

Un aperçu des sondes MIHPT et OIP de Geoprobe® et leur impact dans les études hydro-géo-environnementales modernes



Fabian De Weirdt, M. Sc.
Geoprobe® Environmental Technologies

INTERSOIL BXL 13/11/18

Un aperçu des sondes MIHPT et OIP de Geoprobe® et leur impact dans les études hydro-géo-environnementales modernes

1. Contexte
2. La sonde MIHPT
3. Exemples de profils MIHPT
4. La sonde OIP
5. Exemples de profils OIP
6. Conclusions & challenges

INTERSOIL BXL 13/11/18

2

1. Contexte (USA) :	Expérience US en investigations environnementales
<ul style="list-style-type: none"> ▪ 40+ années d'expérience dans la gestion de sites (... décharges, friches industrielles, usines chimiques, usines à gaz, raffineries, stations-service, blanchisseries ...) ▪ Maturité dans le cycle de gestion des sites pollués : étude préliminaire/characterisation/assainissement ▪ Nouveaux paradigmes & acronymes (CSM, TRIAD, HRSC ...) et méthodologies & outils associés 	
<p style="text-align: center;">INTERSOIL BXL 13/11/18 3</p>	

1. Contexte (USA) :	Expérience US en investigations environnementales
<p>Challenges liés à l'assainissement :</p> <ul style="list-style-type: none"> ❑ Les sites peuvent être complexes : <ul style="list-style-type: none"> ➤ Hétérogénéités dans la géologie ➤ Grandes différences dans la mobilité des contaminants concernés ❑ Cette complexité complique l'assainissement <p style="text-align: center;">Comprendre la distribution de la masse des contaminants au regard de la géologie et de l'hydrologie est une clé dont dépend le succès d'un assainissement</p>	
<p style="text-align: center;">INTERSOIL BXL 13/11/18 4</p>	

1. Contexte (USA) :

Expérience US en investigations
environnementales

■ High Resolution Site Characterization (HRSC)

- US EPA (2012)
- Utilisation de stratégies et de techniques innovantes basées sur la science pour les études de sols
- Mesures à l'échelle appropriée et une plus grande densité d'échantillons afin de mieux définir la distribution des contaminants et le contexte physique dans lequel ils résident avec une plus grande certitude
- Pour un assainissement plus rapide et plus efficace surtout lorsque l'utilisation de techniques d'assainissement in-situ augmente

INTERSOIL BXL 13/11/18

5

Machines Geoprobe®

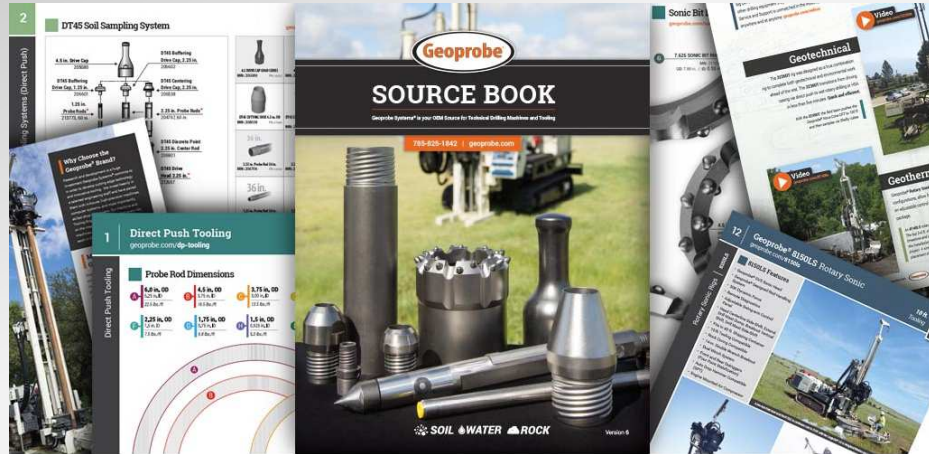
7822DT



INTERSOIL BXL 13/11/18

6

Outils Geoprobe®



INTERSOIL BXL 13/11/18

7

Sondes Geoprobe®

- EC
- MIP-EC
- HPT-EC
- MIHPT-EC
- OIP-EC
- OIHPT-EC
- OI-CPT-EC



INTERSOIL BXL 13/11/18

8

Un aperçu des sondes MIHPT et OIP de Geoprobe® et leur impact dans les études hydro-géo-environnementales modernes

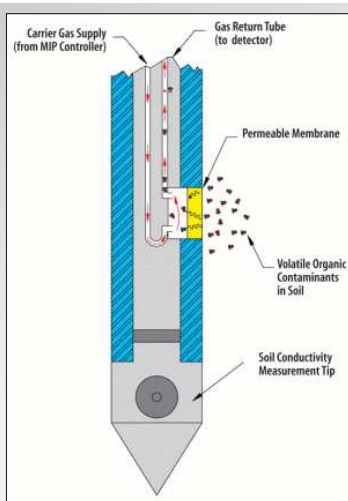
1. Contexte
2. La sonde MIHPT
3. Exemples de profils MIHPT
4. La sonde OIP
5. Exemples de profils OIP
6. Conclusions & challenges

INTERSOIL BXL 13/11/18

9

2. La sonde MIHPT

Partie MIP (Membrane Interface Probe)



- Mesures de la conductivité électrique du sol
- Une membrane chauffée permet la diffusion de COV
- Un gaz vecteur les transporte vers des détecteurs situés en surface
- Système de détection typique : FID-PID-XSD
- Analyse en continu
- Génère un profil des COV en f(profondeur)
- Mesures en zone saturée et insaturée
- Résolution : 1 set de paramètres par 15mm
- Limites de détection typiques* :
 - ☐ +/- 0,1 – 1,0 ppm (standard MIP)
 - ☐ +/- 0,01 – 0,1 ppm (LL-MIP)
- Nécessite la formation des opérateurs

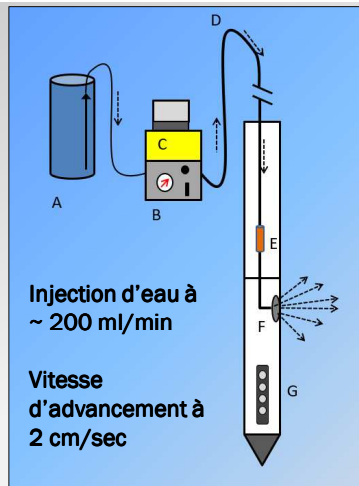
* Dépendent aussi de l'âge et du niveau d'entretien du système

INTERSOIL BXL 13/11/18

10

2. La sonde MIHPT

Partie HPT (Hydraulic Profiling Tool)



- A) Réservoir d'eau
- B) Pompe & débit-mètre
- C) Système d'acquisition (FI6003)
- D) Trunkline
- E) Capteur de pression HPT
- F) Port d'injection/filtre HPT
- G) Configuration EC (Wenner ou dipolaire)

Loi de Darcy :
 $K \sim Q/P$
 $K \sim 1/P$ si Q est constant

INTERSOIL BXL 13/11/18

11

2. La sonde MIHPT

Mesures EC et HPT

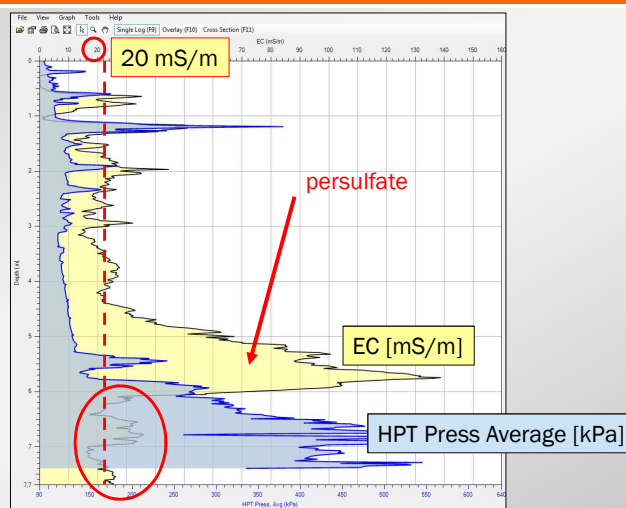
- **EC ↑↑↑ / HPT ↑↑↑ :**
 - contenu limoneux/argileux (perméabilité réduite)
- **EC ↓↓↓ / HPT ↓↓↓ :**
 - intervalle sableux, sans impact ionique
- **EC ↓↓↓ / HPT ↑↑↑ :**
 - limons, argiles .. à faible minéralogie
- **EC ↑↑↑ / HPT ↓↓↓ :**
 - impact ionique (→ *Est GW Conductance*)

INTERSOIL BXL 13/11/18

12

2. La sonde MIHPT

Mesures EC et HPT

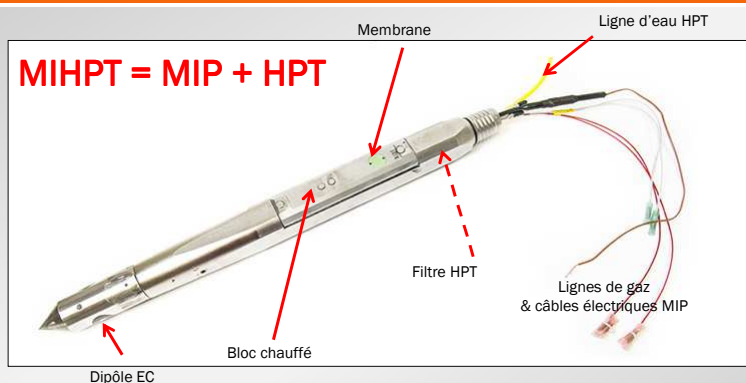


INTERSOIL BXL 13/11/18

13

2. La sonde MIHPT

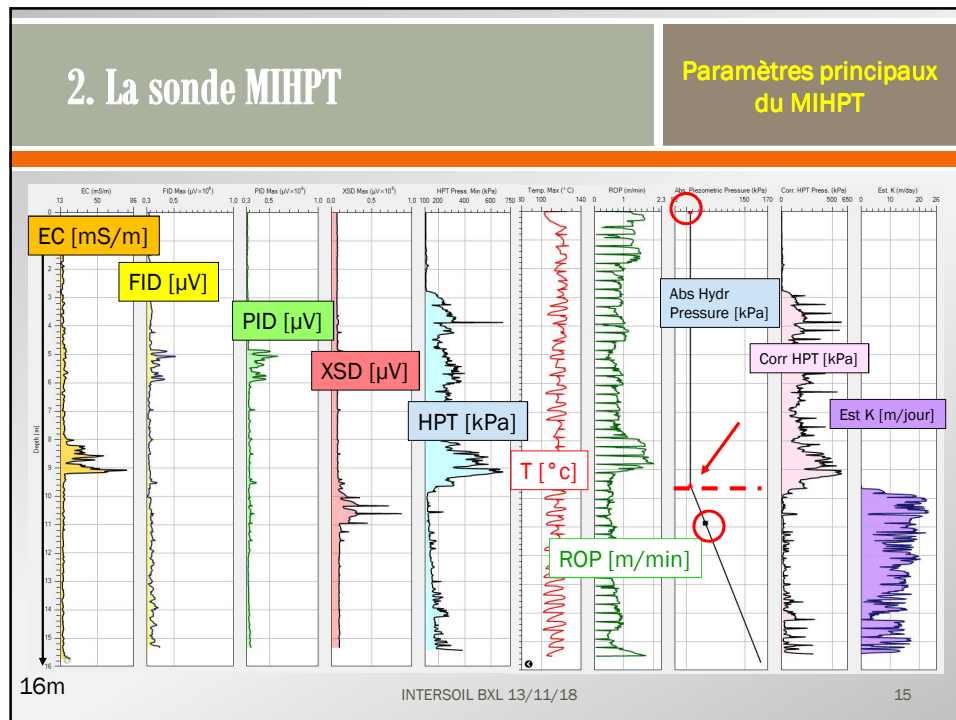
Membrane Interface
Hydraulic Profiling
Tool (MIHPT)



- MIP : détection des Composés Organiques Volatils (COV)
- HPT : estimation de la perméabilité (Est. K) en zone saturée

INTERSOIL BXL 13/11/18

14



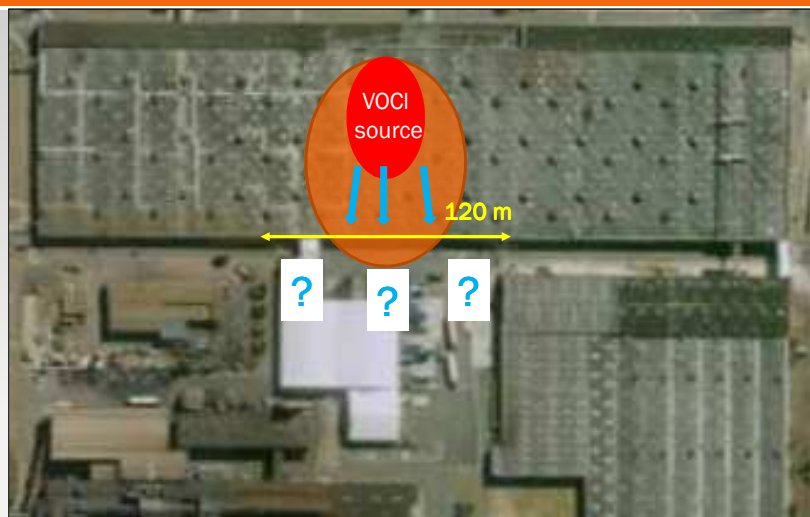
Un aperçu des sondes MIHPT et OIP de Geoprobe® et leur impact dans les études hydro-géo-environnementales modernes

1. Contexte
2. La sonde MIHPT
3. Exemples de profils MIHPT
4. La sonde OIP
5. Exemples de profils OIP
6. Conclusions & challenges

INTERSOIL BXL 13/11/18

3. Profils MIHPT : Exemple 1

Site en France
(solvants chlorés)

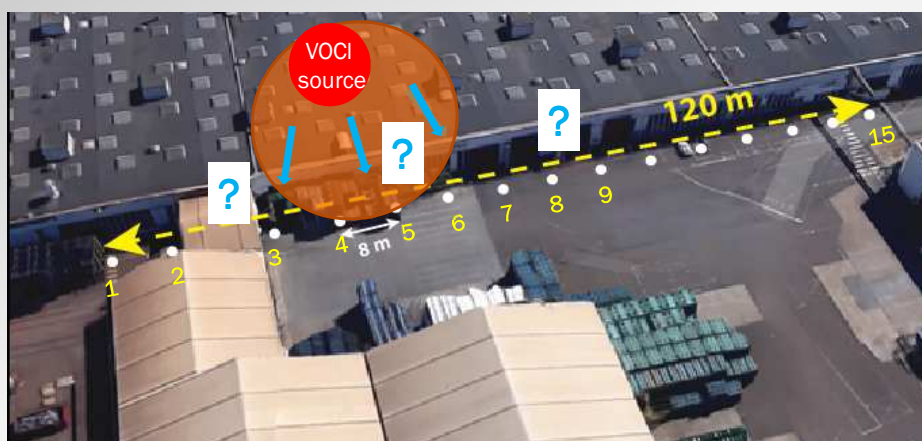


INTERSOIL BXL 13/11/18

17

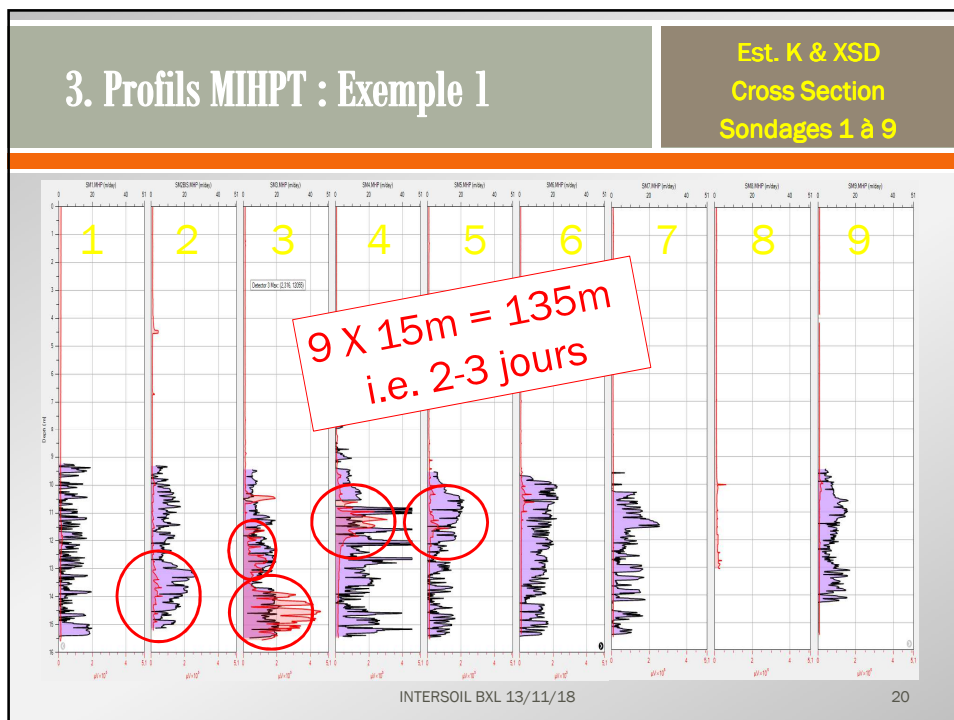
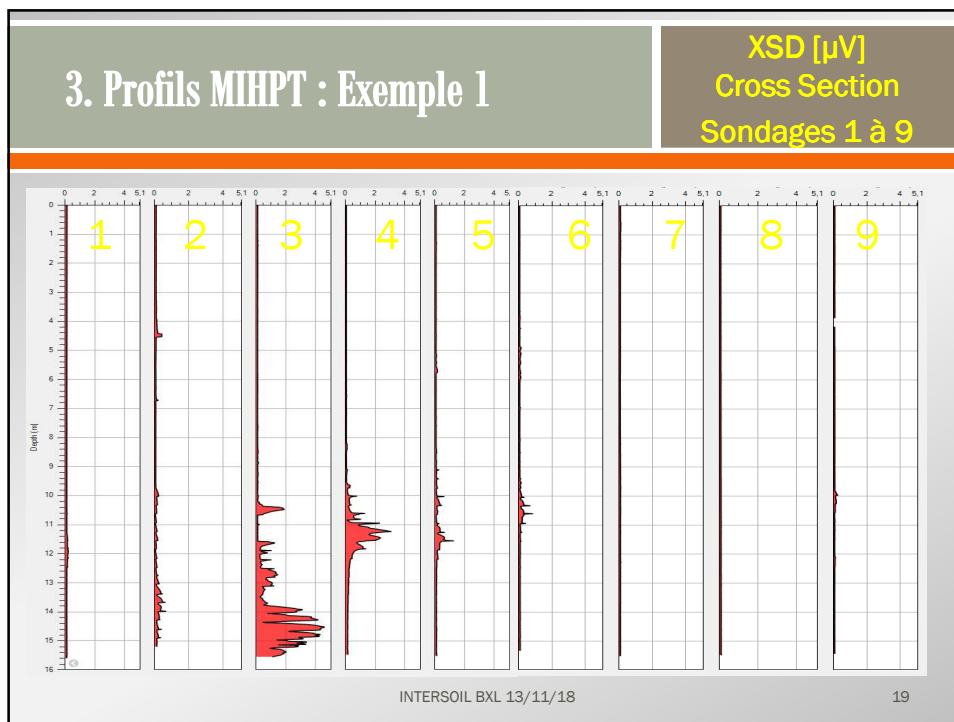
3. Profils MIHPT : Exemple 1

Site en France
(solvants chlorés)



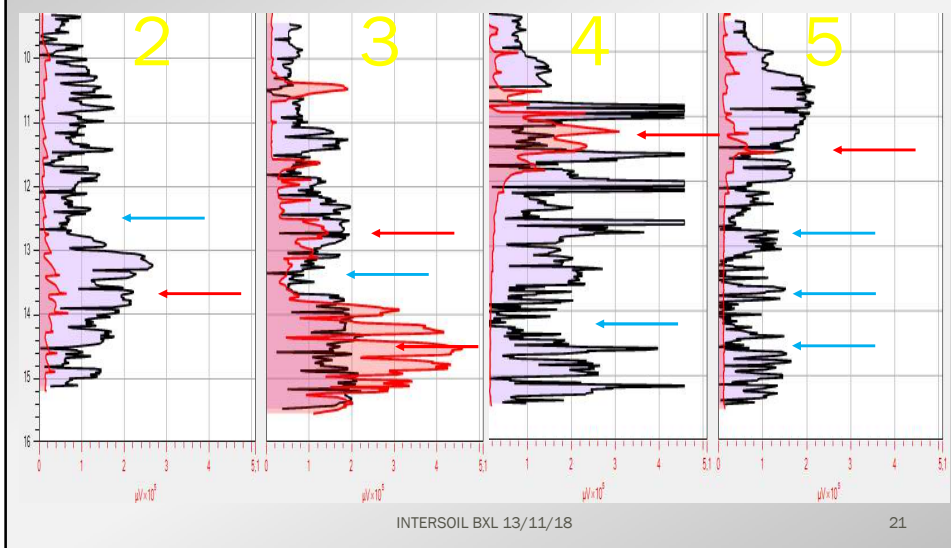
INTERSOIL BXL 13/11/18

18



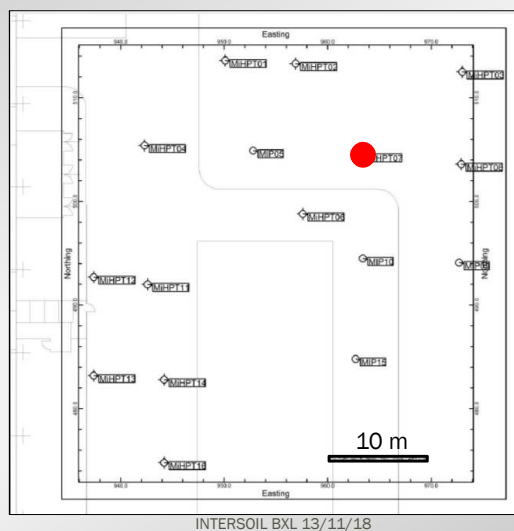
3. Profils MIHPT : Exemple 1

ZOOM sur XSD et Est. K
Sondages 2 à 5



3. Profils MIHPT : Exemple 2

Site en Italie
Solvants chlorés
(1,2-DCE, TCE, PCE)

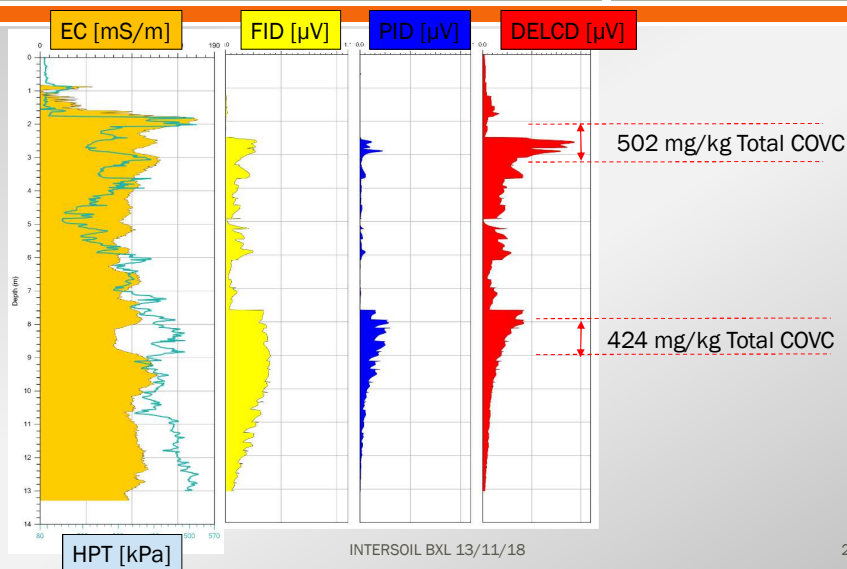


- 1600 m²
- 16 profiles
- 15m max

22

3. Profils MIHPT : Exemple 2

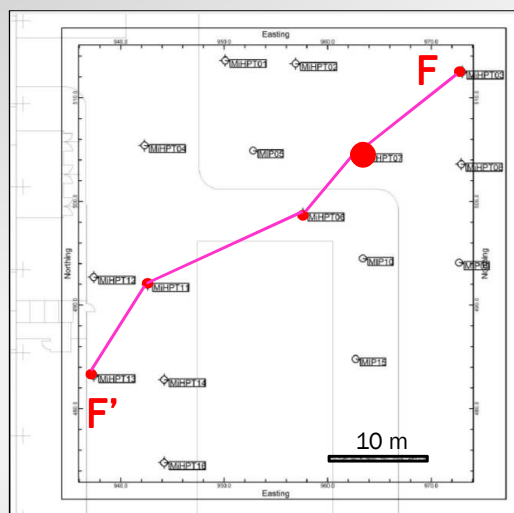
Site en Italie
Solvants chlorés
(1,2-DCE, TCE, PCE)



23

3. Profils MIHPT : Exemple 2

Site en Italie
Solvants chlorés
(1,2-DCE, TCE, PCE)

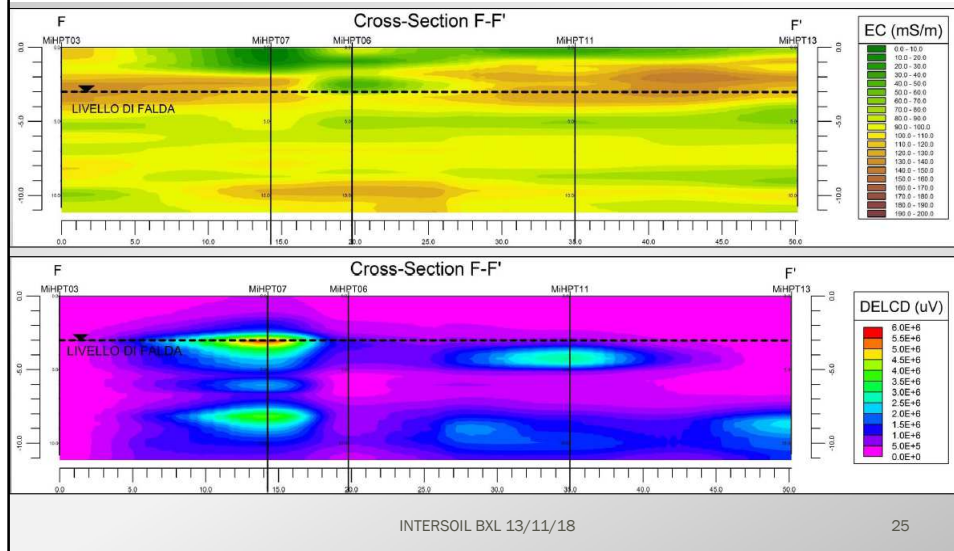


- 1600 m²
- 16 sondages
- 15m max

24

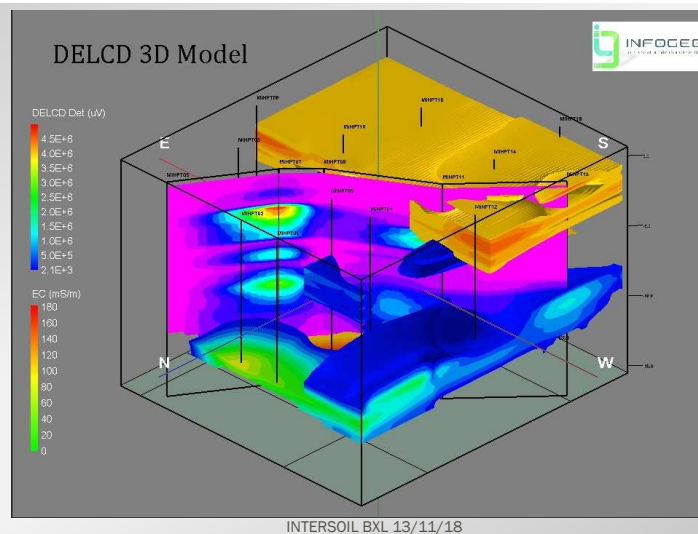
3. Profils MIHPT : Exemple 2

Site en Italie
Solvants chlorés
(1,2-DCE, TCE, PCE)



3. Profils MIHPT : Exemple 2

Site en Italie
Solvants chlorés
(1,2-DCE, TCE, PCE)



Utilité de la sonde MIHPT :

- ✓ Distribution verticale des COV
 - solvants chlorés (VC, TCE, PCE ..), BTEX, hydrocarbures légers ..
- ✓ Précieux guide pour la phase d'échantillonnage
- ✓ Estimation rapide de K [m/jour] à l'échelle du cm
- ✓ Idéalement à confirmer/calibrer avec des Slug Tests Pneumatiques
- ✓ Les données HPT confirment les données EC
 - détection d'anomalies (intrusions saumâtres ..)
- ✓ Modélisation des plumes en migration
 - Outil précieux pour la gestion des risques
 - Outil précieux pour le plan d'assainissement

INTERSOIL BXL 13/11/18

27

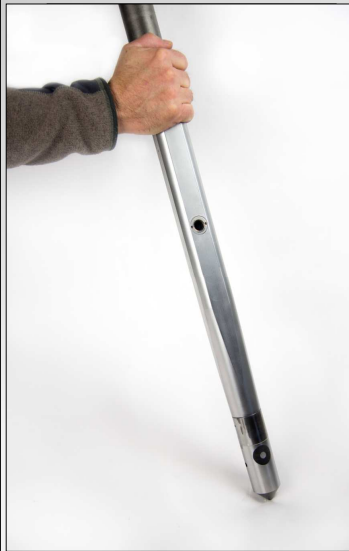
Un aperçu des sondes MIHPT et OIP de Geoprobe® et leur impact dans les études hydro-géo-environnementales modernes

1. Contexte
2. La sonde MIHPT
3. Exemples de profils MIHPT
4. **La sonde OIP**
5. Exemples de profils OIP
6. Conclusions & challenges

INTERSOIL BXL 13/11/18

28

4. La sonde OIP



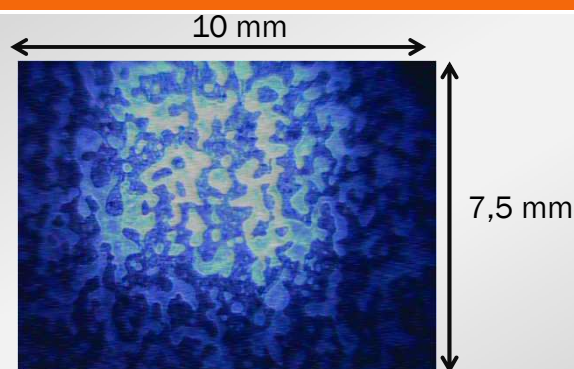
- De la lumière UV (275nm) est dirigée vers le sol au travers d'une fenêtre en saphir pendant que la sonde est enfoncée dans le sol à 2cm/sec
- Une caméra prend 30 clichés du sol par seconde
- Des molécules HAP présentes dans le sol fluorescent et émettent de la lumière visible
- Les clichés sont analysés instantanément pour détecter la fluorescence
- Un dispositif de saisie d'image sélectionne une image représentative et l'enregistre dans un fichier en fonction de la profondeur tous les 15mm (résolution à l'échelle du cm)
- Des clichés du sol éclairés par de la lumière visible peuvent également être enregistrés afin d'aider dans la description de la couleur et de la texture du sol
- La sonde OIP est percussible ! (machines Geoprobe® séries 66/67 & 78)

INTERSOIL BXL 13/11/18

29

4. La sonde OIP

Résolution de l'image OIP



Typical Image of fluorescence from fuel hydrocarbons in soil illuminated by OIP-UV source

Résolution : 640 x 480 (307.200 pixels)

Fréquence : 30 fps

1 image est enregistrée tous les 15mm → 1320 images pour un profil de 20m

INTERSOIL BXL 13/11/18

30

4. La sonde OIP

Images OIP
"immobiles"

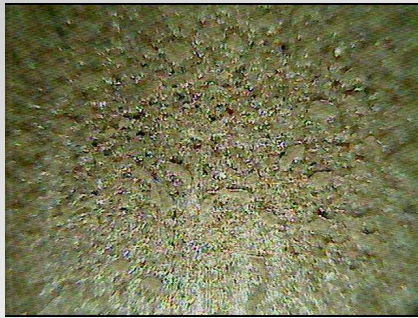


Image immobile "visible"



Image immobile "UV"

INTERSOIL BXL 13/11/18

31

Un aperçu des sondes MIHPT et OIP de Geoprobe® et leur impact dans les études hydro-géo-environnementales modernes

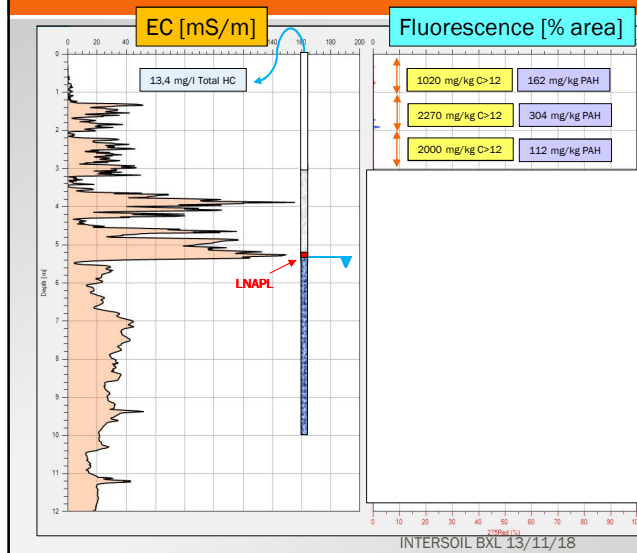
1. Contexte
2. La sonde MIHPT
3. Exemples de profils MIHPT
4. La sonde OIP
5. Exemples de profils OIP
6. Conclusions & challenges

INTERSOIL BXL 13/11/18

32

5. Profils OIP : Exemple 1

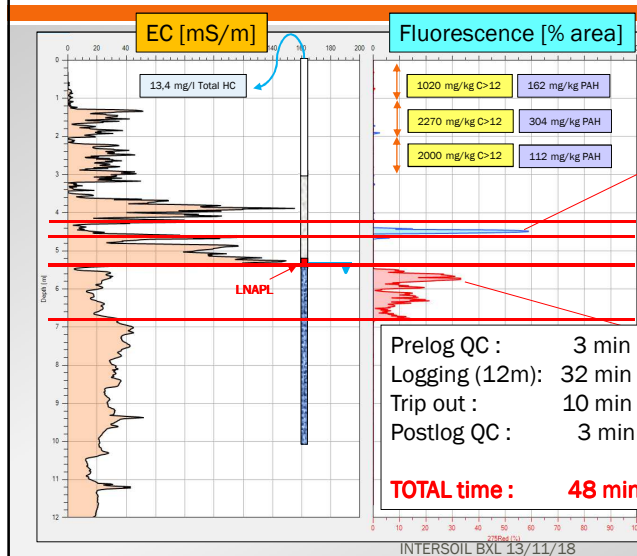
Site en Italie
(usine à gaz)



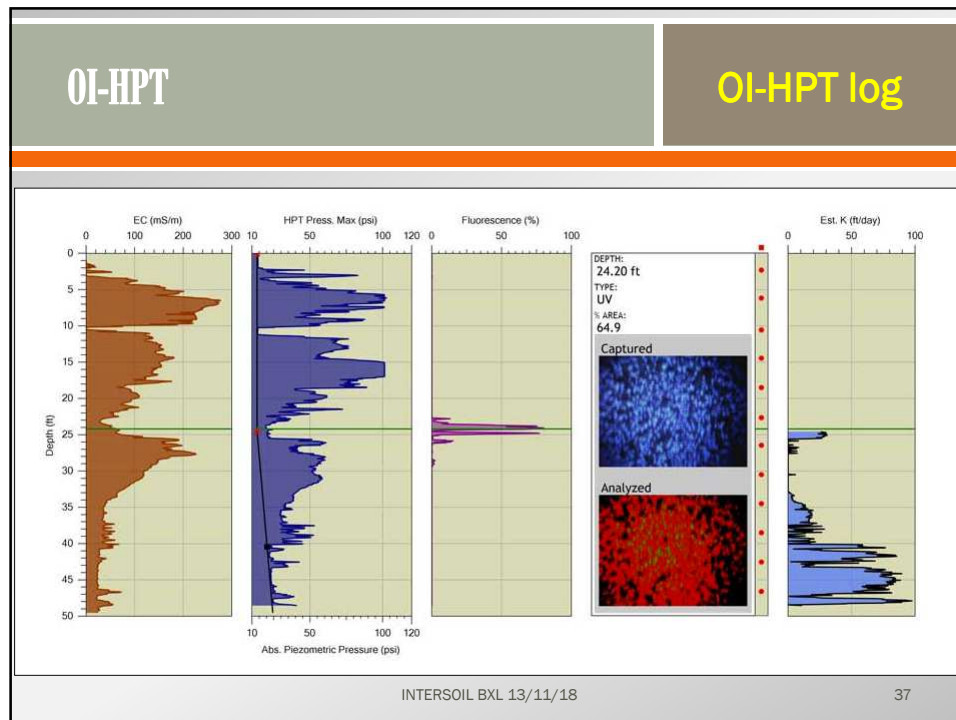
33

5. Profils OIP : Exemple 1

Site en Italie
(usine à gaz)

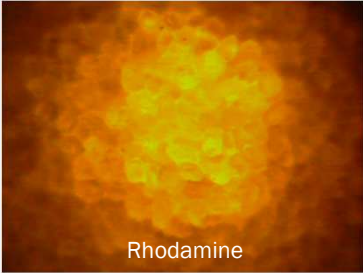


34

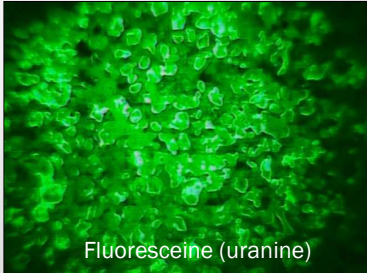


Applications OIP
OIP-UV

- Hydrocarbures : essence, diesel, kérosène, pétrole ..
- Huiles : moteur, hydraulique ..
- Traceurs fluorescents : eosine, rhodamine, uranine ..

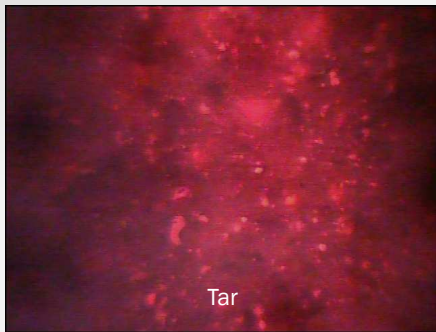


Rhodamine



Fluoresceine (uranine)

INTERSOIL BXL 13/11/18 38

Applications OIP	OIP-G/IR
<p>➤ Bitumes, créosote (OIP-G)</p> <div data-bbox="564 566 1002 896">  <p>Tar</p> </div> <div data-bbox="702 963 888 987">INTERSOIL BXL 13/11/18</div> <div data-bbox="1193 963 1225 987">39</div>	

Applications OIP	OIP-Vis
<p>➤ Injections :</p> <div data-bbox="383 1509 772 1800">  <p>AVANT</p> </div> <div data-bbox="810 1509 1200 1800">  <p>APRES</p> </div> <div data-bbox="437 1800 759 1830">Sable avant injection de carbone</div> <div data-bbox="841 1800 1163 1830">Sable après injection de carbone</div> <div data-bbox="702 1897 888 1919">INTERSOIL BXL 13/11/18</div> <div data-bbox="1037 1854 1184 1917">  </div> <div data-bbox="1193 1899 1225 1919">40</div>	

Applications OIP

OIP-Vis

➤ Geoarchéologie (OIP-VIS) :

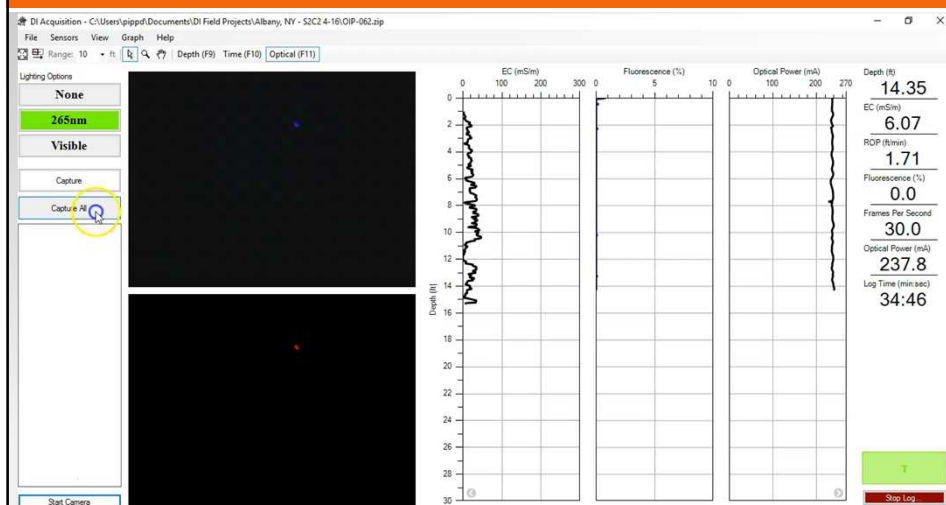


INTERSOIL BXL 13/11/18

41

5. Profils OIP :

Optical Image Profiler (OIP)



INTERSOIL BXL 13/11/18

42

Un aperçu des sondes MIHPT et OIP de Geoprobe® et leur impact dans les études hydro-géo-environnementales modernes

1. Contexte
2. La sonde MIHPT
3. Exemples de profils MIHPT
4. La sonde OIP
5. Exemples de profils OIP
6. Conclusions & challenges

INTERSOIL BXL 13/11/18

43

6. Conclusions & challenges

Conclusions

- Le MIHPT et le OIP sont des outils qui collectent des données de haute résolution pendant leur enfoncement dans les sols
- Ces sondes sont un grand pas en avant pour une meilleure compréhension des conditions hydrogéologiques des sols
 - la localisation et la mobilité des contaminants peuvent être rapidement évaluées
- Elles aident à **diminuer les coûts de gestion** d'un site :
 - Moins de mobilisation (par la prise de décisions sur site)
 - Guidance pour l'effort d'échantillonnage
 - Guidance pour le plan d'assainissement

INTERSOIL BXL 13/11/18

44

6. Conclusions & challenges

Challenges

- Intégration progressive de ces techniques innovantes dans les méthodologies modernes
- Approbation de ces nouvelles approches et des nouvelles technologies associées :
 - ✓ Par les décideurs (crainte légitime du nouveau)
 - ✓ Par la société (→ éducation)

MERCI A **INTERSOIL 2018**
POUR CETTE PLATEFORME EDUCATIVE

MERCI A **VOUS**
POUR VOTRE ATTENTION



INTERSOIL BXL 13/11/18

45