

## **ANNEXE B5 : PROTOCOLE D'ECHANTILLONNAGE DE L'AIR DANS LE CADRE DE L'EVALUATION DES RISQUES LIES A L'INHALATION**

### Prélèvements et analyses - directives générales

# TABLE DES MATIERES

<b>PREAMBULE .....</b>	<b>3</b>
<b>B5-1. NORMES DE PRELEVEMENT ET D'ANALYSE POUR L'AIR INTERIEUR OU EXTERIEUR .....</b>	<b>3</b>
B5-1.1. EN MODE ACTIF (PAR POMPAGE) .....	3
B5-1.2. EN MODE PASSIF (PAR DIFFUSION).....	3
B5-1.3. NORMES DE QUALITE DE L'AIR .....	4
<b>B5-2. NORMES DE PRELEVEMENT ET D'ANALYSE POUR L'AIR DU SOL .....</b>	<b>4</b>
<b>B5-3. PRELEVEMENTS D'AIR - REGLES GENERALES.....</b>	<b>5</b>
B5-3.1. IMPLANTATION, NOMBRE ET LOCALISATION DES PRELEVEMENTS D'AIR INTERIEUR/EXTERIEUR.....	6
B5-3.2. IMPLANTATION, NOMBRE ET LOCALISATION DES PRELEVEMENTS D'AIR DU SOL .....	7
B5-3.3. REGLES RELATIVES AU TYPE ET A LA FREQUENCE D'ANALYSES.....	8
<i>B5-3.3.1. Sol et/ou eau souterraine pollués à plus de 1,5 m de profondeur. ....</i>	<i>8</i>
<i>B5-3.3.2. Sol et/ou eau souterraine pollués à moins de 1,5 m de profondeur. ....</i>	<i>8</i>
<i>B5-3.3.3. Sol et/ou eau souterraine pollués à moins de 1,5 m de profondeur avec présence                 d'une couche surnageante. ....</i>	<i>9</i>
<i>B5-3.3.4. Stratégies dérogatoires.....</i>	<i>9</i>
<b>B5-4. SCHEMA DE PRINCIPE D'UN PIEZAI ET RECOMMANDATIONS PRATIQUES .....</b>	<b>10</b>
<b>B5-5. REFERENCES .....</b>	<b>10</b>

## PREAMBULE

Deux types de prélèvement d'air sont concernés par ce protocole : le prélèvement et analyse de l'**air intérieur ou extérieur** et le prélèvement et analyse de l'**air du sol**.

Le prélèvement et analyse de l'**air intérieur ou extérieur** constitue une mesure directe et vise spécifiquement la quantification de l'exposition des cibles déterminées dans l'étude des risques.

Le prélèvement et analyse de l'**air du sol** constitue une mesure indirecte pour la détermination de la qualité de l'air intérieur et vise à affiner le modèle et plus spécifiquement le processus de volatilisation des polluants dans le sol.

### B5-1. Normes de prélèvement et d'analyse pour l'air intérieur ou extérieur

Deux modes de prélèvements sont à prendre en compte : le mode **actif par pompage** dans lequel on force l'air à passer sur le système de prélèvement et le mode **passif sans pompage** dans lequel seule la diffusion conduit le polluant au système de prélèvement.

Pour les prélèvements de type sorption sur support (comme le charbon actif), deux modes de désorption pour analyse sont envisageables : la **désorption thermique** et la **désorption par solvant**.

#### B5-1.1. En mode actif (par pompage)

Les normes à suivre sont :

##### **NBN-EN-ISO 16017-1:2000**

Air intérieur, air ambiant et air des lieux de travail - Echantillonnage et analyse des composés organiques volatils par tube à adsorption/désorption thermique/chromatographie en phase gazeuse sur capillaire - Partie 1 : Echantillonnage par pompage.

##### **NBN-EN-ISO 16200-1:2001**

Qualité de l'air des lieux de travail - Échantillonnage et analyse des composés organiques volatils par désorption au solvant/chromatographie en phase gazeuse - Partie 1 : Méthode d'échantillonnage par pompage.

**Remarque importante** : La méthodologie et les étalons utilisés pour quantifier notamment les différentes fractions d'huiles minérales (pour l'évaluation des risques) doivent être détaillés dans le certificat du laboratoire.

#### B5-1.2. En mode passif (par diffusion)

Les normes à suivre sont :

**ISO 16017-2:2003**

Air intérieur, air ambiant et air des lieux de travail - Echantillonnage et analyse des composés organiques volatils par tube à adsorption/désorption thermique/chromatographie en phase gazeuse sur capillaire - Partie 2 : Echantillonnage par diffusion.

**ISO 16200-2:2000**

Qualité de l'air des lieux de travail - Échantillonnage et analyse des composés organiques volatils par désorption au solvant/chromatographie en phase gazeuse - Partie 2: Méthode d'échantillonnage par diffusion.

**Remarque importante :** la méthodologie et les étalons utilisés pour quantifier notamment les différentes fractions d'huiles minérales (pour l'évaluation des risques) doivent être détaillés dans le certificat du laboratoire.

### B5-1.3. Normes de qualité de l'air

A défaut de précision actuelle sur les normes à respecter pour la qualité de l'air, il y a lieu de se rapporter aux VTR reprises à l'annexe B2. Les « polluants data sheets » disponibles sur <https://www.s-risk.be/documents> présentent les paramètres physico-chimiques des polluants repris dans le logiciel S-Risk<sup>®</sup> version wallonne dont le coefficient de diffusion de l'air.

## B5-2. Normes de prélèvement et d'analyse pour l'air du sol

Pour le prélèvement d'air du sol avec pompage, il est conseillé de suivre les lignes directrices de la norme ISO 10381-7:2005. (Qualité du sol - Échantillonnage - Partie 7: Lignes directrices pour l'échantillonnage des gaz du sol<sup>1</sup>) tout en tenant compte des recommandations pratiques qui sont fournies en B5-4.

Pour le prélèvement par diffusion, il est conseillé de suivre les méthodologies des normes présentées ci-avant au point B5-1.2.

Pour l'analyse de l'air du sol sur support ayant fixé l'analyte, il est conseillé de suivre les méthodologies des normes présentées ci-avant aux points B5-1.1. et B5-1.2.

D'autres types de prélèvement (que la fixation sur charbon actif) existent (canister, sac Tedlar) et sont envisageables pour autant qu'ils permettent d'atteindre des niveaux de concentrations par polluant de l'ordre de grandeur de la VTR.

---

<sup>1</sup> La norme ISO 10381-7:2005 ne traite pas de la mesure des gaz du sol entrant dans l'atmosphère, ni de l'échantillonnage des gaz atmosphériques ou encore des modes opératoires d'échantillonnage passif

### B5-3. Prélèvements d'air - règles générales

Le prélèvement et analyse de **l'air intérieur ou extérieur** constitue une mesure directe et vise spécifiquement la quantification de l'exposition des cibles déterminées dans l'étude des risques.

De manière générale, il convient d'éviter les zones de la pièce largement exposées à des courants d'air, comme les zones proches de portes et fenêtres ainsi que les zones proches des sources de chaleur. De même, il convient d'éviter les zones proches de sources de pollution de l'environnement intérieur connues (activités de peinture, stockage de produits de nettoyage, etc.) des substances recherchées au sein même de la pièce.

Une attention particulière sera portée sur le choix de l'emplacement du point de prélèvement en cas de présence de voies privilégiées de transfert au sein même de la pièce (lavabos, éviers, gaines électriques, tuyaux de chauffage ...). Ces emplacements de prélèvements ne seront pas privilégiés dans un premier temps, pour une caractérisation globale de la qualité de l'air respiré (sauf en cas de présence prolongée des occupants à proximité).

La variation au cours du temps des concentrations de substances à l'intérieur des bâtiments en raison de l'évolution temporelle de nombreux facteurs (chauffage, ventilation, activités dans le local, conditions climatiques, etc.) conduit à choisir la période de prélèvement avec beaucoup de précautions en fonction des influences potentielles connues de ces derniers mais également pressenties lors de la visite.

De manière à apprécier les concentrations dans l'air intérieur potentiellement pollué par des gaz issus du sol/ou de la nappe, les prélèvements seront réalisés autant que possible dans des conditions usuelles d'occupation, et à défaut, par prudence, dans les conditions les moins favorables. Ces conditions de mesures sont à documenter, pendant le prélèvement. Elles concernent notamment les conditions de ventilation et de chauffage des bâtiments, la température à l'intérieur et à l'extérieur des bâtiments, la vitesse et la direction du vent, l'évolution de la pression barométrique et le niveau de la nappe, etc. Ces facteurs influent sur la différence de pression entre le sol et les bâtiments, qui jouent un rôle potentiellement déterminant dans le transfert des gaz du sol vers l'air intérieur (gaz du sol aspirés ou non).

Une dépression du bâtiment vis-à-vis du sol, et donc le transfert de vapeur vers l'air intérieur, sont favorisés par :

- le chauffage et une température intérieure supérieure à la température extérieure (« effet de cheminée » ; Waitz et al., 1996, US EPA, 2004) ;
- une mise en dépression par une ventilation de type Ventilation Mécanique Contrôlée (VMC) ;
- le vent (Waitz et al., 1996, US EPA, 2004) ;
- une baisse de la pression barométrique (au passage d'une dépression ; INERIS,2006) ;
- une remontée du niveau de la nappe, conduisant au transfert de l'air du sol vers la surface.

En conséquence, afin d'évaluer le transfert des gaz du sol vers l'air intérieur, il est recommandé de réaliser a minima deux campagnes de mesures par an : une en condition hivernale (avec chauffage) et une en condition estivale. Si les prélèvements ne sont pas réalisés en conditions usuelles d'occupation des locaux (par exemple pour des raisons d'organisation), il est alors recommandé de s'en rapprocher, notamment au niveau des habitudes d'aération (ouvertures usuelles des portes, des fenêtres (re-simulation de mouvements d'air)) et de chauffage. Il est préférable de veiller à ce qu'aucune activité potentiellement co-contributrice (activités des populations telles que bricolage,

tabagisme, etc.) ne soit effectuée en parallèle du prélèvement, et le cas échéant, cela doit être renseigné.

La réalisation de prélèvement en période de surpression barométrique sera à éviter. Les données météorologiques sont à acquérir de façon privilégiée à partir d'une ou plusieurs stations météorologiques mobiles situées sur et/ou à proximité du site considéré.

Les fluctuations du suivi de la nappe sont également à renseigner, plus particulièrement en cas de pollution de cette dernière, ou si son niveau statique est proche de la « source sol ».

Un formulaire de prélèvement reprenant les conditions du terrain durant le prélèvement est à remplir pour chaque campagne.

Le prélèvement et analyse de **l'air du sol** constitue une mesure indirecte pour la détermination de la qualité de l'air intérieur et vise à affiner le modèle et plus spécifiquement le processus de volatilisation des polluants dans le sol. Il y a lieu pour la méthodologie de prélèvement de se référer aux lignes directrices proposées au point B5-2.

L'analyse d'air du sol est également utilisée pour affiner l'évaluation des risques en situation projetée lorsque la cible n'est pas encore présente (habitation projetée).

#### **Directives pratiques :**

- 1) Dans un souci de validation des résultats et de la représentativité des calculs du modèle, il est recommandé de réaliser en parallèle les mesures d'air du sol et les mesures d'air intérieur et/ou extérieur.
- 2) La mesure d'air extérieur dans ce protocole n'est mise en œuvre que lorsque cette voie d'exposition est déterminée problématique par le modèle (concentration calculée dans l'air extérieur supérieure à la VTR).
- 3) Les mesures d'air du sol ne sont pas strictement imposées dans ce protocole. En effet, il peut arriver que la réalisation de ces mesures soit délicate selon la configuration du terrain. Ces mesures peuvent ne pas être réalisées pour autant que les mesures d'air intérieur ou extérieur puissent être jugées représentatives de la situation modélisée.
- 4) Lorsqu'une cave ou un vide ventilé est présent, il est recommandé de prélever dans la cave (ou vide ventilé) **et** dans l'espace de vie (qualifié d'air intérieur).
- 5) Une mesure « Blanc » située hors de l'emprise de la pollution doit être réalisée par campagne de mesure et uniquement pour l'air ambiant (le plus souvent à l'extérieur). Un prélèvement actif et un prélèvement passif sont recommandés pour ce blanc.
- 6) Un formulaire de prélèvement reprenant les conditions du terrain durant le prélèvement est à remplir pour chaque campagne.

#### **B5-3.1. Implantation, nombre et localisation des prélèvements d'air intérieur/extérieur**

Etant donné la variabilité de l'air intérieur dans le temps et l'espace, deux méthodes de prélèvements sont recommandées, le prélèvement actif (avec pompage) et le prélèvement passif (sans pompage). Le prélèvement actif permet une analyse quantitative alors que le prélèvement passif par son temps d'exposition plus long permet un lissage/une moyenne des mesures pour éviter les variations ponctuelles.

En fonction des concentrations attendues, la durée du prélèvement peut varier de quelques heures à plusieurs jours. Elle doit être suffisante pour garantir que les limites de détection des méthodes d'analyses utilisées soient inférieures aux normes de qualité de l'air (VTR du tableau 1) et que l'échantillon soit bien représentatif de la situation visée (air de la cave, du vide ventilé ou air intérieur). Précisons à cet égard, qu'il est fait l'hypothèse dans le logiciel S-Risk<sup>®</sup> que l'air dans les caves et les bâtiments est renouvelé 24 fois par jour (19,2 fois par jour pour le vide ventilé).

Le lieu de l'échantillonnage doit être situé le plus proche possible de la cible (à hauteur d'homme, à 1,80 m) et au droit de la zone la plus polluée. Lorsqu'une cave ou un vide ventilé est présent, il est recommandé de prélever dans la cave (qualifié d'air dans les caves ou vides ventilés selon les logiciels d'évaluation) **et** dans l'espace de vie (qualifié d'air intérieur).

Afin de tenir compte des phénomènes d'échelle, le présent protocole recommande :

Pour **l'air intérieur**, un prélèvement sur tube passif et un prélèvement sur tube actif par 50 m<sup>2</sup> de bâti où la pollution est sous-jacente.

Pour **l'air extérieur**, un prélèvement sur tube passif et un prélèvement sur tube actif par 100 m<sup>2</sup> où la pollution est sous-jacente.

En outre, un prélèvement actif et un prélèvement passif situés hors de l'emprise de la pollution (le plus souvent à l'extérieur) doivent être réalisés afin de tenir compte du bruit de fond ou d'éventuelles variations locales.

### B5-3.2. Implantation, nombre et localisation des prélèvements d'air du sol

Le prélèvement peut se faire par pompage dans un piézair (ouvrage permanent) ou dans une canne temporaire enfoncée dans le sol ou par diffusion.

Un schéma de principe d'un piézair est fourni en B5-4. Le débit de pompage doit être connu, constant et faible. L'air est pompé dans un sac ou à travers un tube à charbon actif. Au préalable, on aura pris soin de pomper une quantité d'air (purge) au moins égale au volume de l'ouvrage concerné (intégrant le volume d'air dans le massif filtrant).

Le prélèvement peut également être effectué (via un Canister) pour autant que le niveau de concentration requis déterminé ci-après soit atteint.

Le lieu de l'échantillonnage doit être situé le plus proche possible de la zone la plus polluée. Les paramètres d'échantillonnage doivent être adaptés et permettre d'atteindre des niveaux de concentrations par polluant de l'ordre de grandeur de la VTR.

Afin de tenir compte des phénomènes d'échelle, le présent protocole recommande :

Pour la mesure d'air du sol destinée à calibrer le modèle pour **l'air intérieur**, un prélèvement (passif ou actif) par 50 m<sup>2</sup> de bâti où la pollution est sous-jacente.

Pour la mesure d'air sol destinée à calibrer le modèle pour **l'air extérieur**, un prélèvement (passif ou actif) par 100 m<sup>2</sup> où la pollution est présente.

### B5-3.3. Règles relatives au type et à la fréquence d'analyses

Afin de ne pas imposer des monitorings excessifs, 3 cas de pollution sont à distinguer avec prescriptions différentes en fonction de la profondeur de la pollution, du type/nature de phase présente et de la configuration :

- 1) Cas où le sol et/ou l'eau souterraine sont pollués à plus de 1,5 m de profondeur.
- 2) Cas où le sol et/ou l'eau souterraine sont pollués à moins de 1,5 m de profondeur.
- 3) Cas où le sol et/ou l'eau souterraine sont pollués à moins de 1,5 m de profondeur (avec présence d'une couche surnageante).

#### B5-3.3.1. Sol et/ou eau souterraine pollués à plus de 1,5 m de profondeur.

Il y a lieu de réaliser au minimum deux phases de prélèvements à fréquence semestrielle comme décrit ci-dessous.

L'expert réalise des mesures d'air du sol et d'air intérieur (TA : Tube en mode actif et TP : Tube en mode Passif) selon les modalités précisées dans le présent protocole.

**Tableau 1.** Fréquence de monitoring recommandée lorsque le sol et/ou l'eau souterraine sont pollués à plus de 1,5 m de profondeur

	Initial	Final (6 mois)
Air du sol	X	X
Air intérieur (TA et TP)	X	X

#### B5-3.3.2. Sol et/ou eau souterraine pollués à moins de 1,5 m de profondeur.

Il y a lieu de démarrer un monitoring d'une durée minimum d'un an et avec des prélèvements tous les 6 mois comme décrit ci-dessous, donc 3 phases au minimum.

L'expert réalise des mesures d'air du sol et d'air intérieur (TA et TP) selon les modalités précisées dans le présent protocole.

**Tableau 2.** Fréquence de monitoring recommandée lorsque le sol et/ou l'eau souterraine sont pollués à moins de 1,5 m de profondeur

	Initial	6 mois	Final (après 1 an)
Air du sol	X	X	X
Air intérieur (TA et TP)	X	X	X



### B5-3.3.3. Sol et/ou eau souterraine pollués à moins de 1,5 m de profondeur avec présence d'une couche surnageante.

Il y a lieu de démarrer un monitoring d'une durée minimum d'un an et avec des prélèvements tous les 4 mois comme décrit ci-dessous, donc 4 phases au minimum.

L'expert réalise des mesures d'air du sol et d'air intérieur (TA et TP) selon les modalités précisées dans le présent protocole.

**Tableau 3.** Fréquence de monitoring recommandée lorsque le sol et/ou l'eau souterraine sont pollués à moins de 1,5 m de profondeur avec présence d'une couche surnageante

	Initial	4	8 mois	Final (après 1 an)
Air du sol	X	X	X	X
Air intérieur (TA et TP)	X	X	X	X

### B5-3.3.4. Stratégies dérogatoires

L'expert peut définir une stratégie dérogatoire adaptée aux spécificités du terrain étudié. Sur base de son expertise et son jugement professionnel, l'expert justifie sa "dérogation" en argumentant sur la qualité et l'équivalence de sa démarche.

Rappelons dans cette partie dédiée aux stratégies dérogatoires que bien que recommandées pour le calibrage du modèle (ou pour détecter des impacts parasites intérieurs non liés à la pollution), les mesures d'air du sol ne sont pas strictement imposées dans ce protocole. En effet, il peut arriver que la réalisation de ces mesures soit délicate selon la configuration du terrain. Ces mesures peuvent ne pas être réalisées pour autant que les mesures d'air intérieur ou extérieur soient jugées représentatives de la situation modélisée.

## B5-4. Schéma de principe d'un piézair et recommandations pratiques

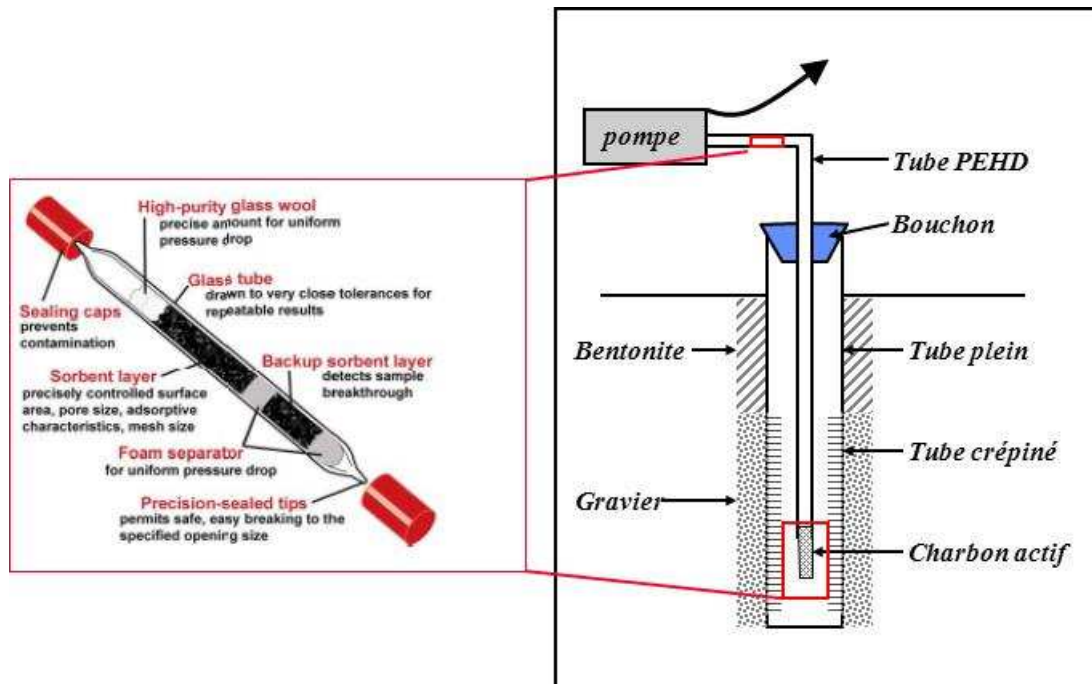


Figure 1. Schéma de principe d'un piézair

Placement du piézair : La partie crépinée/gravillonnée doit impérativement être isolée de la surface par un bouchon étanche (bentonite). Piézomètre crépiné dans la zone non saturée. Le tube à charbon actif peut être placé directement dans le piézair (de préférence) ou en sortie du tuyau avant la pompe.

Débit : un débit trop important induira des interférences liées à la pression dans le tube. Il est donc recommandé de ne pas dépasser un débit de 200ml/mn

Volume pompé : Plus le volume pompé est élevé, plus l'inclusion d'air ambiant est probable, notamment lorsque l'échantillonnage est effectué à proximité de la surface. Dans ce cas, des faibles volumes sont plus particulièrement conseillés.

Profondeur d'échantillonnage : Lors de l'échantillonnage des gaz du sol à proximité de la surface, l'effet de la pénétration de l'air ambiant doit être pris en compte. Une profondeur minimale de 0.75 m est généralement recommandée.

## B5-5. Références

Bour, O., Mode Opératoire - Apports et limitations de l'analyse des gaz du sol, Janvier 2013, Étude réalisée pour le compte de l'ADEME (INERIS),

Gobel, H., Uitdamping en bodemverontreiniging – Deel 1: Bodemlucht- en binnenluchtmetingen: veldwerk en analyses, juin 2004 (OVAM),

Gobel, H., Uitdamping en bodemverontreiniging – Deel 3: Code van goede praktijk voor bepaling van binnenluchtkwaliteit bij bodemverontreiniging, mars 2005 (OVAM),

Otte, P.F., Richtlijn voor luchtmetingen voor de risicobeoordeling van bodemverontreiniging – rapport 711701048/2007(RIVM),

Marchand C., Caractérisation de la qualité de l'air ambiant intérieur en relation avec une éventuelle pollution des sols par des substances chimiques volatiles et semi-volatiles, N° DRC-10-109454-02386B, 25 juin 2010 (INERIS).