

**ANNEXE B6 : 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 matières

<b>PREAMBULE</b> .....	<b>3</b>
<b>B6-1. NORMES DE QUALITE D'AIR</b> .....	<b>3</b>
<b>B6-2. NORMES DE PRELEVEMENT ET D'ANALYSE D'AIR</b> .....	<b>3</b>
B6-2.1. AIR INTERIEUR ET EXTERIEUR .....	4
A. <i>En mode actif (par pompage)</i> .....	4
B. <i>En mode passif (par diffusion)</i> .....	4
B6-2.2. AIR DU SOL .....	4
<b>B6-3. PRELEVEMENTS D'AIR</b> .....	<b>5</b>
B6-3.1. REGLES GENERALES.....	5
B6-3.2. IMPLANTATION, NOMBRE ET LOCALISATION DES PRELEVEMENTS .....	6
A. <i>Air intérieur et extérieur</i> .....	6
B. <i>Air du sol</i> .....	7
B6-3.3. REGLES RELATIVES AU NOMBRE DE CAMPAGNES ET A LA FREQUENCE D'ANALYSES.....	7
A. <i>Stratégies recommandées</i> .....	7
B. <i>Stratégies dérogatoires</i> .....	8
<b>B6-4. SCHEMA DE PRINCIPE D'UN PIEZAIR ET RECOMMANDATIONS PRATIQUES</b> .....	<b>9</b>
<b>B6-5. REFERENCES</b> .....	<b>9</b>

## Préambule

Deux types de prélèvement d'air sont concernés par ce protocole : le prélèvement et analyse de **l'air ambiant**<sup>1</sup> et le prélèvement et analyse de **l'air du sol**.

Le prélèvement (et analyse) de **l'air ambiant** 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.

### B6-1. Normes de qualité d'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 B3. 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® version wallonne dont le coefficient de diffusion de l'air.

### B6-2. Normes de prélèvement et d'analyse d'air

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**.

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. L'échantillonnage en mode passif peut cependant aussi être intéressant. Les capteurs passifs, légers et peu encombrants, peuvent facilement être transportés. Ils fonctionnent sans électricité et sont moins coûteux par rapport aux échantillonneurs actifs.

**C'est le prélèvement en mode actif qui est privilégié pour les mesures d'air, le mode passif est optionnel, en regard de l'information souhaitée et des contraintes spécifiques du site étudié.**

---

<sup>1</sup> Air ambiant : l'air ambiant est une notion qui englobe l'air intérieur et/ou l'air extérieur à considérer en regard de la situation étudiée.

## B6-2.1. Air intérieur et extérieur

### **A. 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.

### **B. 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.

## B6-2.2. 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>2</sup>) tout en tenant compte des recommandations pratiques qui sont fournies en B6-3.

Pour le prélèvement par diffusion, il est conseillé de suivre les méthodologies des normes présentées ci-avant au point B6-2.1.B.

---

<sup>2</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.

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 B6-2.1.A. et B.

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.

## B6-3. Prélèvements d'air

### B6-3.1. 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. 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 joue 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 ») ;
- une mise en dépression par une ventilation de type Ventilation Mécanique Contrôlée (VMC) ;
- le vent ;
- une baisse de la pression barométrique (au passage d'une dépression) ;
- une remontée du niveau de la nappe, conduisant au transfert de l'air du sol vers la surface.

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 B6-2.2.

#### **Directives pratiques :**

- 1) Dans un souci de validation des résultats et de la représentativité des calculs du modèle, il est préférable de réaliser en parallèle les mesures d'air du sol et les mesures d'air intérieur et/ou extérieur. Cette recommandation peut être modulée (l'une ou l'autre ou les deux) en regard des spécificités du terrain et la décision ciblée.
- 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) Une mesure « Blanc » située hors de l'emprise de la pollution doit être réalisée par campagne de mesure.
- 4) Un formulaire de prélèvement reprenant les conditions du terrain durant le prélèvement doit être rempli pour chaque campagne.

## **B6-3.2. Implantation, nombre et localisation des prélèvements**

### **A. Air intérieur et extérieur**

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 « inhalation » du tableau 2 de l'Annexe B3) 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® 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.

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

- Pour **l'air intérieur**, 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 actif par 100 m<sup>2</sup> où la pollution est sous-jacente.

En outre, un prélèvement blanc situé hors de l'emprise de la pollution doit être réalisé afin de tenir compte du bruit de fond ou d'éventuelles variations locales.

## B. 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 (pour rappel, le prélèvement en mode actif est recommandé par rapport au prélèvement en mode passif).

Un schéma de principe d'un piézair est fourni en B6-4. 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 par 50 m<sup>2</sup> de bâti où la pollution est sous-jacente.
- Pour la mesure d'air du sol destinée à calibrer le modèle pour **l'air extérieur**, un prélèvement par 100 m<sup>2</sup> où la pollution est présente.

### B6-3.3. Règles relatives au nombre de campagnes et à la fréquence d'analyses

#### A. Stratégies recommandées

Le nombre minimum de campagnes est fixé à 3 campagnes. Aucune interprétation ne peut être basée sur un nombre inférieur de campagnes. Au moins 1 de ces campagnes doit avoir été réalisée durant des conditions environnementales jugées « worst-case » par l'expert.

Trois cas de pollution peuvent être distingués 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.

Notons que ces recommandations sur la fréquence ne sont pas strictement imposées et qu'elles peuvent être modulées en regard des contraintes et spécificités du site pour autant que :

- deux campagnes d'analyses annuelles, au minimum, soient réalisées (une en conditions hivernales, l'autre en conditions estivales) ;
- les conditions différentes (estivales et hivernales) soient objectivées par des mesures in-situ (température, pression atmosphérique, ...) ;
- une justification soit apportée par l'expert sur la suffisance des informations obtenues (sur la représentativité des concentrations mesurées notamment).

**Tableau 1.** Fréquence de monitoring recommandée en regard de la sévérité de la situation environnementale

Cas rencontrés	Fréquence
<b>Cas 1</b> : Sol et/ou eau souterraine pollués à plus de 1,5 m de profondeur	2 campagnes/an
<b>Cas 2</b> : Sol et/ou eau souterraine pollués à moins de 1,5 m de profondeur	3 campagnes/an
<b>Cas 3</b> : Sol et/ou eau souterraine pollués à moins de 1,5 m de profondeur avec présence d'une couche surnageante	4 campagnes/an

## B. 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.



## B6-4. Schéma de principe d'un piézair et recommandations pratiques

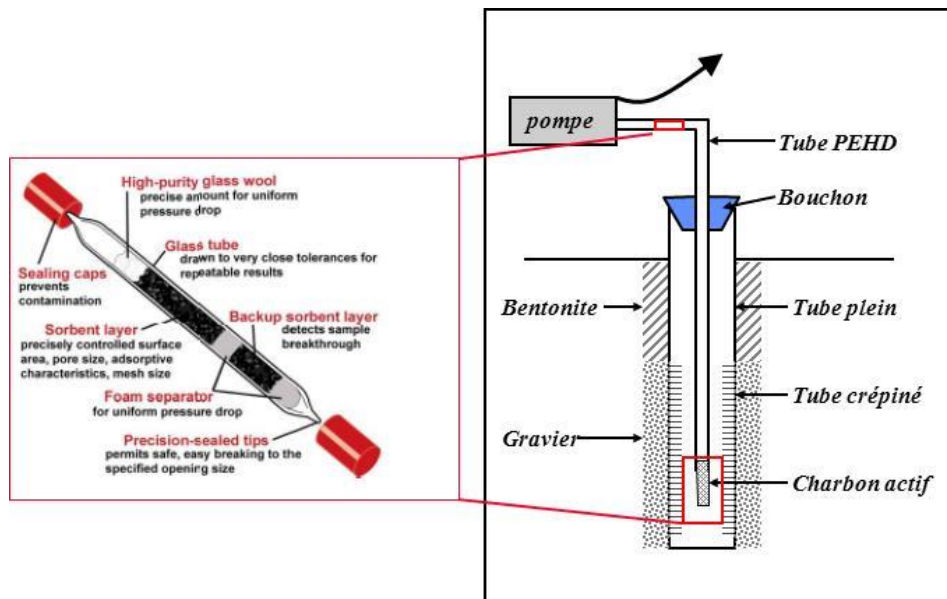


Figure 1. Schéma de principe d'un piézair

**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.

## B6-5. Références

Bour, O., Mode Opérateur - 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).