



Conférence ChloroNet

Jeudi 28 Novembre 2013
Soleure, Suisse



GESTION INTÉGRÉE DES SITES POLLUÉS AUX SOLVANTS CHLORÉS, SITUÉS EN MILIEU URBAIN

Retour d'expérience à l'échelle de la France (site pilote « France »)

Marie Lemoine

Ingénieur d'études et de recherche
Unité Impact Sanitaire et Expositions
Direction des risques chroniques

Julien Michel

Ingénieur d'études et de recherche
Unité Comportement des contaminants
dans les sols et les matériaux
Direction des risques chroniques

Corinne Hulot

Ingénieur d'études et de recherche
Unité Impact Sanitaire et Expositions
Direction des risques chroniques

Olivier Bour

Ingénieur d'études et de recherche
Unité Technologies des procédés propres
et durables
Direction des risques chroniques



A propos du projet CityChlor



Tackling soil and groundwater contamination caused by chlorinated solvents

un projet de recherche européen de 5,2 M d'euros

- ✓ financé à 50% par Interreg,
- ✓ regroupant 9 partenaires.



A propos du projet CityChlor

CityChlor Tackling soil and groundwater contamination caused by chlorinated solvents

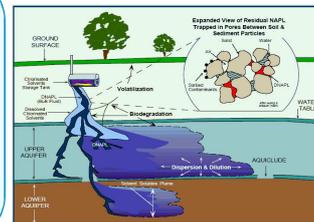
un projet de recherche européen de 5,2 M d'euros

- ✓ financé à 50% par Interreg,
- ✓ regroupant 9 partenaires.



Problématique:

- ✓ **comportement des solvants chlorés** dans le sol et les eaux souterraines en lien avec leur propriétés physico-chimiques
- ✓ une pollution souvent causée par des sociétés ayant peu de capital, situées dans un **environnement urbain** pose des conditions supplémentaires limitant pour la recherche et l'assainissement
- ✓ **problème commun** à toutes les villes européennes



INERIS
maximiser le risque
pour un développement durable

A propos du projet CityChlor

CityChlor Tackling soil and groundwater contamination caused by chlorinated solvents

un projet de recherche européen de 5,2 M d'euros

- ✓ financé à 50% par Interreg,
- ✓ regroupant 9 partenaires.



Perspectives d'innovation:

Développer une approche intégrée pour la gestion des sites pollués aux solvants chlorés en zones urbaines...

... tout en tenant compte des aspects:

- ✓ techniques
- ✓ socio-économiques
- ✓ organisationnels

INERIS
maximiser le risque
pour un développement durable

5

Présentation du site pilote « France »

une usine de traitement des métaux...

- ✓ située au cœur d'une ville de 50 000 habitants,
- ✓ en activité depuis 1930,
- ✓ implantée sur une superficie de 6700 m²

... dont les activités ont évoluées au cours du temps

- ✓ galvanisation (de 1930 à 2006),
- ✓ fonderie,
- ✓ **dégraissage (utilisation de solvants chlorés)**,
- ✓ décapage (utilisation d'acide sulfurique),
- ✓ vissage,
- ✓ ...




Impact des activités industrielles sur la qualité des sols et des eaux souterraines (PCE, TCE)

INERIS
maîtriser le risque pour un développement durable

6

Techniques de caractérisation des milieux mises en œuvre

- ➔ Direct Push Technologies pour la réalisation d'un "screening"
- ➔ Echantillonneurs passifs pour la mesure de la qualité des eaux souterraines
- ➔ Ouvrages et techniques de prélèvement pour la caractérisation multi-niveaux des gaz du sol
- ➔ Prélèvement des gaz du sol et de l'air intérieur dans le cadre de travaux de modélisation des transferts depuis la zone non saturée vers l'air intérieur d'un bâtiment

INERIS
maîtriser le risque pour un développement durable

7

Techniques de caractérisation des milieux mises en œuvre

- ➔ **Direct Push Technologies** pour la réalisation d'un "screening"
- ➔ **Echantillonneurs passifs** pour la mesure de la qualité des eaux souterraines
- ➔ **Ouvrages et techniques de prélèvement** pour la caractérisation multi-niveaux des gaz du sol
- ➔ **Prélèvement des gaz du sol et de l'air intérieur** dans le cadre de travaux de modélisation des transferts depuis la zone non saturée vers l'air intérieur d'un bâtiment

INERIS
maîtriser le risque
pour un développement durable

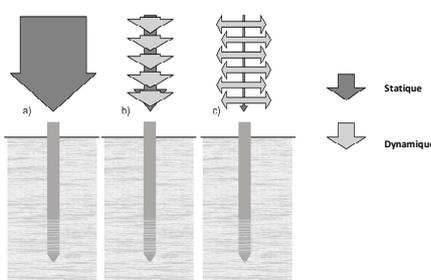
8

Techniques de caractérisation des milieux mises en œuvre

- ➔ **Direct Push Technology**
... un ensemble de techniques permettant la mise en œuvre d'investigations dans les sols, les gaz du sol et les eaux souterraines

PRINCIPE:

- ✓ **pénétration dans le sol d'un tubage creux grâce à une force motrice statique et/ou dynamique**



INERIS
maîtriser le risque
pour un développement durable

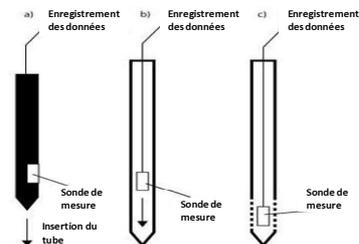
Techniques de caractérisation des milieux mises en œuvre

Direct Push Technology

... un ensemble de techniques permettant la mise en œuvre d'investigations dans les sols, les gaz du sol et les eaux souterraines

PRINCIPE:

- ✓ pénétration dans le sol d'un tubage creux grâce à une force motrice statique et/ou dynamique
- ✓ réalisation de mesures et/ou de prélèvements à l'aide de sondes DPT, à une profondeur donnée ou selon un profil vertical (continu ou discret)



Techniques de caractérisation des milieux mises en œuvre

Direct Push Technology

... un ensemble de techniques permettant la mise en œuvre d'investigations dans les sols, les gaz du sol et les eaux souterraines

PRINCIPE:

- ✓ pénétration dans le sol d'un tubage creux grâce à une force motrice statique et/ou dynamique
- ✓ réalisation de mesures et/ou de prélèvements à l'aide de sondes DPT, à une profondeur donnée ou selon un profil vertical (continu ou discret)

UNE GRANDE VARIÉTÉ D'OUTILS DISPONIBLES:

- ✓ pour la mesure de paramètres géophysiques, géotechniques, hydrogéologiques et géochimiques

- Cone Penetrometer Test (CPT)
- Conductivité Electrique (EC)
- Sondage à marteau
- Sonde neutron-neutron gamma-gamma
- Hydraulic Profiling Tool (HPT)
- ...



Techniques de caractérisation des milieux mises en œuvre

↻ Direct Push Technology

... un ensemble de techniques permettant la mise en œuvre d'investigations dans les sols, les gaz du sol et les eaux souterraines

PRINCIPE:

- ✓ pénétration dans le sol d'un tubage creux grâce à une force motrice statique et/ou dynamique
- ✓ réalisation de mesures et/ou de prélèvements à l'aide de sondes DPT, à une profondeur donnée ou selon un profil vertical (continu ou discret)

UNE GRANDE VARIÉTÉ D'OUTILS DISPONIBLES:

- ✓ pour la mesure de paramètres géophysiques, géotechniques, hydrogéologiques et géochimiques
- ✓ **pour la détection des contaminants**
 - Sonde MIP
 - Sonde LIF
 - Sonde XRF et LIBS
 - ...



Techniques de caractérisation des milieux mises en œuvre

↻ Direct Push Technology

... un ensemble de techniques permettant la mise en œuvre d'investigations dans les sols, les gaz du sol et les eaux souterraines

PRINCIPE:

- ✓ pénétration dans le sol d'un tubage creux grâce à une force motrice statique et/ou dynamique
- ✓ réalisation de mesures et/ou de prélèvements à l'aide de sondes DPT, à une profondeur donnée ou selon un profil vertical (continu ou discret)

UNE GRANDE VARIÉTÉ D'OUTILS DISPONIBLES:

- ✓ pour la mesure de paramètres géophysiques, géotechniques, hydrogéologiques et géochimiques
- ✓ pour la détection des contaminants
- ✓ **pour le prélèvement ponctuel**
 - BAT Sampler
 - Waterloo Profiler
 - ...

Techniques de caractérisation des milieux mises en œuvre

Direct Push Technology

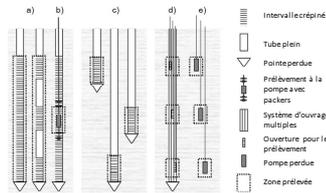
... un ensemble de techniques permettant la mise en œuvre d'investigations dans les sols, les gaz du sol et les eaux souterraines

PRINCIPE:

- ✓ pénétration dans le sol d'un tubage creux grâce à une force motrice statique et/ou dynamique
- ✓ réalisation de mesures et/ou de prélèvements à l'aide de sondes DPT, à une profondeur donnée ou selon un profil vertical (continu ou discret)

UNE GRANDE VARIÉTÉ D'OUTILS DISPONIBLES:

- ✓ pour la mesure de paramètres géophysiques, géotechniques, hydrogéologiques et géochimiques
- ✓ pour la détection des contaminants
- ✓ pour le prélèvement ponctuel
- ✓ pour la mise en place d'ouvrages permanents



INERIS
maîtriser le risque
pour un développement durable

Techniques de caractérisation des milieux mises en œuvre

Direct Push Technology

... un ensemble de techniques permettant la mise en œuvre d'investigations dans les sols, les gaz du sol et les eaux souterraines

PRINCIPE:

- ✓ pénétration dans le sol d'un tubage creux grâce à une force motrice statique et/ou dynamique
- ✓ réalisation de mesures et/ou de prélèvements à l'aide de sondes DPT, à une profondeur donnée ou selon un profil vertical (continu ou discret)

UNE GRANDE VARIÉTÉ D'OUTILS DISPONIBLES:

- ✓ pour la mesure de paramètres géophysiques, géotechniques, hydrogéologiques et géochimiques
- ✓ pour la détection des contaminants
- ✓ pour le prélèvement ponctuel
- ✓ pour la mise en place d'ouvrages permanents



de nombreuses techniques de mesure et de prélèvement
une flexibilité d'utilisation
l'acquisition de données verticales et horizontales

INERIS
maîtriser le risque
pour un développement durable

Techniques de caractérisation des milieux mises en œuvre

Direct Push Technology

... un ensemble de techniques permettant la mise en œuvre d'investigations dans les sols, les gaz du sol et les eaux souterraines

PRINCIPE:

- ✓ pénétration dans le sol d'un tubage creux grâce à une force motrice statique et/ou dynamique
- ✓ réalisation de mesures et/ou de prélèvements à l'aide de sondes DPT, à une profondeur donnée ou selon un profil vertical (continu ou discret)

UNE GRANDE VARIÉTÉ D'OUTILS DISPONIBLES:

- ✓ pour la mesure de paramètres géophysiques, géotechniques, hydrogéologiques et géochimiques
- ✓ pour la détection des contaminants
- ✓ pour le prélèvement ponctuel
- ✓ pour la mise en place d'ouvrages permanents

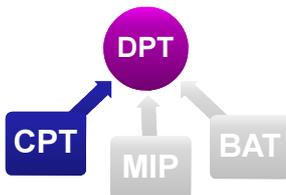


Utilisées sur le site pilote « France » de CityChlor pour l'acquisition de données sur la lithologie et l'état de contamination du site (sols et eaux souterraines)

Techniques de caractérisation des milieux mises en œuvre

Direct Push Technology

... retour d'expérience du projet CityChlor: mise en œuvre des DPT sur le site pilote France



Cone Penetrometer Test (CPT)

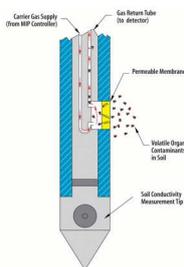
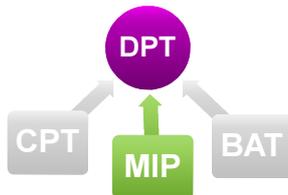
permet d'accéder à la densité du sol plus largement à la lithologie

- ✓ mesure de la résistance à la pénétration
- ✓ mesure de la pression de l'eau porale

Techniques de caractérisation des milieux misent en œuvre

Direct Push Technology

... retour d'expérience du projet CityChlor: mise en œuvre des DPT sur le site pilote France



Cone Penetrometer Test (CPT)

permet d'accéder à la densité du sol plus largement à la lithologie

- ✓ mesure de la résistance à la pénétration
- ✓ mesure de la pression de l'eau porale

Membrane Interface Probe (MIP)

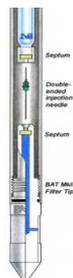
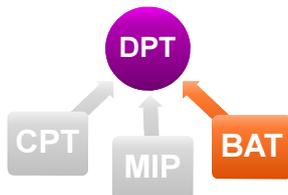
mesure en continue, à l'enfoncement des teneurs en COVs

- ✓ plusieurs détecteurs utilisés: FID, PID et DELCD

Techniques de caractérisation des milieux misent en œuvre

Direct Push Technology

... retour d'expérience du projet CityChlor: mise en œuvre des DPT sur le site pilote France



Cone Penetrometer Test (CPT)

permet d'accéder à la densité du sol plus largement à la lithologie

- ✓ mesure de la résistance à la pénétration
- ✓ mesure de la pression de l'eau porale

Membrane Interface Probe (MIP)

mesure en continue, à l'enfoncement des teneurs en COVs

- ✓ plusieurs détecteurs utilisés: FID, PID et DELCD

BAT® Sampler

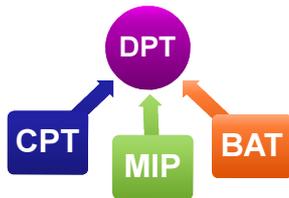
prélèvement des gaz du sol ou d'eaux souterraines à une profondeur donnée

- ✓ la matrice échantillonnée est prélevée dans un tube, surmonté d'une double aiguille d'injection

Techniques de caractérisation des milieux misent en œuvre

Direct Push Technology

... retour d'expérience du projet CityChlor: mise en œuvre des DPT sur le site pilote France



Cone Penetrometer Test (CPT)

permet d'accéder à la densité du sol plus largement à la lithologie

- ✓ mesure de la résistance à la pénétration
- ✓ mesure de la pression de l'eau porale

Membrane Interface Probe (MIP)

mesure en continue, à l'enfoncement des teneurs en COVs

- ✓ plusieurs détecteurs utilisés: FID, PID et DELCD

BAT® Sampler

prélèvement des gaz du sol ou d'eaux souterraines à une profondeur donnée

- ✓ la matrice échantillonnée est prélevée dans un tube, surmonté d'une double aiguille d'injection

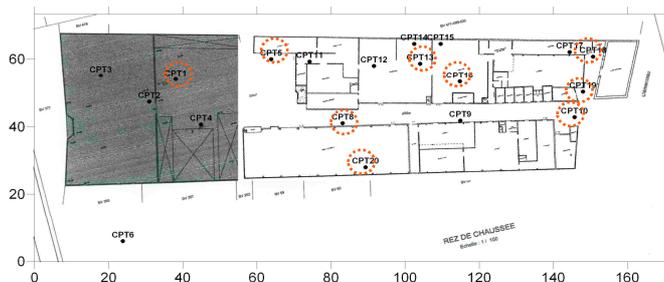
Techniques de caractérisation des milieux mises en œuvre

Direct Push Technology

... retour d'expérience du projet CityChlor: mise en œuvre des DPT sur le site pilote France

MESURES ET PRÉLÈVEMENTS RÉALISÉS SUR LE SITE PILOTE "FRANCE":

- ✓ 19 mesures CPT/MIP, conduites au droit ou à proximité des sources de pollution, de 4,2 à 7,6 mètres de profondeur
- ✓ 9 prélèvements avec le BAT® Sampler, conduits au droit des zones contaminées (2 à 3 profondeurs)



Techniques de caractérisation des milieux mises en œuvre

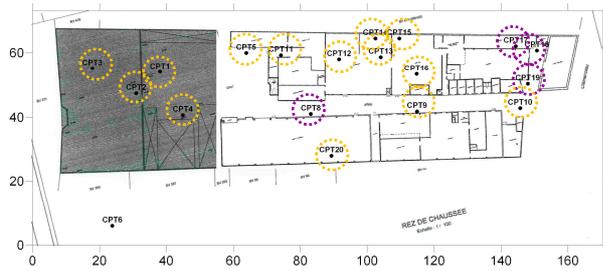
Direct Push Technology

... retour d'expérience du projet CityChlor: mise en œuvre des DPT sur le site pilote France

acquisition d'informations concernant la nature des sols: Cone Penetrometer (CPT)
... distinction de deux principaux profils lithologiques

- 1 - 4 m: tourbe/argile
 - 4 - 6 m: limono-argileux/sable/gravier
- 1 - 5 m: tourbe/argile
 - 5 - 6 m: limono-argileux/sable/gravier

remblais non détectés/identifiés



Techniques de caractérisation des milieux mises en œuvre

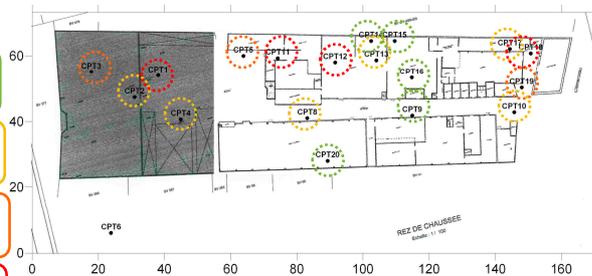
Direct Push Technology

... retour d'expérience du projet CityChlor: mise en œuvre des DPT sur le site pilote France

acquisition d'informations concernant la contamination des sols: MIP
... localisation des zones sources et des panaches

Identification de différentes zones aux contaminations différentes grâce au DELCD:

- pas de contamination (équivalent TCE)
- 0,3 - 1 mg/L (équivalent TCE)
au niveau de la ZS (> 3 m)
- 1 - 10 mg/L (équivalent TCE)
au niveau de la ZS (> 3 m)
- 1 - 100 mg/L (équivalent TCE)
au niveau de la ZNS et de la ZS



Techniques de caractérisation des milieux mises en œuvre

Direct Push Technology

... retour d'expérience du projet CityChlor: mise en œuvre des DPT sur le site pilote France



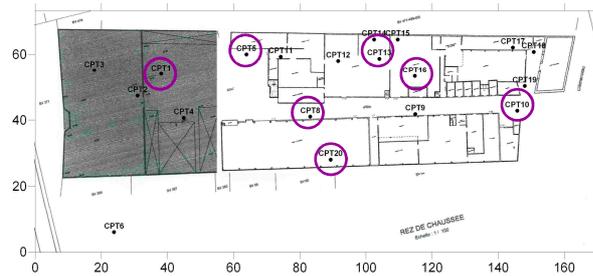
acquisition d'informations concernant la contamination des sols: BAT® Sampler

... localisation des zones sources et des panaches

Prélèvement des eaux souterraines:

Deux profondeurs de prélèvement:

- 3,6-3,7 m
- 4,6-4,7 m



INERIS
maîtriser le risque
pour un développement durable

Techniques de caractérisation des milieux mises en œuvre

Direct Push Technology

... retour d'expérience du projet CityChlor: mise en œuvre des DPT sur le site pilote France



acquisition d'informations concernant la contamination des sols: BAT® Sampler

... localisation des zones sources et des panaches

Prélèvement des eaux souterraines:

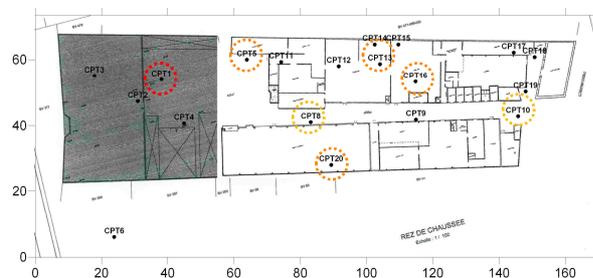
Deux profondeurs de prélèvement::

- 3,6-3,7 m
- 4,6-4,7 m

→ de 0,4 à 0,9 mg/L

→ de 2 à 4 mg/L

→ de 20 à 40 mg/L



INERIS
maîtriser le risque
pour un développement durable

Techniques de caractérisation des milieux mises en œuvre

Direct Push Technology

... retour d'expérience du projet CityChlor: mise en œuvre des DPT sur le site pilote France

PRINCIPALES CONCLUSIONS:

- a permis de confirmer la présence des zones sources suspectées lors de l'étude historique
- a également permis d'identifier de nouvelles zones contaminées
- certaines zones n'ont pas pu être investiguées
- les mesures réalisées par le MIP sont confirmés par les prélèvements mis en œuvre avec le BAT® Sampler



POTENTIEL INTÉRESSANT POUR LA MISE EN ŒUVRE D'UN DIAGNOSTIC DE SITE (ACQUISITION DE PARAMÈTRES GÉOPHYSIQUES, GÉOTECHNIQUES ET LA QUALITÉ DES MILIEUX EN SCREENING)

Techniques de caractérisation des milieux mises en œuvre

- ⇒ Direct Push Technologies pour la réalisation d'un "screening"
- ⇒ Echantillonneurs passifs pour la mesure de la qualité des eaux souterraines
- ⇒ Ouvrages et techniques de prélèvement pour la caractérisation multi-niveaux des gaz du sol
- ⇒ Prélèvement des gaz du sol et de l'air intérieur dans le cadre de travaux de modélisation des transferts depuis la zone non saturée vers l'air intérieur d'un bâtiment

Techniques de caractérisation des milieux mises en œuvre

Caractérisation et surveillance des eaux souterraines

... quelques rappels sur les techniques conventionnelles de prélèvement

PRATIQUES USUELLES:

- ✓ grâce à des **piézomètres** implantés sur site
- ✓ prélèvement conventionnel (à la **pompe**)

QUELQUES PRÉCAUTIONS D'USAGE:

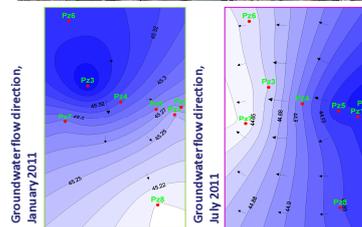
- ✓ à chaque campagne de prélèvements, différents paramètres doivent être précisés:

- niveau statique
- pH, conductivité, température, potentiel Redox (profil vertical au sein de la colonne d'eau)
- conditions météorologiques

SPECIFICITES DU SITE PILOTE "FRANCE":

- ✓ direction et sens d'écoulement des eaux souterraines

↩ Trois piézomètres supplémentaires implantés sur le site
(en amont et aval hydraulique)



INERIS
maîtriser le risque
pour un développement durable

Techniques de caractérisation des milieux mises en œuvre

Caractérisation et surveillance des eaux souterraines

... les **échantillonneurs passifs**, des techniques de prélèvement émergentes

COMPARAISON D'ÉCHANTILLONNEURS PASSIFS:



→ comparaison des performances et applications des modules sur un site pollué aux solvants chlorés (PCE, TCE, DCE, CV)

→ durée d'exposition fonction des propriétés de l'échantillonneur passif

→ au total **21 campagnes de prélèvement réalisées en septembre 2011 et janvier 2014**

INERIS
maîtriser le risque
pour un développement durable

Techniques de caractérisation des milieux mises en œuvre

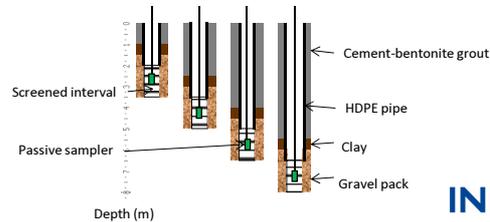
Caractérisation et surveillance des eaux souterraines

... retour d'expérience du projet CityChlor: mise en œuvre des *échantillonneurs passifs*

COMPARAISON D'ÉCHANTILLONNEURS PASSIFS:

- ✓ comparaison des résultats obtenus par prélèvement passif et par prélèvement conventionnel
- ✓ comparaison des performances et des applications des différents modules passifs (durée d'exposition, facilité de mise en œuvre...)
- ✓ grâce à quatre piézomètres en flûte pan (*intervalle crépiné court: 1,5 m*)

↳ *L'échantillonneur passif est placé au centre de l'intervalle crépiné*



Techniques de caractérisation des milieux mises en œuvre

Caractérisation et surveillance des eaux souterraines

... retour d'expérience du projet CityChlor: mise en œuvre des *échantillonneurs passifs*

COMPARAISON D'ÉCHANTILLONNEURS PASSIFS:

PRINCIPALES CONCLUSIONS:

- ↳ les concentrations mesurées à l'aide d'échantillonneurs passifs sont du **même ordre de grandeur** que les concentrations obtenues par prélèvement conventionnel (PDB, Membrane de Dialyse, Gore® Sorber Module)
- ↳ **il est difficile de comparer les données obtenues avec les dosimètres céramiques et les autres techniques** (*durée d'exposition*)
- ↳ **les résultats sont reproductibles** (PDB, Dialysis Membrane, Gore® Sorber Module)

ACQUISITION D'INFORMATIONS COMPLÉMENTAIRES AUX TECHNIQUES CONVENTIONNELLES DE PRÉLÈVEMENT

Détails et recommandations développés dans le livrable:

CityChlor: Passive samplers as an innovative way for groundwater quality monitoring, Julien Michel (INERIS)

Techniques de caractérisation des milieux mises en œuvre

- Direct Push Technologies pour la réalisation d'un "screening"
- Echantillonneurs passifs pour la mesure de la qualité des eaux souterraines
- Ouvrages et techniques de prélèvement pour la caractérisation multi-niveaux des gaz du sol
- Prélèvement des gaz du sol et de l'air intérieur dans le cadre de travaux de modélisation des transferts depuis la zone non saturée vers l'air intérieur d'un bâtiment

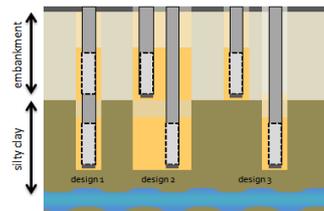
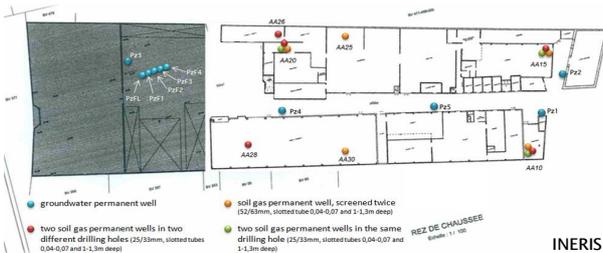
Techniques de caractérisation des milieux mises en œuvre

➤ Prélèvement multi-niveaux des gaz du sol

... retour d'expérience du projet CityChlor: mise en œuvre de **prélèvements multi-niveaux des gaz du sol**

COMPARAISON D'OUVRAGES PERMANENTS DÉDIÉS AU PRÉLÈVEMENT MULTI-NIVEAUX:

- ✓ comparaison de trois designs de piézaires multi-niveaux
 - piézair double crépine
 - piézaires multi-niveaux implantés dans un forage commun
 - piézaires multi-niveaux implantés dans deux forages indépendants
- ✓ intervalles crépinés courts, situés dans **deux horizons différents**:
 - les remblais (0,4-0,7m)
 - limono-argileux (1,0-1,3)



Techniques de caractérisation des milieux mises en œuvre

➤ Prélèvement multi-niveaux des gaz du sol

... retour d'expérience du projet CityChlor: mise en œuvre de **prélèvements multi-niveaux des gaz du sol**

COMPARAISON D'OUVRAGES PERMANENTS DÉDIÉS AU PRÉLÈVEMENT MULTI-NIVEAUX:

- ✓ comparaison de **trois designs de piézairs multi-niveaux**
 - piézair double crépine
 - piézairs multi-niveaux implantés dans un forage commun
 - piézairs multi-niveaux implantés dans deux forages indépendants
- ✓ intervalles crépinés courts, situés dans **deux horizons différents**
- ✓ 5 campagnes de prélèvement mise en œuvre (*prélèvement actif sur support adsorbant*)

PRÉCAUTIONS D'USAGE LORS DES CAMPAGNES:

- ✓ mesures et suivis de quelques paramètres
 - purge et mesure post-prélèvement au PID (qualitatif)
 - température et humidité au sein des piézairs
 - conditions météorologiques (station météo: température, pression, pluviométrie...)

TESTS MIS EN ŒUVRE:

- ✓ suivi de purge au PID
- ✓ **prélèvement actif dans différentes conditions** (saison, concentrations...)
- ✓ mise en recirculation

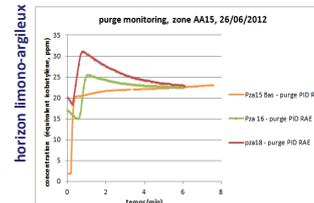
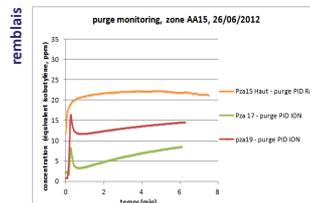
Techniques de caractérisation des milieux mises en œuvre

➤ Prélèvement multi-niveaux des gaz du sol

... retour d'expérience du projet CityChlor: mise en œuvre de **prélèvements multi-niveaux des gaz du sol**

COMPARAISON D'OUVRAGES PERMANENTS DÉDIÉS AU PRÉLÈVEMENT MULTI-NIVEAUX:

- ✓ suivi de purge au PID



- pas de tendance générale
- un écart plus marqué pour les piézairs double crépine

➡ Remise en cause de l'étanchéité du packer?

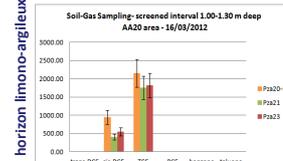
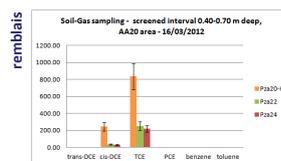
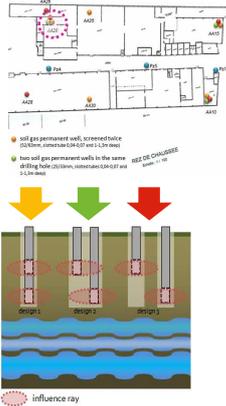
Techniques de caractérisation des milieux mises en œuvre

Prélèvement multi-niveaux des gaz du sol

... retour d'expérience du projet CityChlor: mise en œuvre de **prélèvements multi-niveaux des gaz du sol**

COMPARAISON D'OUVRAGES PERMANENTS DÉDIÉS AU PRÉLÈVEMENT MULTI-NIVEAUX:

✓ prélèvement actif sur support adsorbant



- concentrations du même ordre de grandeur pour tous les designs
- un écart plus marqué pour les piézaires double crépine (notamment dans les remblais)

Remise en cause de l'étanchéité du packer?

Techniques de caractérisation des milieux mises en œuvre

Prélèvement multi-niveaux des gaz du sol

... retour d'expérience du projet CityChlor: mise en œuvre de **prélèvements multi-niveaux des gaz du sol**

COMPARAISON D'OUVRAGES PERMANENTS DÉDIÉS AU PRÉLÈVEMENT MULTI-NIVEAUX:

PRINCIPALES CONCLUSIONS:

- une bonne corrélation entre les piézaires multi-niveaux implantés dans un forage commun et les piézaires implantés dans deux forages distincts
- des écarts plus marqués (suivi de purge, prélèvement) pour le piézair double crépine
- des variations de concentrations significatives d'une campagne de prélèvement à l'autre (influence des conditions météorologiques)

UN PREMIER RETOUR D'EXPÉRIENCE DEVANT ÊTRE RENFORCÉ PAR DE NOUVELLES INVESTIGATIONS (D'AUTRES SITES, D'AUTRES CONTEXTES) AFIN D'ABOUTIR DES RECOMMANDATIONS PERTINENTES ET PRÉCISES

Détails et recommandations développés dans le livrable:

CityChlor: Soil-gas monitoring: soil-gas sampling installations and soil-gas sampling techniques, Marie Lemoine, Olivier Bour, Corinne Hulot (INERIS)

Techniques de caractérisation des milieux mises en œuvre

- Direct Push Technologies pour la réalisation d'un "screening"
- Echantillonneurs passifs pour la mesure de la qualité des eaux souterraines
- Ouvrages et techniques de prélèvement pour la caractérisation multi-niveaux des gaz du sol
- Prélèvement des gaz du sol et de l'air intérieur dans le cadre de travaux de modélisation des transferts depuis la zone non saturée vers l'air intérieur d'un bâtiment

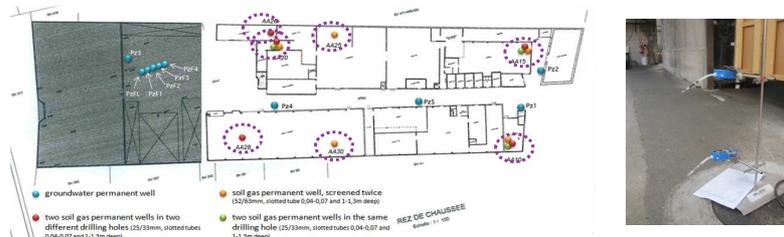
Techniques de caractérisation des milieux mises en œuvre

➤ Modélisation des transferts de la ZNS vers l'air intérieur

... retour d'expérience du projet CityChlor: mise en œuvre de **prélèvements d'air intérieur et modélisation**

ACQUISITION DE DONNÉES POUR LA MODÉLISATION:

- ✓ 7 zones de prélèvement (à 10 et 50 cm de hauteur)
- ✓ 5 campagnes de prélèvement mises en œuvre (prélèvement actif sur support adsorbant)



➤ Travaux réalisés dans le cadre de la thèse d'Amadou Thiam: **Transfert de vapeurs de composés organiques volatils chlorés depuis les sols et eaux souterraines vers l'air ambiant de bâtiments**



Techniques de caractérisation des milieux mises en œuvre

➤ Direct Push Technologies: CPT/MIP et BATSampler

- ✓ techniques pertinentes pour l'acquisition de données concernant les propriétés du sol (lithologie, perméabilité...) mais aussi afin de localiser les sources de pollution et leurs panaches investigations, dans le cadre de screening de site
- ✓ bonne corrélation observée entre les résultats des techniques CPT/MIP et BATSampler

➤ Echantillonneurs passifs pour les eaux souterraines

- ✓ Outils pertinents pour la caractérisation et la surveillance de la qualité des eaux souterraines
- ✓ Certaines recommandations ont pu être formulées dans le cadre de ce projet

➤ Prélèvements multi-niveaux des gaz du sol

- ✓ Deux designs de piézaires multi-niveaux présentent des résultats comparables et cohérents (suivi de purge, concentrations): *piézaires implantés dans un forage commun et piézaires implantés dans deux forages distincts*
- ✓ D'autres essais doivent être réalisés sur des sites afin d'apporter un retour d'expérience plus général (pour permettre d'aboutir à des recommandations)



Gestion intégrée des sites pollués aux solvants chlorés, situés en milieu urbain



➤ Pilot site investigations

- *Pilot Project "Ile de France", use of tools for groundwater, soil, soil-gas and indoor air characterization, in the frame of chlorinated solvent pollution in urban areas*, Julien Michel, Marie Lemoine

➤ Soil-gas investigations

- *Soil-gas monitoring: soil-gas sampling installations and soil-gas sampling techniques*, Marie Lemoine, Olivier Bour, Corinne Hulot
- *Attenuation of Vinyl Chloride in the vadose zone*, Olivier Bour

➤ Groundwater investigations

- *Passive samplers as an innovative way for groundwater quality monitoring*, Julien Michel

➤ Gas Transfer from soil to indoor air

- *Models for predicting transfers to indoor air*, Guillaume Gay, Amadou Thiam