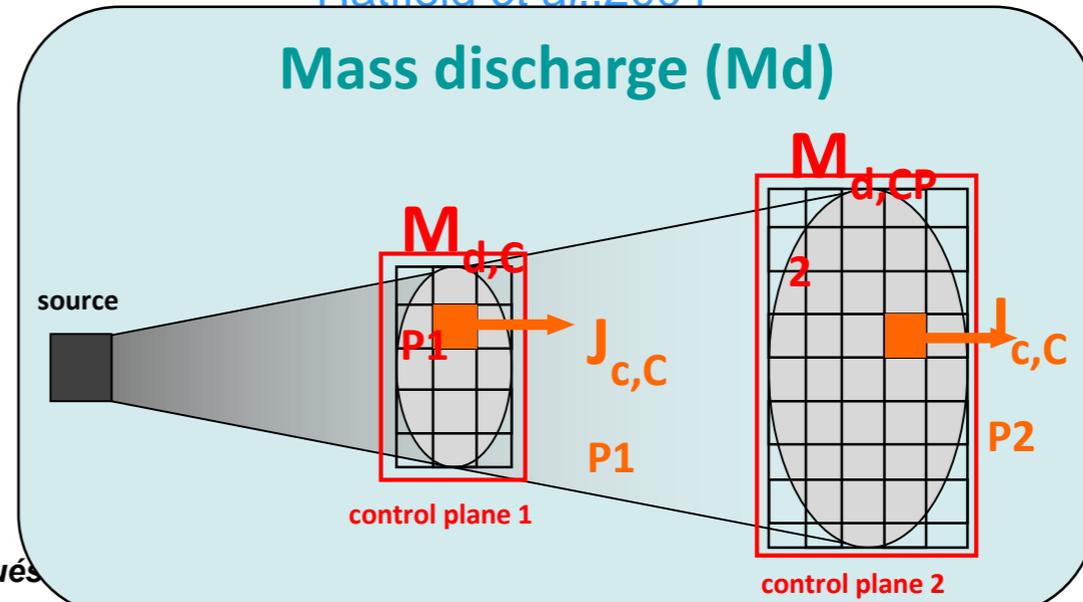
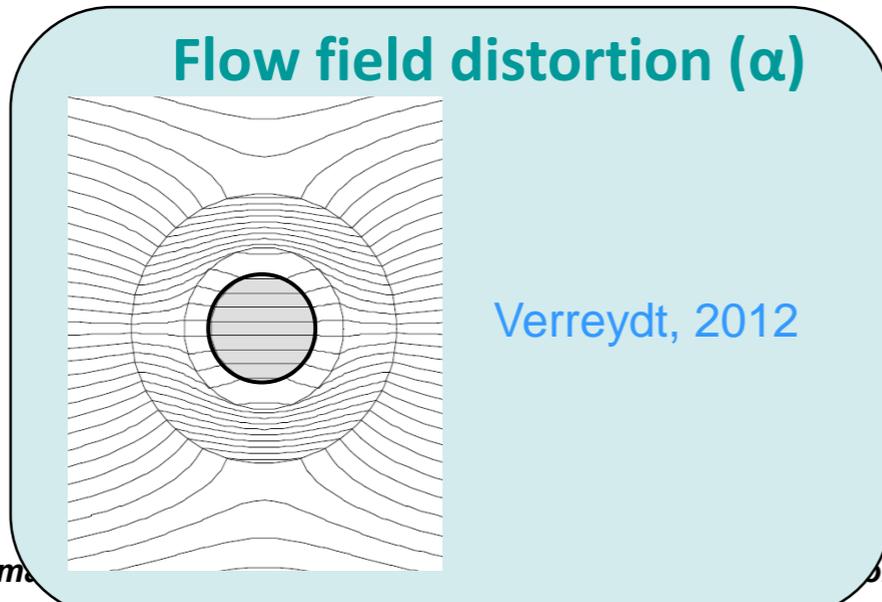
Passive flux meter



Principe de fonctionnement : calcul des flux



Hatfield et al. 2004



Investigations réalisées

2 sites ateliers

Site 1

- Ancienne décharge
- $[\text{COHV}]_{\text{ESO}}$: 10 – 100 $\mu\text{g/L}$ (principalement PCE)
- 6 piézomètres sélectionnés (SC7 – SC12)
- Evaluation EPF « gamme basse »



Site 2

- Ancienne horlogerie
- $[\text{COHV}]_{\text{ESO}}$: 0,01 – 100 mg/L
- 2 piézomètres sélectionnés (SP14 – SP15)
- Evaluation EPF « gamme haute »



Investigations réalisées

3 étapes

➡ Mesure des **flux verticaux naturels** et des **contributions des horizons en pompage** :
flowmètre

➡ **Exposition** des PFM : site 1

- ✓ 3 campagnes, en multi-niveau (2 et 3 mois)
- ✓ Prélèvement conventionnel avant et après exposition



➡ **Exposition** des iFLUX samplers : site 2

- ✓ 1 campagne, en multi-niveau (1 mois)
- ✓ Prélèvement conventionnel avant et après exposition



➡ Interprétation des résultats

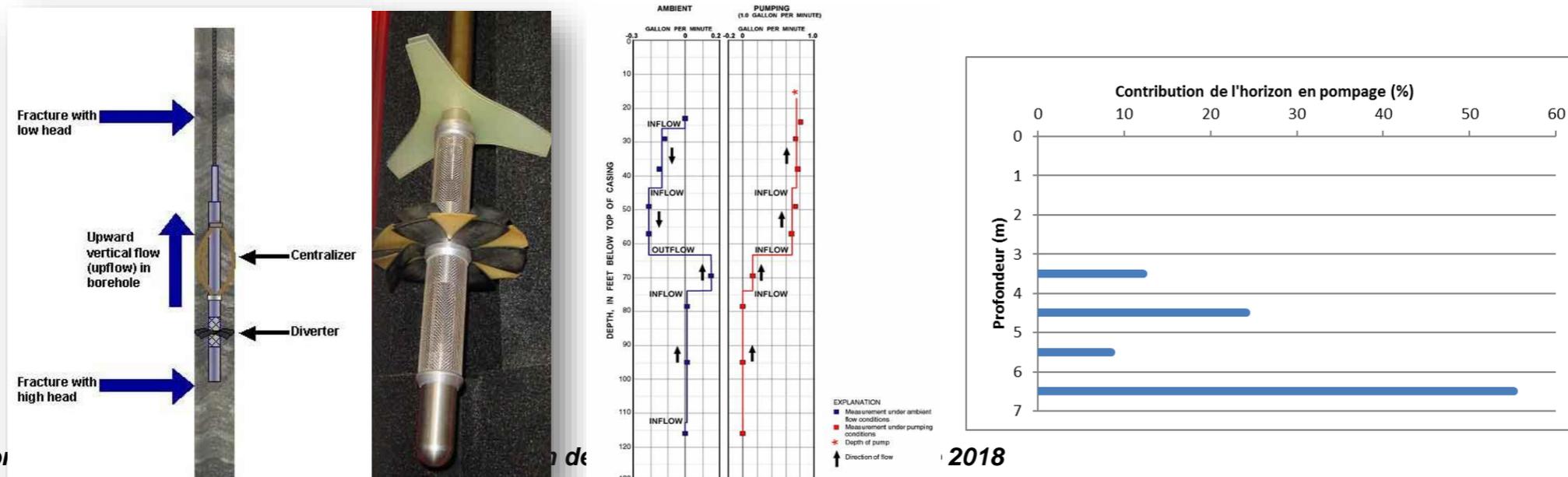
- ✓ Evaluation cohérence des concentrations : PFM / prélèvement conventionnel
- ✓ A la lumière des contributions des horizons en pompage

Mesures au flowmètre

➔ Avant toute installation d'échantillonneurs passifs

Flux verticaux naturels et contributions des horizons en pompage : heat pulse flowmeter

- ➔ Flux verticaux naturels
 - ➔ Homogénéisation des concentrations au sein de l'ouvrage : possibilité de multi-niveaux ? PFM et iFLUX samplers : bloquent les flux verticaux naturels
- ➔ Contribution des horizons en pompage
 - ➔ Interprétation des résultats / prélèvement conventionnel (concentration moyenne sur l'intervalle crépiné)



Interprétation des résultats

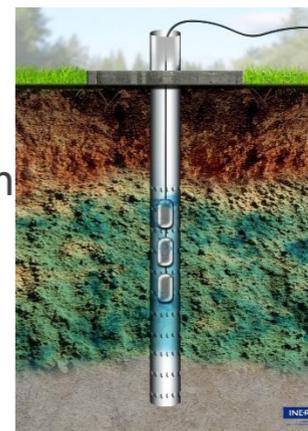
Prélèvement conventionnel

- ➔ Echantillon moyen



Exposition PFM

- ➔ Concentration à une profondeur donnée



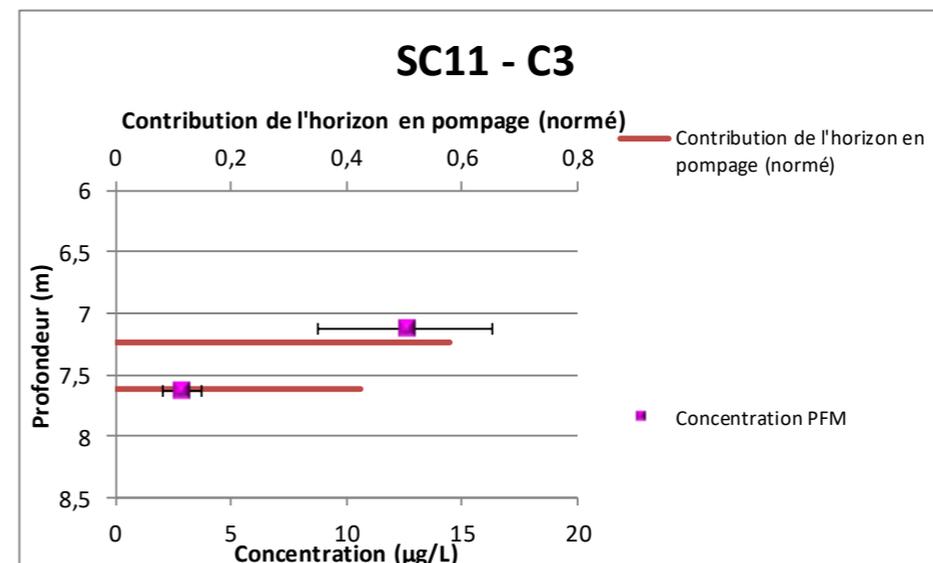
Données non comparables directement

- ➔ Distribution verticale de la contamination

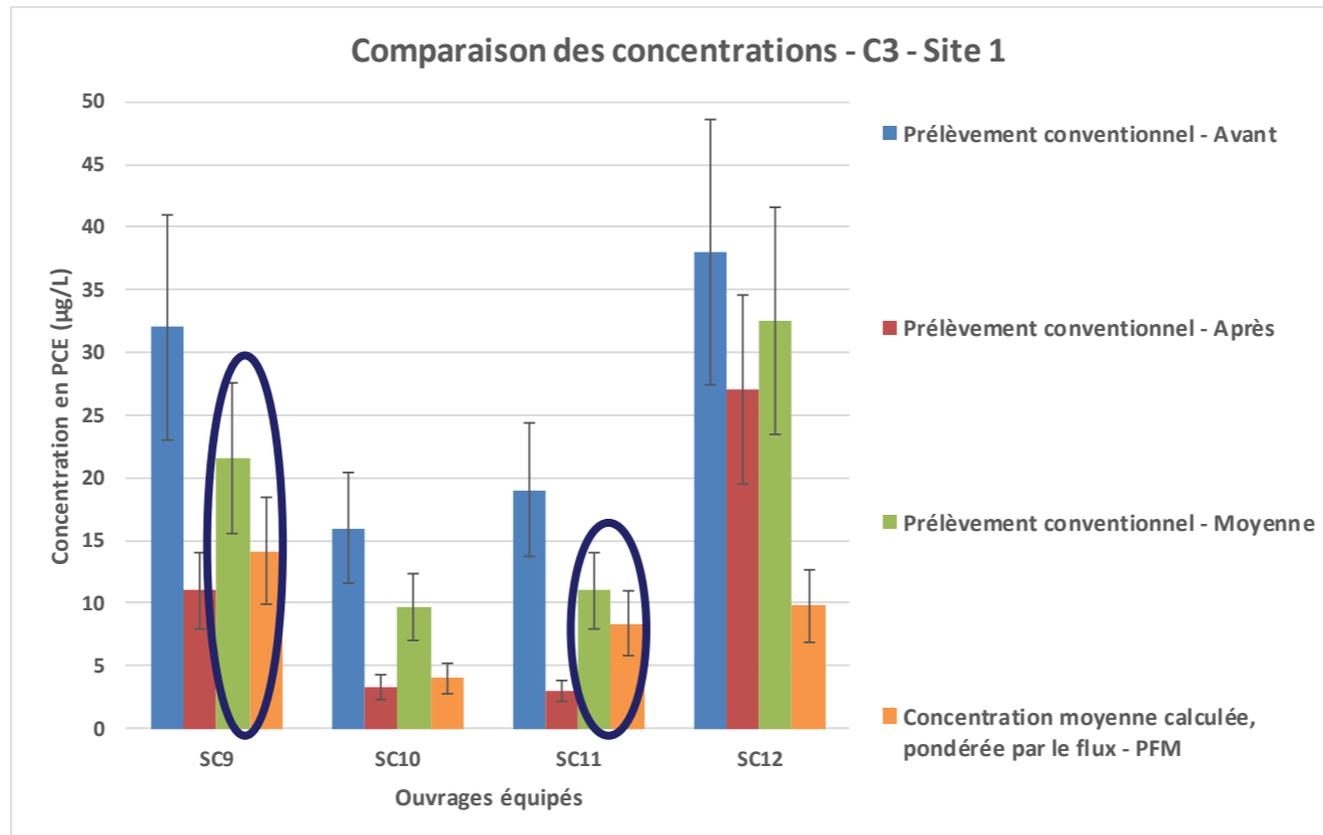


PFM

- ➔ Calcul de la concentration moyenne, pondérée par le flux
- ➔ Somme [PFM] x Contribution horizon en pompage
- ➔ Comparable avec l'échantillon moyen (prélèvement conventionnel)



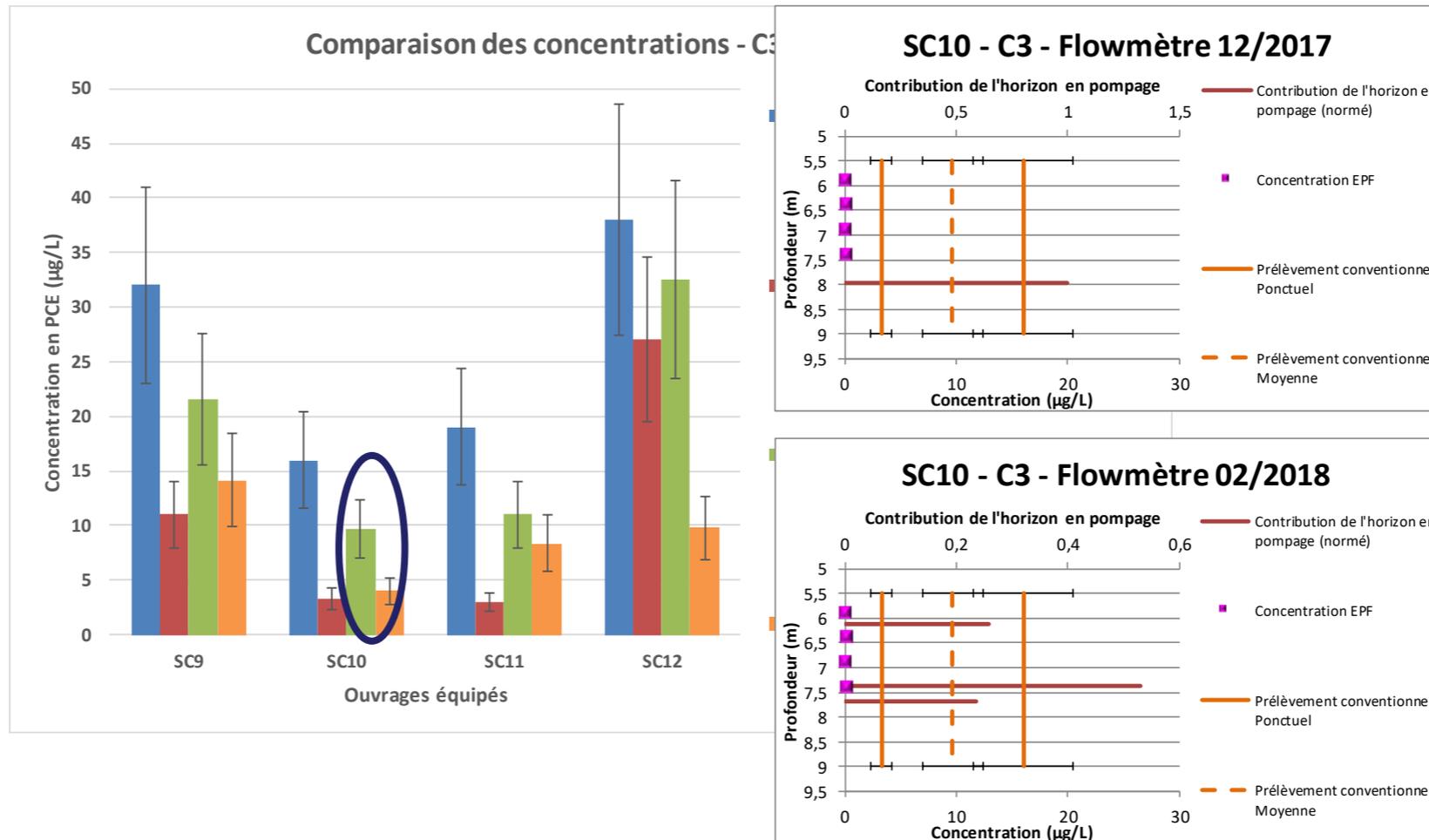
Résultats



SC9 + SC11

- ➡ Concentration moyenne par prélèvement conventionnel et concentration moyenne par PFM : similaires

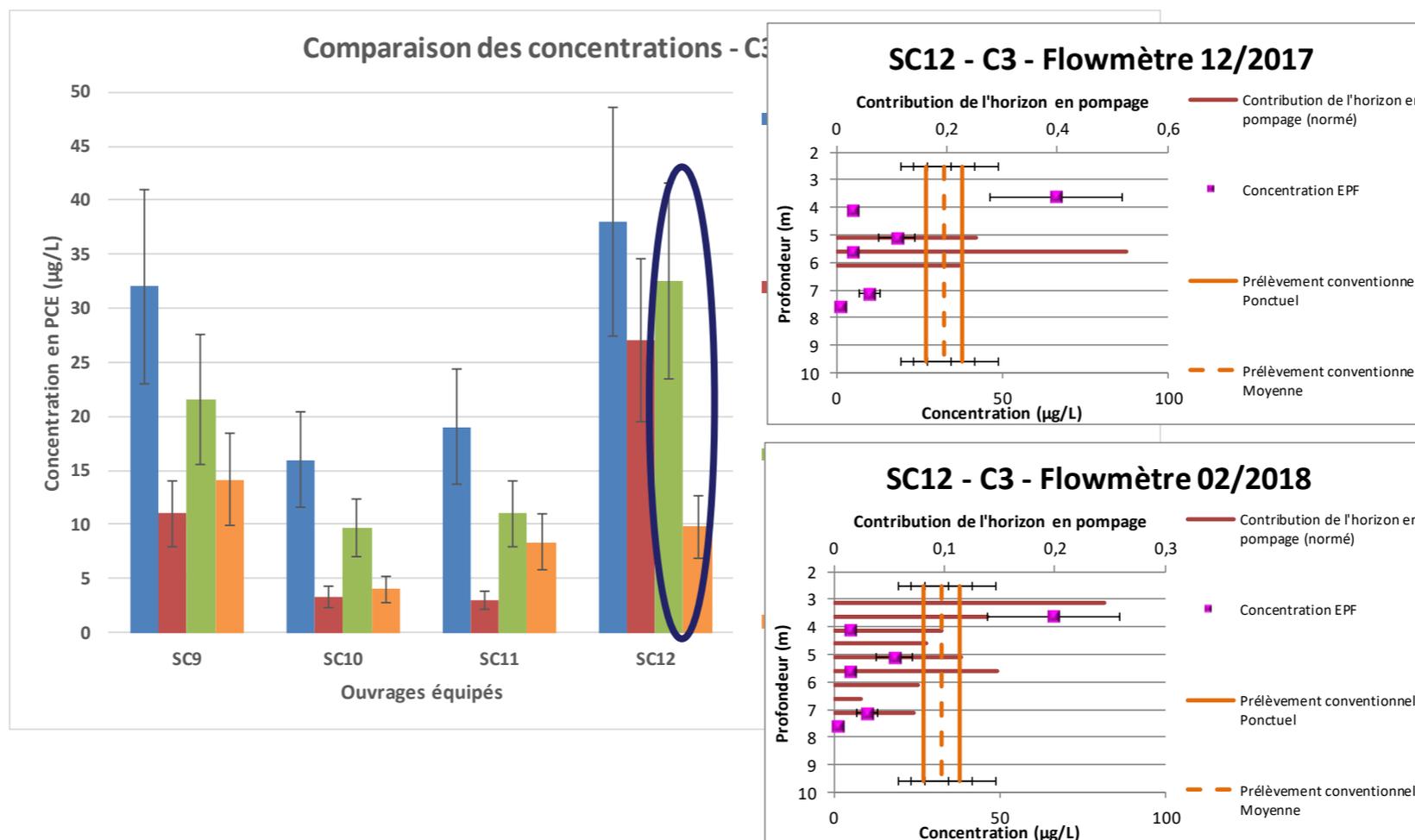
Résultats



SC10

- ➡ Concentration moyenne par prélèvement conventionnel > concentration moyenne par PFM
- ➡ Mais même ordre de grandeur (cf. incertitudes analytiques)
- ➡ Exposition PFM volontairement en face d'horizons non productifs en pompage
- ➡ Importance des mesures d'horizons productifs en pompage

Résultats



SC12

- ➡ Concentration moyenne par prélèvement conventionnel > concentration moyenne par PFM
- ➡ Facteur 3
- ➡ Concentrations les plus élevées en surface et principal horizon productif en pompage en surface : pas de PFM en face

Conclusions et perspectives

Cohérence résultats PFM / échantillons d'eau (concentrations)

- En fonction des venues d'eau en pompage
- Importance des mesures d'horizons productifs en pompage pour la compréhension des résultats

Intérêt des prélèvements multi-niveaux

- Mise en œuvre rapide, facile
- Mise en évidence de gradients de concentrations
- Concentrations pouvant être inférieures ou supérieures / échantillon moyen
 - ✓ Meilleure compréhension de la contamination sur site
 - ✓ Meilleure gestion

Perspectives

- Mise en œuvre sur un site (2019) : montrer la plus-value de ces dispositifs / calcul et données de la littérature
- Objectif de caractérisation du site et calcul des flux massiques de contaminants
- Projet en discussion : collaboration eOde et OFEV (Suisse)