

CODES DE BONNES PRATIQUES POUR L'UTILISATION DE  
 TECHNIQUES ALTERNATIVES D'INVESTIGATION DU SOL

# PID/FID

(Détection par photoionisation / détection par ionisation de flamme)



## Description de la technique

Le PID (détection par photoionisation) et le FID (détection par ionisation de flamme) sont des méthodes de screening permettant d'estimer la concentration totale en composés organiques volatiles d'un échantillon de sol, respectivement par photoionisation et par ionisation de flamme.

### INFORMATIONS GÉNÉRALES

#### A. Composantes du sol investiguées

La technique est utilisable pour investiguer la présence de contaminants dans les composantes du sol suivante :

Composantes du sol	Remarques	
Matrice du sol	X	
Eau souterraine	-	La détection de polluants dans l'eau souterraine peut toutefois être effectuée à l'aide d'une mesure au droit d'un piézomètre, dans sa partie supérieure. Il s'agit alors d'une mesure plutôt qualitative, permettant de détecter ou non la présence de composés organiques volatils
Phase gazeuse du sol	X	

#### B. Contaminants analysés

La technique permet l'investigation des contaminants suivants :

Contaminants analysés	Matrice du sol	Eau souterraine	Phase gazeuse du sol	Remarques
Aromatiques (BTEX)	X	-	X	PID : large gamme de composants organiques et quelques composants inorganiques volatils (aldéhydes, cétones, alcools, chloro- et bromoethanes, BTEX, jet fuels, CS <sub>2</sub> , diesel fuel, chloréthènes, éthers, aliphates, essence,...). Remarque : pas de mesure de méthane. FID : composés organiques avec liaison C-H (dont méthane).
Solvants chlorés (VOCL, Cl-éthène, Cl-éthane, aromatiques chlorés)	X	-	X	
HAP (naphtalène uniquement)	X	-	X	
HMV (C5-C10)	X	-	X	
HM (C10-C40)	X	-	X	
ML (+Cobalt)	-	-	-	
Cyanures	X	-	X	
LNAPL	-	-	-	
DNAPL	-	-	-	
Autres	X	-	X	

### C. Contexte environnemental d'application

La technique alternative d'investigation du sol est utilisable dans les conditions environnementales suivantes :

Type de sol		Remarques
Remblais	X	
Sable	X	
Limon	X	
Gravier	X	
Tourbe	X	
Argile	X	
Grès	X	
Autres (schiste, roches métamorphique, craies)	X	
<b>Caractéristiques hydrogéologiques</b>		
Hétérogène et perméable	X	
Hétérogène et semi-perméable	X	
Hétérogène et imperméable	X	
<b>Profondeur</b>		
Superficielle	X	
1-5 m-ns	X	
5-10 m-ns	X	
10-15 m-ns	X	
>15 m-ns	X	
<b>Revêtement de sol</b>		
Pas de revêtement	X	Tout type de revêtement pour autant que celui-ci puisse être retiré pour la réalisation de la mesure
Maçonnerie (clinkers)	X	
Pavé	X	
Carrelage	X	
Asphalte	X	
Béton	X	
Autres	X	
<b>Espace de travail minimum</b>		
Dimension L x h x l	-	Le PID/FID sont des instruments portatifs
<b>Technique applicable pour des zones contaminées de :</b>		
Petite surface (1-5 m <sup>2</sup> )	X	
Moyenne surface (5 – 200 m <sup>2</sup> )	X	
Grande surface (>200 m <sup>2</sup> )	X	

### D. Paramètres physico-chimiques analysés

La technique permet l'investigation des paramètres physico-chimiques suivants :

Paramètres physico-chimiques analysés	Matrice du sol	Eau souterraine	Phase gazeuse du sol	Remarques
pH	-	-	-	
EC	-	-	-	
Température	-	-	-	
Conductivité hydraulique	-	-	-	

### E. Principes – Modalités

**PID** (détection par photoionisation) : le détecteur à photoionisation utilise les propriétés d'ionisation des molécules gazeuses lorsqu'elles sont soumises à un rayonnement UV d'énergie suffisante. Le choix de la lampe UV est fonction du potentiel d'ionisation des composés que l'on souhaite mesurer : l'énergie d'ionisation de la lampe du PID doit être supérieure au potentiel d'ionisation de la molécule à investiguer. En général on utilise une lampe de 10,6 électronvolt (eV) mais l'utilisation d'autres lampes sont également possibles. Les lampes les plus courantes (appartient à la lampe 10,6 eV) sont des lampes 9,5 eV et 11,7 eV. La plupart des PID sont calibrés à l'aide du gaz standard (l'isobutylène). Le PID détecte toutes les gaz qui ont un potentiel d'ionisation plus bas que la lampe appliquée. La mesure doit être multipliée par le « facteur de correction » ou être divisé par le « facteur de réponse » (le facteur de

réponse est l'inverse du facteur de correction). Ce dernier dépend du composant principal investigué et de la lampe utilisée. Le « facteur de correction » est indiqué dans les tableaux fournis par le fournisseur de l'appareil PID.

Le PID est sensible pour des taux d'humidité élevés. Les vapeurs d'eau dans la chambre d'ionisation peuvent donner un signal faux positif avec un courant de fuite. La couche des cristaux de sel présente entre la lampe et la chambre d'ionisation peut être abimée par l'humidité qui peut influencer la mesure négativement.

La réponse du PID diminue si la température augmente. La raison pour ce phénomène n'est pas bien connue mais un changement de densité des gaz causé par l'effet de la température joue probablement un rôle.

La réponse du PID varie également avec de la pression. Le facteur de correction augmente si le mesure se réalise à des grandes altitudes.

Les mesures PID sont valables comme screening qualitative. Une conversion vers des valeurs quantitatives pour des composants spécifiques n'est pas simple et n'est pas conseillée.

**FID** (détection par ionisation de flamme) : tous les composés organiques comportant une liaison carbone-hydrogène s'ionisent lorsqu'ils sont introduits dans une flamme alimentée par un brûleur air/hydrogène. Par application d'un champ électrique, les ions formés sont collectés et le courant correspondant est mesuré. Le signal mesuré, est en première approximation, proportionnel au nombre de liaisons C-H introduites dans la flamme (ou au nombre d'atomes de carbone associés).

Il existe des appareils « dual detectors » combinant PID et FID.

## F. Informations complémentaires

Des informations complémentaires sont fournies dans le tableau suivant :

Informations complémentaires	
Nature de la technique	Détection de l'ionisation de photons
Fréquence de prises de mesures	Continu
Temps d'acquisition des résultats	Quelques secondes, lecture directe
Présentation / visualisation des résultats	Concentrations en composés organiques volatils totaux
Niveau d'expérience requis	Limité
Nature du résultat de la mesure	Semi-quantitatif : les concentrations mesurées doivent être calculées en fonction du facteur de correction ou étalonnées, converties ou corrélées avec des mesures et des analyses classiques.
Précision / Limite de détection / Unité de mesure	PID : selon la molécule investiguée, . En général 50 ppb FID : 0,2 ppm
Prix d'achat	PID : 2.000€ à 4.000€ (HTVA) FID : 2.000€ à 6.000€ (HTVA)

## EXIGENCES TECHNIQUES

### A. Procédure avant utilisation sur site

1. Test de réponse ou requis qualité :
  - a. Suivre le manuel du fournisseur pour réaliser le test de réponse ; Approcher un marqueur à l'alcool pour vérifier que l'instrument fonctionne.
2. Calibration : les mesures PID/FID doivent être calibrées (voir manuel du fournisseur).
3. Fréquence d'utilisation de la technique alternative
  - i. A Bruxelles et en Belgique, la technique est fréquemment utilisée.
  - ii. Le PID et FID sont largement reconnus au plan international et font notamment l'objet des normes suivantes :
    - France : NF X 43-301, homologuée en décembre 1991

- Allemagne : VDI 3481 Blatt 1 et Blatt 3
- Europe : EN 16995:2017
- USA : procédure 25 A de l'EPA
- ISO 10381-7

## B. Description de l'opération sur le terrain

### PID :

1. Placer un filtre à humidité/poussières sur l'instrument ;
2. Un échantillon de sol est soigneusement recueilli avec un minimum de perturbation.
3. L'échantillon est immédiatement placé dans un flacon en verre contenant de l'eau sans composants organiques. Le flacon est fermé immédiatement en utilisant une feuille d'aluminium et le bouchon.
4. Le flacon scellé contenant l'échantillon est secoué à la main pendant 10 à 15 secondes et l'échantillon est inspecté visuellement pour s'assurer de la dispersion complète de l'échantillon dans l'eau.
5. Le tube d'entrée du détecteur de photoionisation portable (PID) est inséré à travers un trou pré-perforé dans le bouchon, à travers la feuille d'aluminium, et dans le mélange échantillon / eau.
6. La réponse du PID est mesurée 2 à 3 secondes après la perforation du film protecteur. La réponse de l'échantillon est comparée à un étalon et est une estimation de la concentration totale en COV.
7. L'estimation de la concentration totale en COV s'affiche sur l'instrument de mesure.

### FID :

1. Faire préchauffer l'appareil environ 30 minutes.
2. Collecter un échantillon de sol d'environ 250 g dans un bocal.
3. Sceller l'échantillon dans le bocal en plaçant un carré de feuille d'aluminium sur celui-ci et visser le couvercle.
4. Secouer le bocal durant 30 secondes pour mélanger l'échantillon.
5. L'échantillon doit avoir une température située entre 15°C et 25°C.
6. Laisser l'échantillon reposer environ 15 min
7. Secouer à nouveau le bocal durant 30 secondes.
8. Insérer la sonde dans le bocal à travers la feuille d'aluminium pour mesurer la concentration en COV dans l'espace de tête.
9. Lire la concentration affichée sur l'appareil.

Une alternative à la méthode décrite ci-dessus est **la méthode du sachet**. Pendant le forage (à la tarière), ou immédiatement après le forage, un échantillon de sol est mis dans un sachet plastique. Le sachet est refermé en laissant un certain volume d'air et secoué pendant quelques secondes. Le PID/FID est ensuite inséré du niveau de la phase gazeuse du sachet afin d'obtenir une indication sur la présence ou non de composés organiques volatils dans l'échantillon de sol.

## C. Procédure après l'acquisition des résultats

Validation des résultats (Procédure de validation / recommandations pour la validation)

Semi-quantitatif : La mesure indiquée par l'appareil PID doit être corrigée avec un facteur de correction (FC). Chaque composant chimique a son propre facteur de correction dépendant de la lampe utilisée et du gaz de calibration. Une liste avec des facteurs de correction est fournie par le fournisseur. Les facteurs de correction sont calculés par la formule suivante :  $FC_{\text{composant}} = R_{\text{cal}}/R_{\text{composant}}$  avec  $R_{\text{cal}}$  et  $R_{\text{composant}}$  les facteurs de réponse respectifs pour le gaz de calibration utilisé et le composant investigué. Des analyses classiques doivent ensuite être effectuées pour confirmer la concentration du polluant dans le sol. Cette technique est rapide et efficace pour connaître l'étendue horizontale et verticale approximative d'une pollution. Elle permet de

faciliter le choix des échantillons à analyser de manière classique ou le choix du positionnement du filtre du piézomètre.

## MESURES DE SÉCURITÉ SPÉCIFIQUES À LA TECHNIQUE

Afin de garantir la sécurité des travailleurs sur le terrain, un équipement de protection individuelle standard est également requis lors de l'utilisation de la technique alternative d'investigation du sol.

## INFORMATIONS POUR L'UTILISATEUR

### A. Fournisseurs de services ou de la technique alternative d'investigation du sol (utilisation, mesures et analyses)

- Belgium
  - RAE Benelux connu
  
- Europe
  - COSMA
  - Horiba
  - Cleanair Europe
  
- Worldwide
  - Thermo Environmental Instruments
  - Siemens

### B. Sources bibliographiques

- Serge Collet. Méthodes de mesure des composés organiques volatils à l'émission. Conférence "Entreprise et C.O.V.", May 1994, Colmar, France.
- EPA : Methode 3815 : Screening van bodemstalen op vluchtige organische verbindingen.
- Valérie LAPERCHE, Daniel HUBE, Valérie GUERIN et Nicolas AUBERT. 2014. Outils de mesure sur site : quel besoin et quelles mesures pour quelle utilisation ? ADEME.
- Field screening of soil samples utilizing photoionization and Flame-ionization detectors, Department of Environmental Protection,
- Ion Science facteur de réponse PID, Euro Index