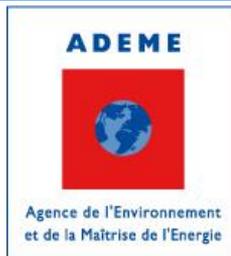


Journées techniques
28 et 29 mai 2013

Gestion des sites et sols
pollués



Les substances volatiles : caractérisation, modélisation des transferts, surveillance

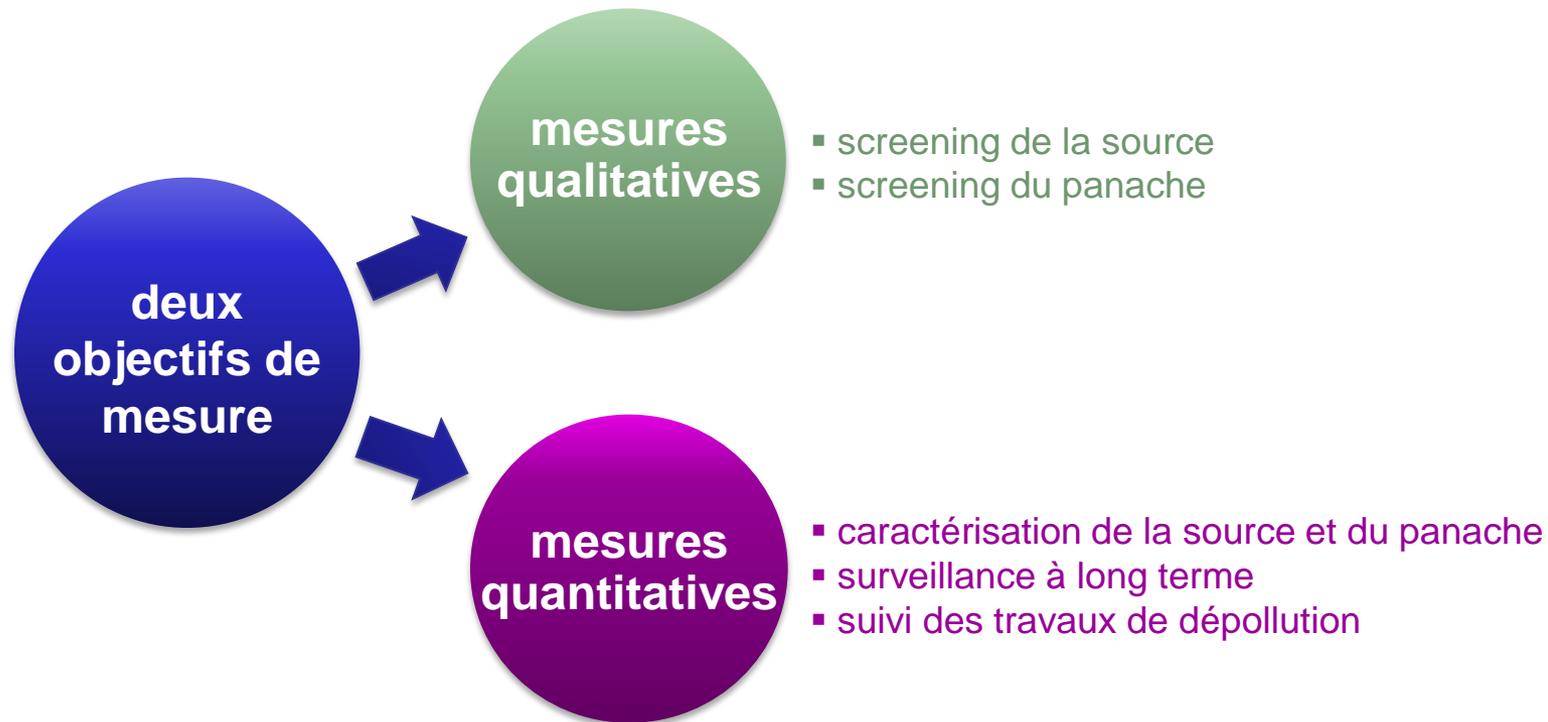
Retour d'expérience des projets CITYCHLOR, FLUXOBAT et ATTENA

Echantillonneurs passifs pour les gaz du sol et l'air intérieur

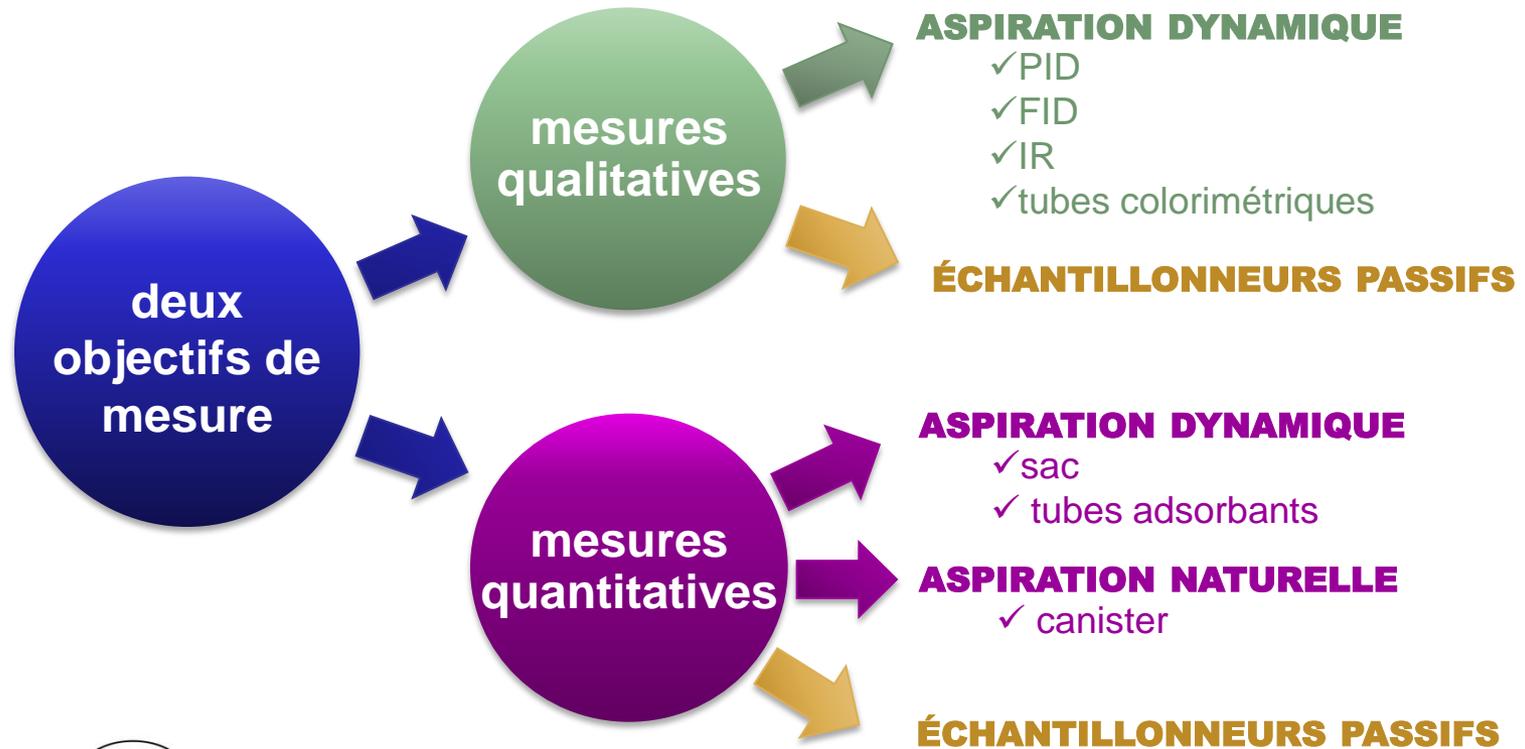
Marie Lemoine / Corinne Hulot

Sébastien Fable / Francis Guillot / Fabrice Richez

Techniques de prélèvement des gaz du sol et de l'air intérieur:



Techniques de prélèvement des gaz du sol et de l'air intérieur:



Limites rencontrées:

➤ durée de prélèvement limitée

} alternative potentielle:
ÉCHANTILLONNEURS PASSIFS

PassSolair: échantillonneurs passifs pour les gaz du sol et l'air intérieur

- ♦ *financement*: MEDDE, ADEME, Interreg
- ♦ *durée*: 2.5 ans (2012-2014)
- ♦ *objectifs*: retour d'expérience concernant l'utilisation des échantillonneurs passifs pour le prélèvement des gaz du sol et de l'air intérieur

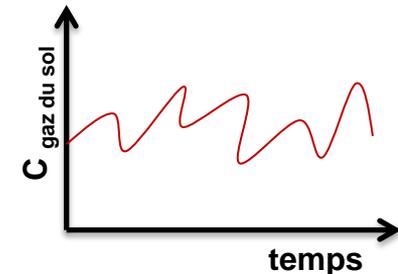


Recherche bibliographique

↪ concentration des contaminants dans les gaz du sol, **variable** en fonction des conditions de transfert



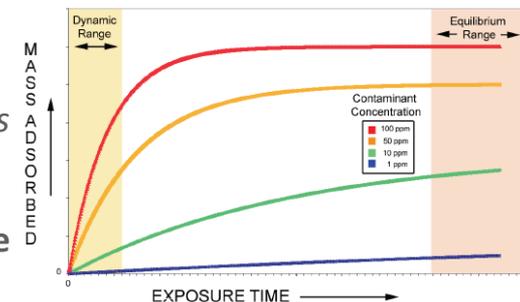
représentativité des concentrations mesurées lors d'un prélèvement ponctuel?



Échantillonneurs passifs intégratifs

dispositifs permettant la diffusion et la sorption des contaminants d'intérêt au sein du module passif

concentration moyenne sur toute la durée d'exposition, intégrant les variations



PassSolaire: échantillonneurs passifs pour les gaz du sol et l'air intérieur

- ♦ *financement:* MEDDE, ADEME, Interreg
- ♦ *durée:* 2.5 ans (2012-2014)
- ♦ *objectifs:* retour d'expérience concernant l'utilisation des échantillonneurs passifs pour le prélèvement des gaz du sol et de l'air intérieur



Recherche bibliographique



Échantillonneurs passifs intégratifs

mesure quantitative: calcul de conversion des masses adsorbées en concentration

$$C = \frac{m_{\text{adsorbées}}}{t_{\text{exposition}} \times \tau_{\text{échantillonnage}}}$$

C , concentration du contaminant

$m_{\text{adsorbées}}$, masse du contaminant adsorbée sur le support pendant l'exposition (mg)

$t_{\text{exposition}}$, durée d'exposition du support passif (min)

$\tau_{\text{échantillonnage}}$, taux d'échantillonnage du composé (mL/min)

↳ influence de la matrice « sol » sur le prélèvement et le taux d'échantillonnage ?



PassSolaire: échantillonneurs passifs pour les gaz du sol et l'air intérieur

- ♦ *financement*: MEDDE, ADEME, Interreg
- ♦ *durée*: 2.5 ans (2012-2014)
- ♦ *objectifs*: retour d'expérience concernant l'utilisation des échantillonneurs passifs pour le prélèvement des gaz du sol et de l'air intérieur



Recherche bibliographique



Échantillonneurs passifs intégratifs

mesure quantitative: calcul de conversion des masses adsorbées en concentration

$$C = \frac{m_{\text{adsorbées}}}{t_{\text{exposition}} \times \tau_{\text{échantillonnage}}}$$

C , concentration du contaminant
 $m_{\text{adsorbées}}$, masse du contaminant adsorbée sur le support pendant l'exposition (mg)

$t_{\text{exposition}}$, durée d'exposition du support passif (min)

$\tau_{\text{échantillonnage}}$, taux d'échantillonnage du composé (mL/min)

$$E = \frac{D_{\text{eff}}}{D_{\text{air}}}$$

$C_{\text{gaz du sol}}$, concentration du contaminant dans les gaz du sol

D_{eff} , coefficient de diffusion de la matrice sol

D_{air} , coefficient de diffusion de la matrice air

E , facteur d'influence de la matrice « sol »

$$C_{\text{gaz du sol}} = \frac{C}{E}$$

PassSolair: échantillonneurs passifs pour les gaz du sol et l'air intérieur

- ♦ *financement*: MEDDE, ADEME, Interreg
- ♦ *durée*: 2.5 ans (2012-2014)
- ♦ *objectifs*: retour d'expérience concernant l'utilisation des échantillonneurs passifs pour le prélèvement des gaz du sol et de l'air intérieur



Recherche bibliographique



Échantillonneurs passifs intégratifs

BeSure Sampler

Caractéristiques:



- vial en verre, une tête de prélèvement
- 2 types d'adsorbants brevetés hydrophobes

Analyse: TD/GC/MS

Composés dosés: COV, BTEX...

Gore Sorber Module

Caractéristiques:



- membrane Gore Tex, hydrophobe
- cartouches d'adsorbant breveté

Analyse: TD/GC/MS

Composés dosés: COV, BTEX...

Tubes passifs (Perkin Elmer)

Caractéristiques:



- tube en acier
- adsorbant à lit simple ou multiple

Analyse: TD/GC/MS

Composés dosés: COV, BTEX ...

PassSolair: échantillonneurs passifs pour les gaz du sol et l'air intérieur

- ♦ **financement:** MEDDE, ADEME, Interreg
- ♦ **durée:** 2.5 ans (2012-2014)
- ♦ **objectifs:** retour d'expérience concernant l'utilisation des échantillonneurs passifs pour le prélèvement des gaz du sol et de l'air intérieur



Recherche bibliographique



Échantillonneurs passifs intégratifs

BeSure Sampler

Caractéristiques:



- vial en verre, une tête de prélèvement
- 2 types d'adsorbants brevetés hydrophobes

Analyse: TD/GC/MS

Composés dosés: COV, BTEX...

Gore Sorber Module

Caractéristiques:



- membrane Gore Tex, hydrophobe
- cartouches d'adsorbant breveté

Analyse: TD/GC/MS

Composés dosés: COV, BTEX...

Tubes passifs (Perkin Elmer)

Caractéristiques:



- tube en acier
- adsorbant à lit simple ou multiple

Analyse: TD/GC/MS

Composés dosés: COV, BTEX...

MESURES QUALITATIVES (MASSES)

PassSolair: échantillonneurs passifs pour les gaz du sol et l'air intérieur

- ♦ **financement: MEDDE, ADEME, Interreg**
- ♦ **durée: 2.5 ans (2012-2014)**
- ♦ **objectifs: retour d'expérience concernant l'utilisation des échantillonneurs passifs pour le prélèvement des gaz du sol et de l'air intérieur**



Recherche bibliographique



Échantillonneurs passifs intégratifs

BeSure Sampler

Caractéristiques:



- vial en verre, une tête de prélèvement
- 2 types d'adsorbants brevetés hydrophobes

Analyse: TD/GC/MS

Composés dosés: COV, BTEX...

Gore Sorber Module

Caractéristiques:



- membrane Gore Tex, hydrophobe
- cartouches d'adsorbant breveté

Analyse: TD/GC/MS

Composés dosés: COV, BTEX...

Tubes passifs (Perkin Elmer)

Caractéristiques:



- tube en acier
- adsorbant à lit simple ou multiple

Analyse: TD/GC/MS

Composés dosés: COV, BTEX...

MESURES QUANTITATIVES (CONCENTRATIONS)

PassSolair: échantillonneurs passifs pour les gaz du sol et l'air intérieur

- ♦ *financement*: MEDDE, ADEME, Interreg
- ♦ *durée*: 2.5 ans (2012-2014)
- ♦ *objectifs*: retour d'expérience concernant l'utilisation des échantillonneurs passifs pour le prélèvement des gaz du sol et de l'air intérieur



Tests en chambre à atmosphère contrôlée

- ♦ nature de la contamination (*solvants chlorés / BTEX*)
- ♦ gamme de concentration
- ♦ température
- ♦ humidité



Tests sur site

- ♦ site atelier CityChlor (pollution anthropique aux chlorés)
- ♦ piézairs
- ♦ deux horizons de prélèvement:
 - ↳ remblais (sable grossier...)
 - ↳ limono-argileux
- ♦ plusieurs zones de prélèvement (*différentes gammes de concentration*)

PassSolair: échantillonneurs passifs pour les gaz du sol et l'air intérieur



Tests en chambre à atmosphère contrôlée

↪ une campagne de mesure en Février 2013

Objectif: évaluer la réponse des différents supports, dans des conditions d'exposition contrôlées

Paramètres expérimentaux:

- ◆ atmosphère contaminée: **PCE**
 - ↪ 100 $\mu\text{g.m}^{-3}$
 - ↪ 500 $\mu\text{g.m}^{-3}$
 - ↪ 500 000 $\mu\text{g.m}^{-3}$
- ◆ vitesse de circulation d'air: **0.2 m/s**
- ◆ température: **10-20°C**
- ◆ pression: **atmosphérique**
- ◆ humidité: **80-90%**



- ↪ suivi en continu de la **pression**, de la **température**, de l'**humidité** et de la **vitesse de vent**
- ↪ **prélèvement actif ponctuel sur tube adsorbant en parallèle**

PassSolair: échantillonneurs passifs pour les gaz du sol et l'air intérieur



Tests en chambre à atmosphère contrôlée

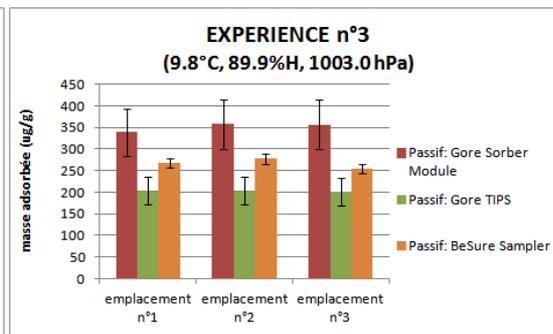
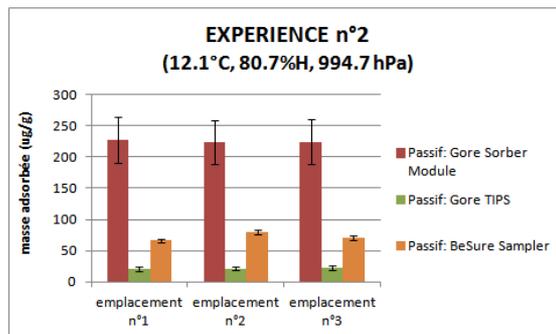
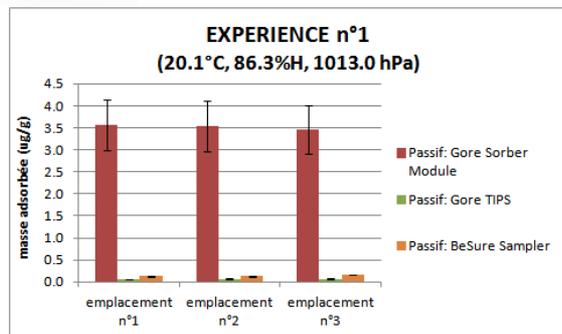
↪ une campagne de mesure en Février 2013

Objectif: évaluer la réponse des différents supports, dans des conditions d'exposition contrôlées

72H d'exposition dans une atmosphère contaminée au PCE



Comparaison des masses de PCE adsorbées sur les supports passifs:



➤ masses très différentes en fonction des supports passifs (nature de l'adsorbant, surface spécifique, taux d'échantillonnage...)

↳ dans le cadre d'un **screening**: investigations devant être menées avec le **même type de support passif sur tout le site**

PassSolair: échantillonneurs passifs pour les gaz du sol et l'air intérieur



Tests en chambre à atmosphère contrôlée

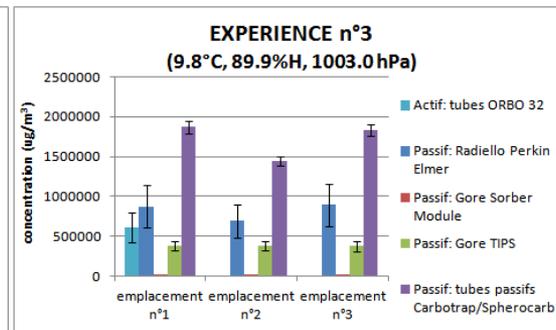
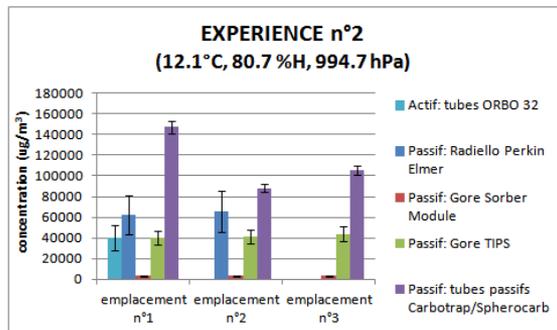
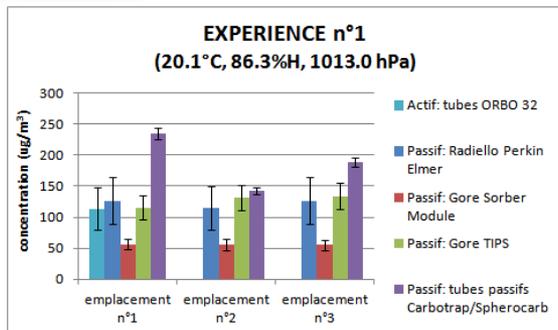
↪ une campagne de mesure en Février 2013

Objectif: évaluer la réponse des différents supports, dans des conditions d'exposition contrôlées

72H d'exposition dans une atmosphère contaminée au PCE



Comparaison des concentrations de PCE mesurées:



- choix de l'échantillonneur passif en fonction des gammes de concentration et du temps d'exposition
- utilisation de **tubes passifs** (type (Perkin Elmer): utilisation d'une **tête de diffusion** semble méthodologiquement plus approprié pour permettre la conversion masse/concentration (*doit être confirmé par des tests supplémentaires*))

PassSolair: échantillonneurs passifs pour les gaz du sol et l'air intérieur



Tests en chambre à atmosphère contrôlée



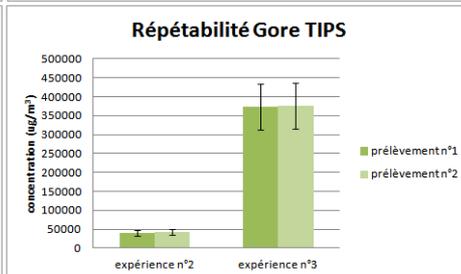
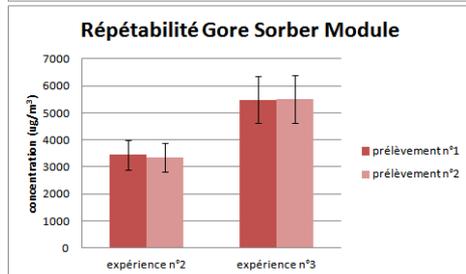
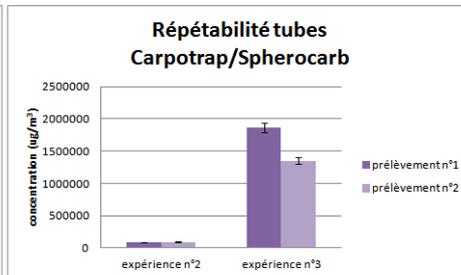
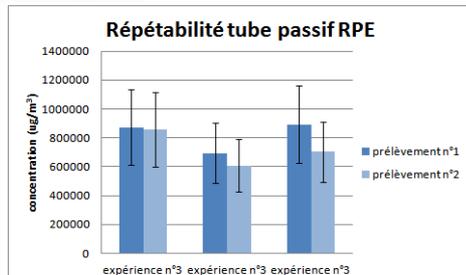
une campagne de mesure en Février 2013

Objectif: évaluer la réponse des différents supports, dans des conditions d'exposition contrôlées

72H d'exposition dans une atmosphère contaminée au PCE



Tests de répétabilité:



➤ résultats cohérents pour la plupart des modules passifs, dans les conditions expérimentales mises en œuvre



d'autres tests de répétabilité devront être menés lors des prochains essais

PassSolair: échantillonneurs passifs pour les gaz du sol et l'air intérieur

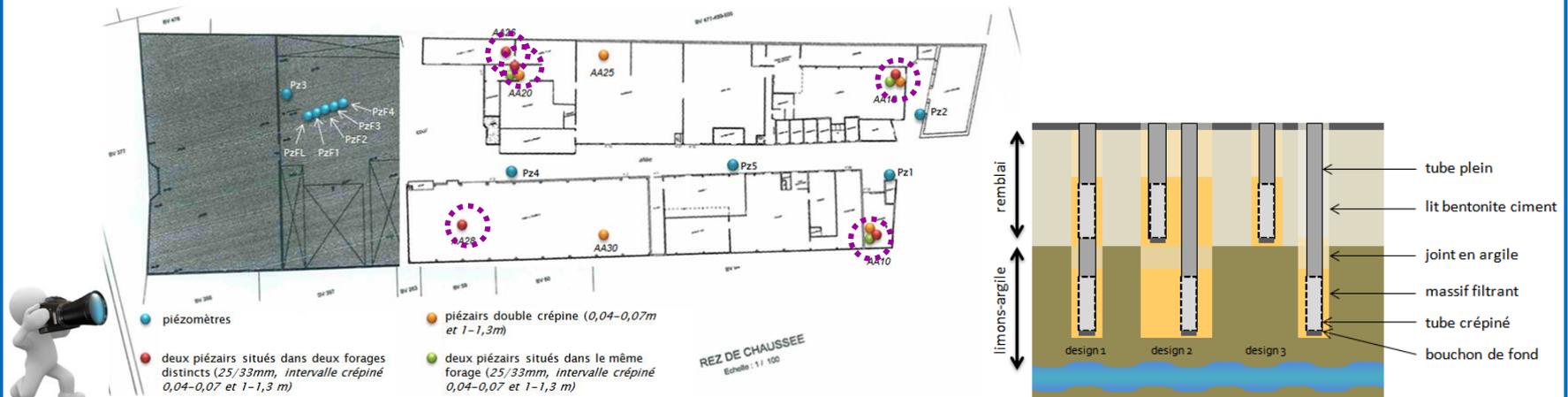


Tests sur le site pilote « France » - CityChlor

↪ deux campagnes de mesure: Juin 2012 et Février 2013

Objectif: évaluer la réponse des différents supports, dans des conditions réelles d'utilisation

- ♦ pollution anthropique aux chlorés (PCE, TCE, cis-DCE)
- ♦ deux horizons de prélèvement:
 - ↪ remblais (sable grossier...)
 - ↪ limono-argileux
- ♦ plusieurs zones de prélèvement (*différentes gammes de concentration*)



PassSolair: échantillonneurs passifs pour les gaz du sol et l'air intérieur



Tests sur le site pilote « France » - CityChlor

↪ deux campagnes de mesure: Juin 2012 et Février 2013

Objectif: évaluer la réponse des différents supports, dans des conditions réelles d'utilisation

Paramètres expérimentaux:

- ◆ mélange de contaminants (PCE, TCE, cis-DCE)
- ◆ connaissance du site suite aux investigations CityChlor - gaz du sol
- ◆ pas de maîtrise précise des **gammes de concentration**
- ◆ différentes durées d'exposition



↪ suivi de la **pression atmosphérique**, de la **température**, de l'**humidité**

↪ **prélèvement actif sur tube adsorbant** (charbon actif) **avant et/ou après exposition**

PassSolair: échantillonneurs passifs pour les gaz du sol et l'air intérieur



Tests sur le site pilote « France » - CityChlor

↩ deux campagnes de mesure: Juin 2012 et Février 2013

Objectif: évaluer la réponse des différents supports, dans des conditions réelles d'utilisation

Gaz du sol : 72H d'exposition dans les piézairs (Février 2013)



Première approche de screening sur site:

Février 2013

	zone la plus fortement contaminée	zone moyennement contaminée	zone faiblement contaminée
cis-DCE	Zone1	Zone3	Zone2
TCE	Zone1	Zone3	Zone2
PCE	Zone2	Zone3	Zone1



➤ résultats cohérents entre le Gore Sorber Module et le BeSure Sampler dans des zones aux niveaux de contaminations différents, et pour différents contaminants majeurs du site (PCE, TCE, cis-DCE)

↪ première expérience « screening » encourageante, au regard des premiers résultats d'autres campagnes doivent être conduites (autres polluants, autres niveaux de contamination)

PassSolair: échantillonneurs passifs pour les gaz du sol et l'air intérieur



Tests sur le site pilote « France » - CityChlor

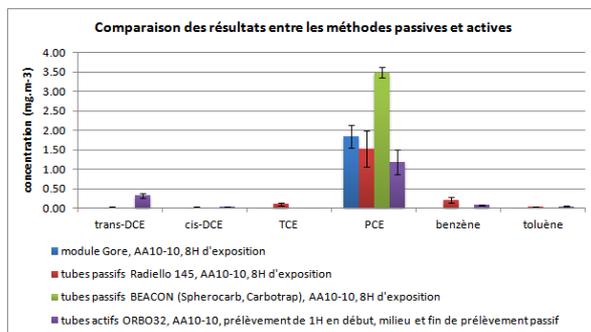
↪ deux campagnes de mesure: Juin 2012 et Février 2013

Objectif: évaluer la réponse des différents supports, dans des conditions réelles d'utilisation

Air ambiant: 8H d'exposition au droit des piézairs (Juin 2013)
4 jours d'exposition au droit des piézairs (Février 2013)



Comparaison des concentrations mesurées par les différents modules:



- résultats plus disparates aussi bien pour les gaz du sol que pour l'air ambiant
 - ↪ interprétations plus complexes nécessitant la prise en compte des spécificités des modules passifs)
 - ↪ nécessité de se confronter à d'autres gammes de concentration, d'autres composés (BTEX)

PassSolair: échantillonneurs passifs pour les gaz du sol et l'air intérieur



Premières conclusions

- ✓ utilisation impérative du même type d'échantillonneurs passifs sur le site investigué (masses adsorbées ne pouvant être comparées d'un support à l'autre)
- ✓ résultats encourageants
 - screening
 - concentrations du même ordre de grandeur
 - répétabilité



Perspectives et prochaines campagnes

- ✓ nouvelle campagne en chambre à dimensionner courant juin (autres composés? autres concentrations?)
- ✓ nouvelles investigations de terrain sur de nouveaux sites pilotes
- ✓ échanges avec les différents fournisseurs (support en développement...)



Résultats complets et interprétations diffusés courant 2014



MERCI DE VOTRE ATTENTION

Marie LEMOINE
Marie.LEMOINE@ineris.fr

Corinne HULOT
Corinne.HULOT@ineris.fr



*maîtriser le risque
pour un développement durable*

