



MINISTÈRE
DE LA TRANSITION
ÉCOLOGIQUE
ET SOLIDAIRE

**Rencontre Sites et Sols Pollués :
Obligations et nouveautés
pour le suivi des eaux souterraines
dans le cadre des ICPE et des sites pollués
12 octobre 2017**

Organisée par l'INERIS, le BRGM et le SPPPI PACA

INERIS

maîtriser le risque
pour un développement durable



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

Julien MICHEL (INERIS)



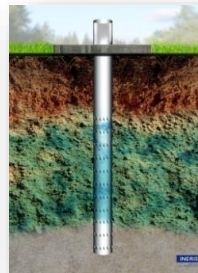
Contexte

Pourquoi les échantillonneurs passifs ?

Objectif général d'un prélèvement d'eaux souterraines

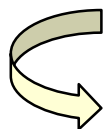
- ➡ Obtenir un échantillon « **représentatif** » (qualité des eaux souterraines à proximité)

En général (technique conventionnelle)



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

- ➡ **Bien connue / maîtrisée**
- ➡ **Mais** : long, volume d'eau de purge important à traiter, concentrations moyennes (pondérées par le flux)
 - Comment prélever les eaux souterraines **sans purger** l'ouvrage / échantillon **représentatif** ?
 - **Echantillonneurs passifs**

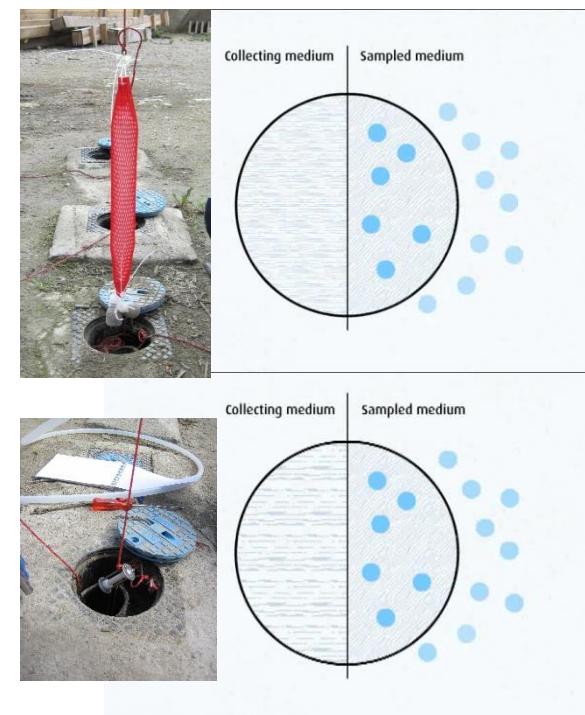


- ✓ Eaux souterraines : dispositifs permettant le prélèvement d'un échantillon d'eau souterraine à une profondeur / intervalle donné sans transport actif d'eau

Contexte

3 catégories sur la base de leur fonctionnement

- ➔ **Echantillonneurs passifs instantanés** : dispositifs permettant un **prélèvement ponctuel et instantané** d'un échantillon d'eau sans purge préalable (**résultats ponctuels**)
- ➔ **Echantillonneurs passifs à l'équilibre** : dispositifs permettant un prélèvement suite à la **diffusion, jusqu'à l'équilibre**, des contaminants d'intérêt entre le capteur et le milieu échantillonné (**résultats ponctuels**)
- ➔ **Echantillonneurs passifs intégratifs** : dispositifs qui permettent la diffusion et la sorption des contaminants d'intérêt sur ou dans le capteur (**résultats moyennés dans le temps**)



Guide de bonnes pratiques : Mesure de la qualité des eaux souterraines à l'aide d'échantillonneurs passifs, dans le contexte des sites pollués (2014)

➔ **Retour d'expérience pour les acteurs du domaine sur les échantillonneurs passifs intégratifs et à l'équilibre**

Les échantillonneurs passifs de flux (EPF)

Pourquoi les EPF ? Flux massiques de contaminants

- ➡ 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

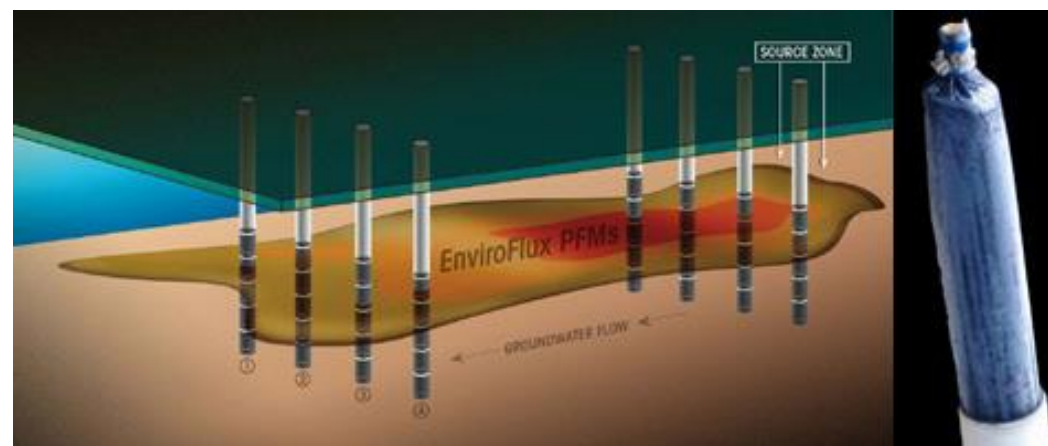
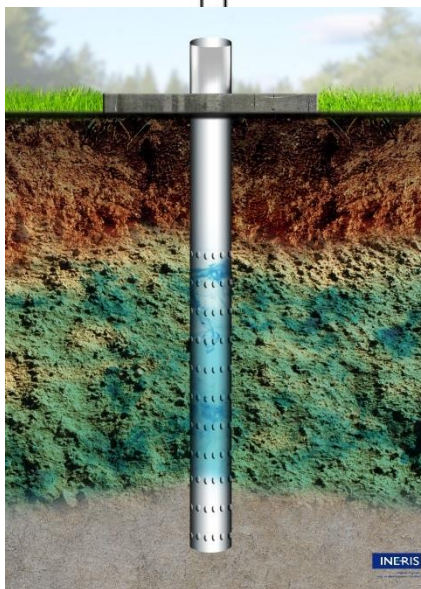
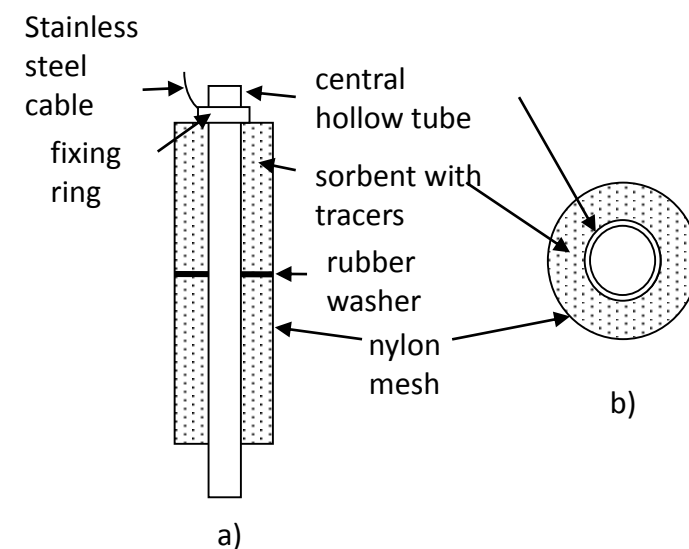
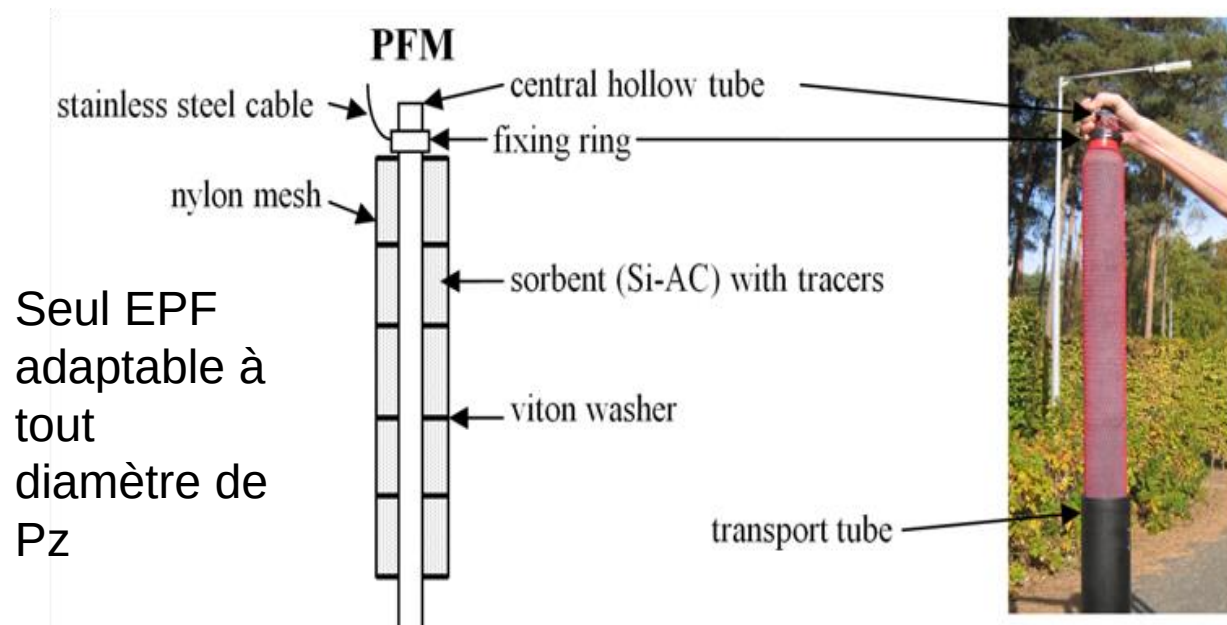
- ➡ **Pas directement mesurés** : estimation échantillons moyens + vitesse de Darcy

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**

Composition d'un EPF

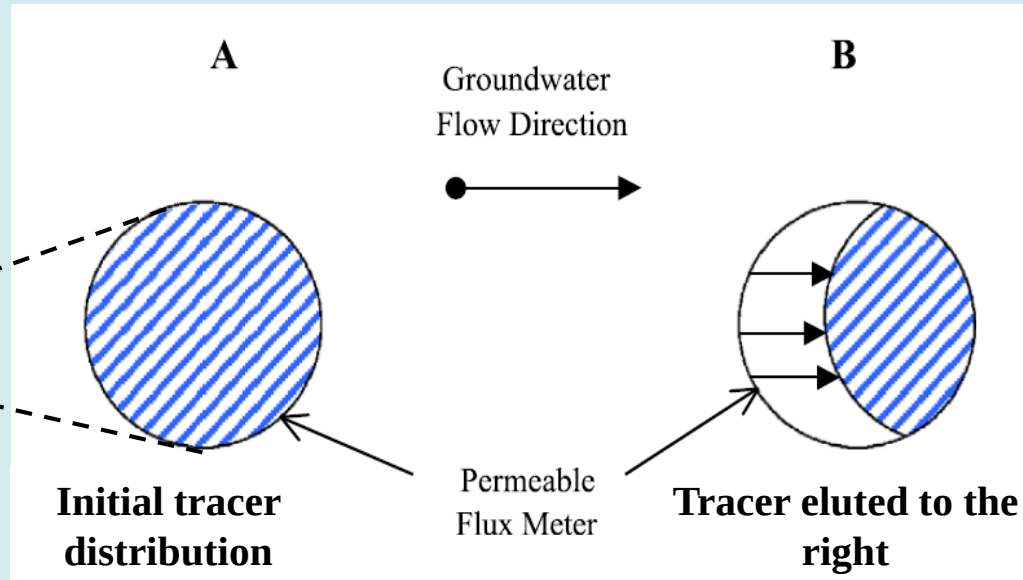
Passive flux meter



Principe de fonctionnement : calcul des flux

Vitesse de Darcy (ESO) $q_0 = f(m_t, \alpha)$

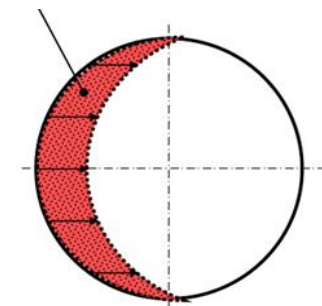
PFM



Flux de contaminants

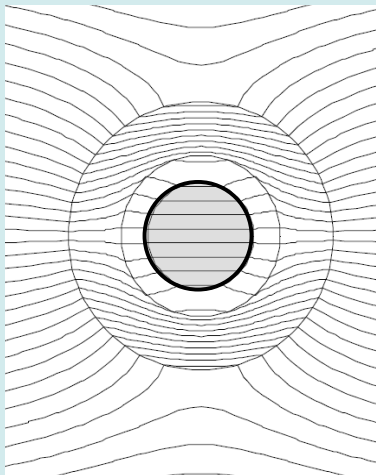
$J_c = f(m_c, \alpha)$

Sorbed contaminant



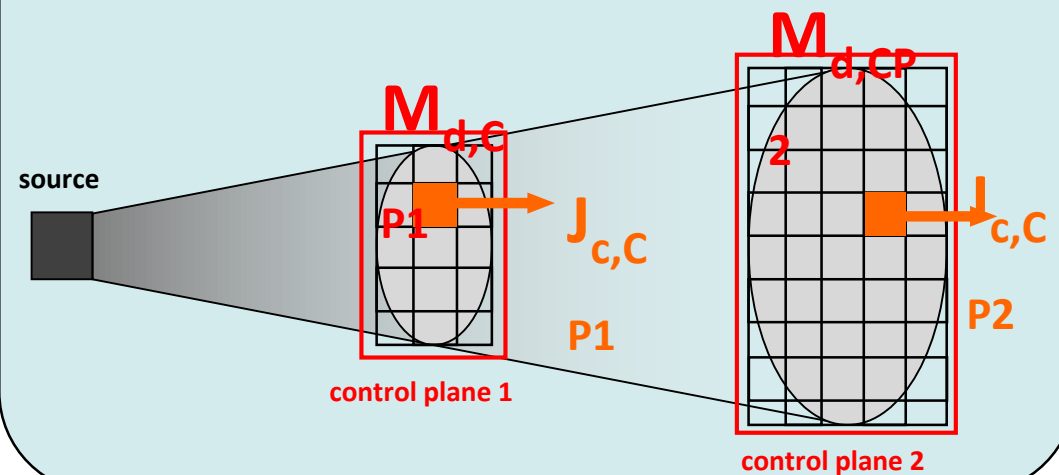
Hatfield et al., 2004

Flow field distortion (α)



Verreydt, 2012

Mass discharge (M_d)



Investigations réalisées

Investigations sur site atelier

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

3 étapes

- Mesure des **flux verticaux naturels** et des **contributions des horizons en pompage** : flowmètre
- **Exposition** des PFM
 - ✓ 2 campagnes, en multi-niveau (2 et 3 mois)
 - ✓ Prélèvement conventionnel avant et après exposition
- Interprétation des résultats
 - ✓ Evaluation cohérence des concentrations : PFM / prélèvement conventionnel



Mesures au flowmètre

➡ Avant toute installation d'échantillonneurs passifs

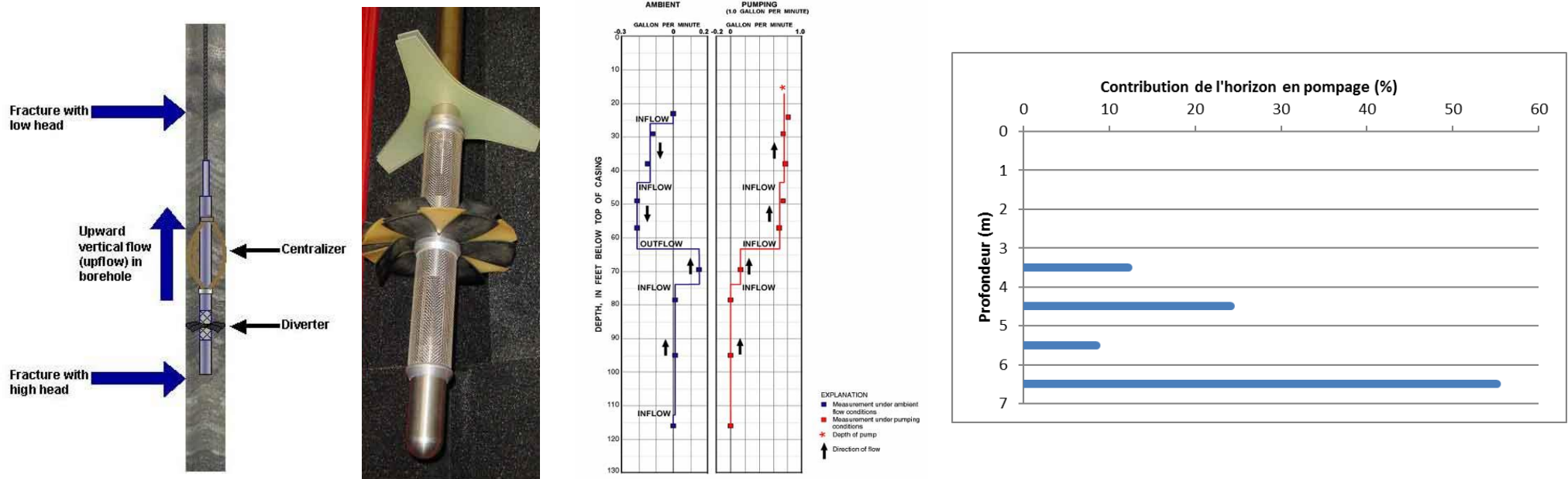
Flux verticaux naturels et contributions des horizons en pompage : heat pulse flowmeter

➡ Flux verticaux naturels

- ➡ Homogénéisation des concentrations au sein de l'ouvrage : possibilité de multi-niveaux ?

➡ Contribution des horizons en pompage

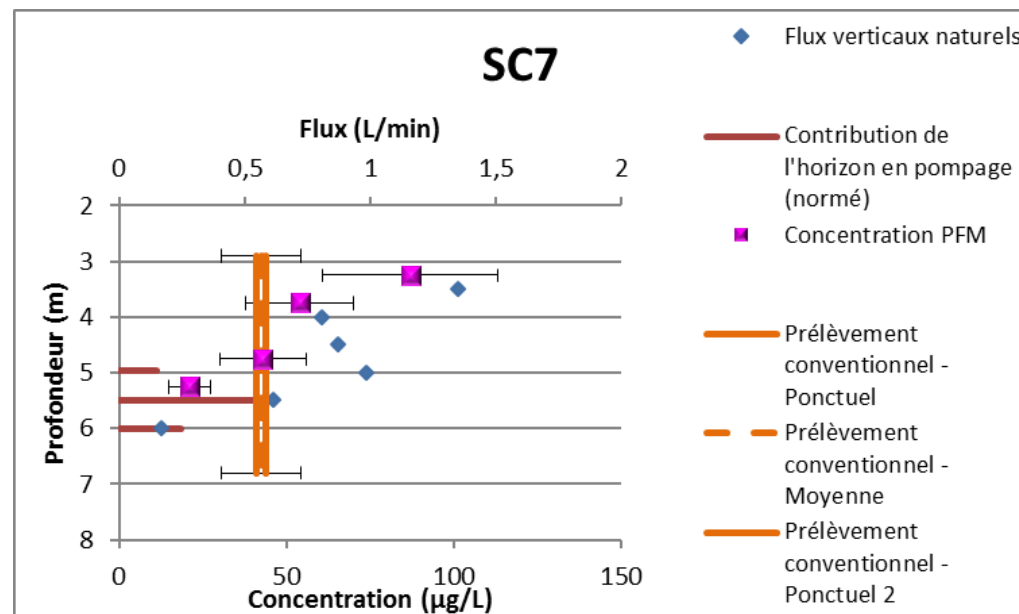
- ➡ Interprétation des résultats / prélèvement conventionnel (concentration moyenne sur l'intervalle crépiné)



Premiers résultats - Exemple

- Cohérence résultats PFM / prélèvements conventionnels : en fonction des venues d'eau

➡ Échantillons différents : n'invalide pas les PFM à ce stade



- Gradients de concentrations (PFMs)
- Concentrations supérieures / échantillons d'eau à certains niveaux
 - ➡ Intérêt des PFM
- Concentrations PFM / eau cohérentes / venues d'eau

Conclusion

A ce stade du projet

Cohérence résultats PFM / échantillons d'eau (concentrations)

- En fonction des venues d'eau
- Accès à d'autres données : portions d'aquifère échantillonnées différentes

Intérêt des prélèvements multi-niveaux/Echantillonneurs passifs en général

- Mise en œuvre rapide, facile
- Mise en évidence de gradients de concentrations
- Concentrations pouvant être différentes
 - Meilleure compréhension de la contamination sur site
 - Meilleure estimation du risque pour les cibles (Ex : AEP)