

**ANNEXE B6.3 : MÉTHODES DE PRÉLÈVEMENT DE GAZ DU SOL, D'AIR INTÉRIEUR ET
EXTÉRIEUR - DIRECTIVES GÉNÉRALES**

Version 06

Table des matières

Préambule	3
B6.3-1. Méthode de prélèvement de gaz du sol (en complément à la méthode CWEA P-27)	4
B6.3-1.1. Objet	4
B6.3-1.2. Procédure	4
A. Références	4
B. Introduction	4
C. Impact et mesure des conditions météorologiques	5
D. Stratégie d'échantillonnage	5
E. Dispositifs de prélèvement	5
E.1 Dispositifs recommandés	5
E.2 Mesure de flux (sous cloche)	6
E.3 Matériaux employés	7
E.4 Profondeur d'échantillonnage	7
E.5 Echantillonnage à profondeurs multiples	7
F. Préparation des dispositifs de prélèvement	8
F.1 Délai de rééquilibrage après forage	8
F.2 Contrôle de l'étanchéité	8
F.3 Purge	9
G. Mesures préalables aux prélèvements	9
G.1 Mesures semi quantitatives	9
G.2 Eau souterraine, température et humidité	9
H. Méthodes de prélèvement	10
H.1 Prélèvement actif / passif	11
H.2 Supports de prélèvement	12
I. Blanc de transport/matériel	15
J. Identification, conditionnement et transport des échantillons	16
K. Fiche de prélèvement	16
B6.3-2. Prélèvement d'air intérieur et ambiant (extérieur) dans le contexte d'une étude des risques associée à une pollution des sols (en complément à la méthode CWEA P-28)	17
B6.3-2.1. Objet	17
B6.3-2.2. Procédure	17
A. Références	17
B. Impact des conditions météorologiques et caractéristiques des bâtiments	17
C. Stratégie d'échantillonnage	18
C.1 Recommandations particulières pour les prélèvements d'air intérieur	18
C.2 Recommandations particulières pour les prélèvements d'air extérieur	19
D. Méthodes de prélèvement	19
E. Prélèvement témoin et blanc de transport/matériel	20
F. Identification, conditionnement et transport des échantillons	20
G. Fiche de prélèvement	21

Liste des Figures

Figure 1. Types de piézaires pour des investigations à différentes profondeurs (BRGM/INERIS, 2016).	8
Figure 2. Sac de prélèvement placé dans une cuve hermétique, permettant le prélèvement d'air grâce à une mise en dépression de la cuve (ISSeP, 2024).	14

Liste des Tableaux

Tableau 1. Dispositifs de prélèvement.....	6
Tableau 2. Avantages et inconvénients des méthodes de prélèvement actif ou passif.....	11
Tableau 3. Principaux avantages et inconvénients des supports de prélèvement.	15

Préambule

Les Annexes B6.1, B6.2 et B6.3 de la présente version 06 sont de **nouveaux documents** qui sont destinés à remplacer l'Annexe B6 de la version 05.

La présente Annexe B6.3 reprend les recommandations générales pour la réalisation de prélèvements de **gaz du sol**, d'**air intérieur** et d'**air extérieur**.

Les directives reprises dans cette annexe doivent être suivies. En effet, les méthodes P-27 (Méthode pour la caractérisation des gaz du sol) et P-28 (Méthode de prélèvement pour l'analyse de l'air intérieur et extérieur) actuellement disponibles dans le Compendium Wallon des Méthodes d'Echantillonnage et d'Analyse (CWEA) n'apportent pas le niveau de détail souhaité pour la réalisation de prélèvements d'air. Les recommandations qui figurent dans ce document-ci seront intégrées dans le CWEA lors d'une mise à jour ultérieure (P-27 version 3 et P-28 version 3).

De manière générale, lorsque des mesures d'air sont envisagées, une discussion entre l'expert sol et le laboratoire est nécessaire afin de choisir les méthodes et les paramètres de prélèvement en fonction notamment des concentrations en polluants attendues, du volume de l'échantillon nécessaire, de la LOQ à atteindre et du matériel disponible au laboratoire.

B6.3-1. Méthode de prélèvement de gaz du sol (en complément à la méthode CWEA P-27)

B6.3-1.1. Objet

Cette méthode énonce les lignes directrices pour la réalisation des opérations de prélèvement de la phase gazeuse contenue dans les pores du sol, en ce compris l'installation des dispositifs de prélèvement, en vue de l'analyse des composés organiques volatils (COV).

Différentes méthodes de prélèvement et d'analyse sont décrites dans les normes. Elles se distinguent notamment par les limites de quantification atteignables, lesquelles doivent être suffisamment basses.

B6.3-1.2. Procédure

A. Références

Des lignes directrices pour l'échantillonnage de gaz du sol sont décrites dans la **norme NBN ISO 18400-204 :2020** (ci-après nommée « **la norme de référence** »). La présente méthode se base sur ces lignes directrices et est complétée par des recommandations issues des guides :

- BRGM et INERIS (2016). Lethielleux L., Aubert N., Velly N. & Ramel M. Guide pratique pour la caractérisation des gaz du sol et de l'air intérieur en lien avec une pollution des sols et/ou des eaux souterraines. BRGM RP-65870-FR ; INERIS-DRC-16-156183-01401A. 216p. Disponible sur <http://infoterre.brgm.fr/rapports/RP-65870-FR.pdf>
- FLUXOBAT (2013) – Traverse S., Schäfer G., Chastanet J., Hulot C., Perronnet K., Collignan B., Cotel S., Marcoux M., Côme J.M., Correa J., Gay G., Quintard M., Pepin L. Projet FLUXOBAT, Evaluation des transferts de COV du sol vers l'air intérieur et extérieur. Guide méthodologique. Novembre 2013. 257p (accessible sur www.fluxobat.fr).

La norme de référence est accessible via le site NBN et est payante (https://app.nbn.be/data/r/platform/frontend/detail?p40_id=351171&p40_language_code=fr&p40_detail_id=114468&lang=fr). Lorsqu'il est renvoyé à la norme, l'expert doit appliquer les modalités qui y figurent.

B. Introduction

La composition de la phase gazeuse du sol dépend des équilibres s'établissant entre le sol et l'air extérieur et des perturbations imposées à ce système. En plus des principaux gaz présents dans l'air (N₂, O₂, CO₂ ...), les gaz du sol peuvent contenir des composés organiques volatils, des composés inorganiques comme le mercure, et d'autres gaz comme le méthane, le sulfure d'hydrogène, l'ammoniac, le radon.

Ces composés gazeux, mesurables dans les gaz du sol, peuvent avoir différentes origines, naturelles (activité bactérienne,...) ou anthropiques (déchets enfouis, pollution du sol et/ou de l'eau souterraine).

La mesure de leurs concentrations dans les gaz du sol permet notamment de répondre à toute une série d'objectifs dans le contexte de la dépollution des sols. Ci-après sont présentés différents dispositifs, permanents ou temporaires, permettant de prélever les gaz du sol ponctuellement et/ou à fréquence

régulière sur une période de temps pouvant s'étaler sur plusieurs années. Les méthodes permettant la réalisation des prélèvements sont ensuite détaillées.

C. Impact et mesure des conditions météorologiques

Les conditions météorologiques et atmosphériques impactent fortement les gaz du sol, leur comportement et leurs concentrations relatives. Des informations à ce sujet ainsi que sur les conditions de contrôle des prélèvements sont précisées :

- au chapitre 5 de la norme de référence
- à l'Annexe B6.2 du présent guide

Les données météorologiques telles que la température, la pression atmosphérique, la vitesse du vent et les précipitations éventuelles au cours des prélèvements (cf. outils du GRER partie B - fiches de prélèvement) sont à relever et de préférence au droit du site. En l'absence de station de mesure sur site, les données météorologiques sont recherchées auprès de la station météorologique locale la plus représentative du site.

Il est recommandé de réaliser les prélèvements en dehors des périodes de gel (qui limitent la mobilité des gaz du sol) et d'éviter les prélèvements lorsque le sol est très humide, par exemple en cours ou juste après une période de pluie. En effet, le sol saturé en eau empêche la migration des gaz du sol et un taux d'humidité trop élevé mène à un risque de condensation des gaz dans les équipements de prélèvement.

D. Stratégie d'échantillonnage

Le dimensionnement des campagnes de prélèvement, le choix des dispositifs de prélèvement, le choix des moyens mis en œuvre et la programmation des campagnes (en tenant notamment compte des conditions météorologiques) sont choisis sur base de la stratégie d'investigation et des objectifs de l'étude dans le cadre de laquelle les mesures de gaz du sol sont effectuées.

La stratégie d'échantillonnage est établie préalablement à la campagne de prélèvement, sur base des prescriptions de l'Annexe B6.1 du présent guide.

E. Dispositifs de prélèvement

E.1 Dispositifs recommandés

Les dispositifs de prélèvements les plus courants sont brièvement décrits dans le [Tableau 1](#) ci-dessous :

Tableau 1. Dispositifs de prélèvement.

Dispositif de prélèvement	Description	Avantages	Inconvénients
Piézaïr (ou puits permanent de prélèvement des gaz du sol)	Ouvrage permanent ou semi-permanent comprenant un conduit foré dans la zone non saturée du sol, dans lequel est inséré un tubage dont une portion est crépinée à la profondeur souhaitée pour laisser circuler les gaz du sol. L'ouvrage est isolé de l'air extérieur au moyen d'un système de fermeture étanche.	<ul style="list-style-type: none"> • Suivi long terme possible • Répétabilité des mesures • Possibilité de réaliser des prélèvements à grande profondeur 	<ul style="list-style-type: none"> • Mise en place plus complexe • Coût plus élevé • Nécessité d'assurer une bonne étanchéité lors du prélèvement et d'attendre la mise en équilibre de l'ouvrage avec son environnement
Canne de prélèvement (ou sondes contrôlées, ou cannes-gaz)	Dispositif temporaire enfoncé dans le sol et laissé en place le temps de la réalisation des mesures/prélèvements. Différents modèles peuvent être utilisés : à pointe perdue, à pointe rétractable ou crépinée. Un nettoyage rigoureux du dispositif de prélèvement est requis entre chaque point de mesure pour éviter des contaminations croisées.	<ul style="list-style-type: none"> • Rapidité de mise en place • Faible coût • Permet un screening rapide 	<ul style="list-style-type: none"> • Mesure ponctuelle limitée aux horizons superficiels et aux sols meubles
Dispositif de prélèvement d'air sous dalle (« sub-slab »)	Dispositif mis en œuvre uniquement dans les bâtiments pour permettre le prélèvement des gaz du sol présents en-dessous de la dalle. La dalle est percée et un système d'étanchéité est mis en place. Un aménagement de type piézaïr peut également être installé.	<ul style="list-style-type: none"> • Mise en œuvre aisée, rapide et peu coûteuse • Nuisances minimales pour les occupants des locaux • Suivi temporel possible 	<ul style="list-style-type: none"> • Ne peut être mis en œuvre que dans les bâtiments existants • Nécessité d'assurer une parfaite étanchéité

La mise en place des dispositifs de prélèvement de gaz du sol doit se faire selon les prescriptions de la norme de référence. Il est renvoyé au **chapitre 7 de la norme de référence**, qui décrit les dispositifs de surveillance suivants :

- échantillonnage (ou prélèvement) passif des gaz du sol
- ouvrage de prélèvement d'air sous-dalle (« sub-slab »)
- sondes contrôlées – cannes-gaz
- puits permanent de prélèvement des gaz du sol (piézaïr) – y compris échantillonnage à profondeurs multiples

E.2 Mesure de flux (sous cloche)

Cette méthode peut être utilisée pour localiser une source de pollution ou identifier une zone émettrice mais ne peut pas être utilisée pour quantifier une concentration ou caractériser l'impact d'une tache

de pollution. La mesure évalue les flux gazeux entre le sol et l'atmosphère (ou entre une dalle et l'atmosphère) mais ne permet pas de déterminer une concentration dans les gaz du sol et n'est donc pas utilisable de la même manière que les mesures dans les gaz du sol.

E.3 Matériaux employés

Il est important d'employer des matériaux inertes comme l'acier, l'acier inoxydable, le polyéthylène haute densité (PEHD), le polytétrafluoroéthylène (PTFE), le polypropylène (PP) ou le nylon, tant pour l'équipement du piézair ou autre dispositif de prélèvement que pour la ligne de prélèvement. L'utilisation de silicone, de polyéthylène (PE) ou de polychlorure de vinyle (PVC) est à proscrire à cause du relargage/adsorption de certaines substances.

E.4 Profondeur d'échantillonnage

Les profondeurs d'échantillonnage doivent être définies en fonction des objectifs poursuivis et tenant compte des points énoncés au **paragraphe 6.4.2 de la norme de référence** :

- prélèvement à une profondeur minimale de 1 m (dans le cas d'un piézair, sommet de la crépine à minimum 1 m de profondeur) afin de limiter le risque d'influence de l'air extérieur. En cas de prélèvement à moindre profondeur, une attention particulière doit être apportée à l'étanchéité du revêtement du sol sur un diamètre d'environ 5 m autour du point d'échantillonnage.
- prélèvement au moins 1 m au-dessus du toit des eaux souterraines (dans le cas d'un piézair, base de la crépine minimum 1 m au-dessus du plus haut niveau connu des eaux souterraines) afin de protéger la section crépinée de l'eau et des remontées capillaires.
- placement de la crépine au niveau d'un horizon géologique unique et hauteur de la crépine idéalement inférieure ou égale à 0,5 m.

Tel que présenter dans le GRER Partie B les revêtements sont classés en 3 types :

1. Terres (au sens de l'AGW Terres) ;
2. Revêtements aménagés non terreux peu perméables (béton, asphalte) ;
3. Revêtements aménagés non terreux perméables (klinkers, pavés, empierrement).

Il est considéré que les revêtements terreux et les revêtements non terreux perméables (klinkers, pavés, empierrement) présentent de faibles qualités en termes d'étanchéification (sauf s'ils sont posés sur une fondation en béton).

En revanche, les revêtements non terreux peu perméables (béton, asphalte) peuvent être considérés suffisamment étanches en regard des prélèvements de gaz du sol à faible profondeur, à condition qu'ils ne présentent pas de fissures, de trous, ni de zones dégradées.

L'observation du type de revêtement et de sa fondation permettent de vérifier si des prélèvements à faible profondeur sont possibles.

E.5 Echantillonnage à profondeurs multiples

La norme de référence (§7.2.4) décrit trois conceptions différentes pour l'installation de piézairs destinés au prélèvement de gaz du sol à différentes profondeurs (Figure 1).

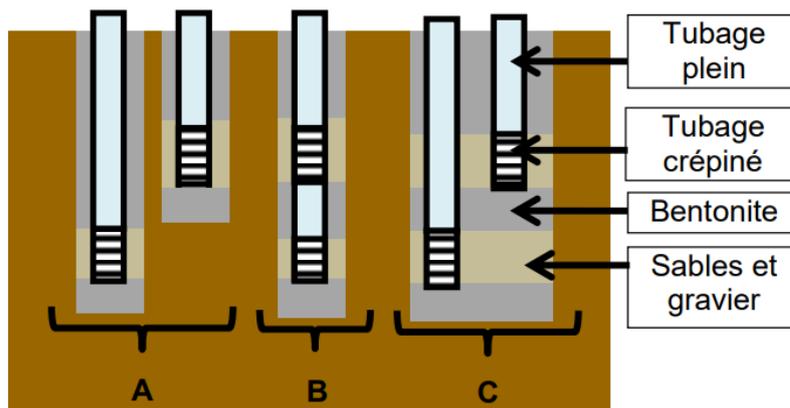


Figure 1. Types de piézajets pour des investigations à différentes profondeurs (BRGM/INERIS, 2016).

Parmi celles-ci, la conception A, consistant en la réalisation de plusieurs piézajets, chacun étant installé dans son propre forage et chacun étant crépiné à une hauteur spécifique (donc un seul tubage avec crépine unique par forage) est recommandée.

Deux autres types d'installations sont possibles mais plus rarement mises en œuvre en raison de la complexité de mise en place et de la maîtrise technique qu'elles supposent :

Conception B : piézajet constitué d'un puits unique et d'un tube unique avec plusieurs tronçons crépinés distincts ;

Conception C : plusieurs tubages installés dans un forage unique avec zones crépinées à différentes profondeurs.

Dans ces deux types d'installation (B et C), la difficulté est de garantir l'étanchéité entre les différentes crépines (surtout pour l'installation de type B, un piézajet avec un tube muni de plusieurs crépines) (**norme de référence §7.2.4**).

F. Préparation des dispositifs de prélèvement

F.1 Délai de rééquilibrage après forage

Avant le prélèvement de gaz du sol dans un piézajet, il est nécessaire d'attendre un délai suffisant après son installation pour, d'une part, laisser au milieu le temps de retrouver son équilibre, perturbé lors du forage et, d'autre part, permettre au bouchon étanche de se former. Le temps nécessaire au retour à l'équilibre dépend de la méthode de forage et des caractéristiques du sol. Suivant les recommandations de **la norme de référence (§6.4.3)**, un délai de minimum 24 heures doit être respecté avant tout échantillonnage des gaz du sol dans un piézajet.

F.2 Contrôle de l'étanchéité

Préalablement à la mesure ou au prélèvement, il est nécessaire de réaliser un test d'étanchéité qui permettra de garantir que l'air prélevé ou mesuré provient bien des gaz du sol et non de l'air extérieur qui pénètre dans le dispositif via un défaut d'étanchéité.

Différents tests d'étanchéité peuvent être mis en œuvre. Le plus couramment rencontré consiste à pomper des gaz du sol et à mesurer des concentrations en O₂ et CO₂. Si les concentrations mesurées sont comparables à celles de l'air extérieur, une entrée d'air dans le dispositif de prélèvement est probable et l'étanchéité du point de prélèvement doit être refaite. D'autres exemples de tests d'étanchéité sont décrits dans **la norme de référence (§8.2.2)**.

F.3 Purge

L'air prélevé doit être représentatif des gaz du sol du proche environnement de l'intervalle crépiné du dispositif de prélèvement (en équilibre avec le sol et l'eau souterraine), et non pas de l'air stagnant présent dans la colonne du dispositif.

Afin d'obtenir de l'air représentatif des gaz du sol, il est nécessaire de réaliser une purge complète du dispositif de prélèvement, selon les recommandations suivantes, issues de la **norme de référence (§8.2.3)**.

Cette purge doit être réalisée à un débit similaire à celui qui sera appliqué lors de l'échantillonnage ou de la mesure, afin d'éviter de solliciter trop fortement l'air des sols et risquer de créer des colmatages ou, au contraire, la création de voies de circulation préférentielles.

Le volume de purge peut être déterminé par une des deux méthodes suivantes :

- purge du dispositif jusqu'à stabilisation du (ou des) paramètre(s) pertinent(s) mesuré(s) en continu (PID, O₂, CO₂, humidité relative, ...)
- purge de 5 fois le volume mort. Le volume mort est la somme du volume d'air dans le dispositif (p.ex. tube du piézair et massif filtrant) et du volume d'air dans la ligne de prélèvement (la ligne de prélèvement comprend l'ensemble des connectiques utilisées et situées en amont du support de prélèvement).

G. Mesures préalables aux prélèvements

Les paragraphes suivants décrivent les mesures à réaliser sur site afin de pouvoir ajuster au mieux les paramètres de prélèvements et limiter les risques de saturation liés à de fortes concentrations ou à de forts taux d'humidité. D'autres mesures peuvent aussi être envisagées telle que la mesure de la pression différentielle entre gaz du sol et air intérieur/extérieur.

G.1 Mesures semi quantitatives

Elles sont réalisées au moyen d'analyseurs portables permettant la lecture directe de valeurs de concentration des composés volatils : PID (détection par photoionisation), FID (détection par ionisation de flamme), divers modèles d'analyseurs multi-gaz (O₂, CO₂, H₂S, CH₄, CO).

Ces mesures peuvent être réalisées via un screening surfacique, dans les trous de forage, en piézair ou directement sur des carottes de sol lors de forages en liner.

Il s'agit généralement de mesures qualitatives ou semi-quantitatives permettant une première estimation rapide de la situation environnementale, des composés en présence ou de la localisation de la source de pollution. Ces mesures permettent donc une première prospection mais ne permettent pas de délimiter ni de quantifier la pollution.

G.2 Eau souterraine, température et humidité

Le niveau de l'eau souterraine est à mesurer dans un piézomètre à proximité du point de prélèvement, si disponible et pertinent. Aucun prélèvement ne pourra être jugé représentatif si de l'eau est présente dans le dispositif de prélèvement.

Il est également demandé de mesurer ou d'évaluer la température et l'humidité des gaz du sol préalablement aux prélèvements, afin notamment d'évaluer le risque d'interférence de l'humidité sur l'adsorption de composés volatils en cas d'utilisation de tube à adsorption et afin d'évaluer si les conditions sont favorables ou non à une volatilisation des polluants.

Il est recommandé d'être attentif à l'impact de l'humidité relative à partir d'un taux de 80% dans le milieu échantillonné. Cette valeur est fournie à titre indicatif car l'influence du taux d'humidité relative diffère selon le support de prélèvement. En particulier, lorsqu'il s'agit d'un tube à adsorption, l'impact de l'humidité sur l'adsorption des composés volatils est fonction de différents paramètres (substances analysées, concentrations recherchées, type d'adsorbant, ...).

En présence de taux d'humidité relative des gaz du sol élevés, l'utilisation de supports adsorbants hydrophobes ou encore la diminution du volume de prélèvement pourraient être envisagées afin de limiter le risque de saturation en eau de l'adsorbant. Il peut aussi être envisagé d'utiliser un filtre à humidité. Cependant il est nécessaire de vérifier au préalable que ce dernier soit adapté aux composés et concentrations recherchés. Il arrive que le fabricant précise la plage de taux d'humidité relative dans laquelle la mesure peut être effectuée, auquel cas elle pourrait être renseignée par le laboratoire. Pour l'ensemble de ces alternatives, la communication avec laboratoire en amont du prélèvement est à envisager. Enfin, la réalisation de nouveaux prélèvements de gaz du sol dans des conditions plus favorables pourrait être nécessaire.

Il est à noter qu'un contrôle visuel peut éventuellement permettre d'identifier une saturation en eau de la cartouche (par ex. gouttelettes visibles). En cas de constat d'humidité dans la cartouche, il est inutile d'analyser l'échantillon au laboratoire et il est préférable de renouveler le prélèvement.

H. Méthodes de prélèvement

Le prélèvement doit être effectué suivant les prescriptions énoncées dans le **chapitre 8 de la norme de référence**. Des prescriptions relatives aux volumes d'échantillons et débits d'échantillonnages (pour un prélèvement actif) sont par ailleurs énoncées au **paragraphe 6.4.4 de la norme de référence**.

Le choix du support de prélèvement et les paramètres tels que le volume et le débit d'échantillonnage (pour un prélèvement actif) ou la durée d'exposition (pour un prélèvement passif) sont déterminés selon :

- la nature des composés recherchés ;
- la perméabilité intrinsèque du sol ;
- la gamme de concentration présumée ;
- le type d'échantillonnage (p.ex. support adsorbant, conteneur en dépression) ;
- les volumes de perçage (ou de claquage) (selon la capacité des tubes à adsorption) ;
- les limites de quantification à atteindre ;
- les recommandations du fournisseur de matériel de prélèvement.

Le débit de prélèvement est contraint par les caractéristiques du sol (1) et par le support de prélèvement (2) :

(1) Caractéristiques du sol

Le débit de prélèvement pour les gaz du sol doit être suffisamment faible pour éviter (i) de provoquer la désorption des polluants adsorbés sur la phase solide du sol, (ii) la pénétration d'air atmosphérique dans le dispositif de prélèvement et (iii) de modifier la structure du sol (création de chemins préférentiels). Un **débit maximal de 1 l/min** est recommandé. Un débit plus faible est à appliquer pour les sols de faible perméabilité (ou faible porosité).

(2) Support de prélèvement

Il est nécessaire de suivre les recommandations du fournisseur du support de prélèvement. Pour l'utilisation de tubes à adsorption, le débit est **généralement compris entre 20 ml/min et 500 ml/min** en fonction des caractéristiques du tube.

Les indications ci-après sont données à titre de complément d'information.

H.1 Prélèvement actif / passif

Il convient de distinguer le prélèvement actif, lequel implique le transfert forcé des composés du milieu vers le système de prélèvement (avec utilisation d'une pompe, par exemple), du prélèvement passif, qui utilise quant à lui le « transfert naturel » (par diffusion ou par perméation) des substances entre le milieu échantillonné et le support de prélèvement. Le [Tableau 2](#) ci-dessous reprend de manière générale les avantages et inconvénients des deux méthodes d'échantillonnage.

Tableau 2. Avantages et inconvénients des méthodes de prélèvement actif ou passif.

Mode de prélèvement	Avantages	Inconvénients
Actif	<ul style="list-style-type: none"> • Rapidité : durée de prélèvement de l'ordre de quelques heures, selon les concentrations attendues dans le milieu. Considéré comme une mesure ponctuelle • Possibilité d'utiliser un échantillonneur automatique • Permet d'obtenir des limites de quantification faibles • Obtention de données quantitatives 	<ul style="list-style-type: none"> • Petit volume d'échantillonnage • Risque d'un prélèvement peu représentatif si le débit est trop élevé • Interférence avec l'humidité relative • Tube à adsorption : plus grand risque de saturation des tubes • Tube à adsorption : nécessité de contrôler les débits des pompes de prélèvement (même en cas de pompes programmables) • Tube à adsorption et sac de prélèvement : nécessité d'une alimentation électrique ou d'une batterie
Passif	<ul style="list-style-type: none"> • Mise en œuvre simple, absence d'apport d'énergie, pas de pompage nécessaire, pas de mesure de débit • Avec des durées de prélèvement de plusieurs jours, obtention de concentrations moyennes dans le temps (prise en compte de variations météo, de pression...) • Prélèvement possible dans des sols peu perméables • Faible coût • Absence de contrainte liée aux taux d'humidité importants présents dans le milieu : présence de membranes poreuses et/ou d'adsorbants hydrophobes 	<ul style="list-style-type: none"> • Moins adapté aux substances très volatiles • Gamme de polluants plus restreinte • Incertitude de mesure plus grande • Variabilité plus importante des conditions météorologiques durant la période d'exposition, donc difficulté d'estimer les valeurs moyennes qui permettent de calculer les coefficients de diffusion • Ne permet pas de mettre en évidence l'impact de variations météorologiques

Comme précisé dans l'Annexe B.6.1, l'**échantillonnage passif** est intéressant à réaliser dans le cadre d'un premier screening. L'**échantillonnage actif** est le mode de prélèvement qui doit être utilisé dans le cadre d'une étude de risques.

H.2 Supports de prélèvement

Concernant les conditions et la durée de conservation des supports de prélèvement, mais aussi le délai entre le prélèvement et l'envoi des échantillons au laboratoire, il sera nécessaire de se référer aux prescriptions du laboratoire.

Tube à adsorption

Il existe des tubes adaptés pour les prélèvements en mode passif et des tubes destinés aux prélèvements en mode actif.

Pour un **prélèvement passif**, le tube échantillonneur (inséré éventuellement dans un corps diffusif), adapté à la nature des composés ciblés, aux gammes de concentrations et aux durées de prélèvement est placé directement dans le sol, dans un piézair ou autre dispositif de prélèvement.

Deux types de tubes peuvent être utilisés :

- les tubes à diffusion radiale qui présentent une grande surface spécifique, une grande surface de diffusion, qui permettent l'exposition pour de courtes durées. Le tube et le corps diffusif (entourant le tube) sont poreux.
- les tubes à diffusion axiale ont une surface de diffusion moindre. La diffusion est donc plus lente et il est nécessaire de prévoir une durée d'exposition minimale et suffisante, pouvant atteindre plusieurs semaines en fonction des concentrations attendues dans les gaz du sol.

Le tube est exposé aux gaz du sol durant un laps de temps prédéterminé, à une température moyenne mesurée. Si la température n'est pas proche de 20°C, les résultats devront éventuellement être corrigés. Les prélèvements peuvent être réalisés en doublon. Les gaz migrent dans l'échantillonneur par diffusion et sont adsorbés sur le support poreux. A la fin de la période d'exposition, les tubes sont alors récupérés et envoyés au laboratoire pour analyse.

Remarque importante pour le chlorure de vinyle (CV) :

L'échantillonnage du chlorure de vinyle en mode passif nécessite une phase extrêmement adsorbante. L'humidité présente dans les gaz du sol peut dès lors entrer en compétition avec le CV lors de l'adsorption et risque d'être problématique lors de l'analyse. Il est nécessaire de se référer au laboratoire afin d'obtenir des recommandations pour le prélèvement de ce polluant et fournir éventuellement des tubes à adsorption spécifiques.

Pour un **prélèvement actif**, un volume d'air prédéterminé est pompé au travers du tube, adapté aux composés recherchés.

Le choix du tube à adsorption est effectué en fonction des polluants recherchés et de leur gamme de concentration attendue. Ils sont généralement fournis par le laboratoire et doivent avoir été conditionnés au préalable et être utilisés dans un délai limité (généralement 15 jours). Le conditionnement se fait pendant quelques heures dans un four dont la température varie en fonction de la phase adsorbante (environ 350°C).

Le débit, adapté au tube à adsorption devra être validé au préalable avec le laboratoire. Il doit être mesuré avant et après le prélèvement et être contrôlé. Le tube de prélèvement doit être placé sur la pompe lors de la mesure de débit, afin de prendre en compte la perte de charge qu'il induit.

Il est nécessaire d'accorder une attention particulière à la mesure du débit de prélèvement (cf. **§8.3.2.3 de la norme de référence**). En outre, concernant le **contrôle du débit, la norme de référence (§8.3.2.3)** précise notamment les éléments suivants :

Le volume de gaz du sol prélevé à retenir sera adapté en fonction du contrôle du débit. En effet, si la variation de débit entre les contrôles de débit (par exemple entre le début et la fin de l'échantillonnage) est :

- **inférieur à 5%**, le débit moyen sera utilisé pour déterminer le volume des gaz du sol prélevé ;
- **compris entre 5% et 10%**, le débit minimal mesuré entre les débits initial, intermédiaire et final contrôlés sera utilisé pour déterminer le volume des gaz du sol prélevé.
- **supérieur à 10 %**, l'échantillonnage sera considéré comme **non-représentatif**.

Le choix du débitmètre est important. Un débitmètre massique permet de ne pas être tributaire de la température et de la pression. Cependant, s'il utilise un filament chauffé, la mesure est influencée par le taux d'humidité. Il ne peut donc être utilisé dans le cas de prélèvement de gaz du sol dans des sols humides. Un débitmètre à flux laminaire qui fonctionne sur base de différences de pression est moins sensible à un air humide mais bien à la poussière. Le tube de prélèvement doit être placé lors de la mesure de débit, afin de prendre en compte la perte de charge qu'il induit.

Il est de plus primordial de vérifier que le débitmètre utilisé soit en ordre d'étalonnage, dans la gamme de débit utilisé.

L'assemblage des différents éléments de la ligne d'échantillonnage est décrit au **paragraphe 8.3.2.2 de la norme de référence**.

Au terme du prélèvement, les tubes sont fermés et envoyés au laboratoire pour analyse.

Une attention devra être apportée au **perçage (ou claquage)** des tubes à adsorption. **Le paragraphe 11.3.10 de la norme de référence** explique le principe de l'essai de claquage et fixe les balises pour son interprétation.

Lorsque la masse d'un composé est détectée sur la section arrière à plus de 5% par rapport à la masse de ce composé sur la section avant, il est considéré que la section avant du tube est sursaturée, avec risque de sous-estimation de la concentration dans les gaz du sol. L'échantillonnage n'est pas considéré représentatif et les paramètres du prélèvement doivent être ajustés.

Sac de prélèvement

Le sac de prélèvement, généralement Tedlar ou Teflon, est rempli par pompage. Afin que les gaz du sol pénètrent dans le sac sans traverser la pompe, le sac est placé idéalement dans une cuve fermée hermétiquement, et est raccordé à l'extérieur de la cuve par un tube en téflon ou en métal inerte. Le prélèvement s'effectue par mise en dépression de la cuve à l'aide d'une pompe. Un exemple de montage est illustré à la [Figure 2](#).



Figure 2. Sac de prélèvement placé dans une cuve hermétique, permettant le prélèvement d'air grâce à une mise en dépression de la cuve (ISSeP, 2024).

Différentes tailles de sacs sont disponibles, pour une capacité pouvant atteindre plusieurs dizaines de litres. Afin d'éviter une surpression dans le sac lors des changements de température (par ex. entre le terrain et l'intérieur d'un véhicule), le remplissage des sacs ne devrait pas dépasser un certain pourcentage de leur volume maximal. Il est fourni, comme valeur indicative de remplissage, 66% du volume maximal (à valider au préalable avec le laboratoire).

Le volume, la durée et le débit de prélèvement sont ajustés selon les caractéristiques du sol, de la pollution et selon les besoins du laboratoire qui prend en charge les analyses (limites de quantification ciblées). Le sac peut généralement être réutilisé après rinçage à l'azote.

Canister (conteneur en dépression)

Un canister est un conteneur en acier inoxydable préalablement mis en dépression. Il est généralement fourni par le laboratoire. L'air est prélevé par différence de pression entre le conteneur et l'air du milieu échantillonné. L'ouverture du détendeur est réglée afin d'assurer un remplissage du conteneur selon la durée de prélèvement souhaitée. La durée de prélèvement (durée d'exposition de 30 secondes à 3 jours) dépend du débit de prélèvement et du volume du dispositif. Le contenu est ensuite analysé en laboratoire.

Un soin tout particulier doit être apporté au reconditionnement du canister entre 2 utilisations. Les canisters conditionnés par le laboratoire en vue d'un futur prélèvement doivent être utilisés endéans un délai limité (se référer aux recommandations du laboratoire à ce sujet).

Choix du support de prélèvement

Le choix du support de prélèvement se fait en discussion avec le laboratoire qui réalise les analyses et en tenant compte des principaux avantages et inconvénients repris dans le [Tableau 3](#) ci-après.

Tableau 3. Principaux avantages et inconvénients des supports de prélèvement.

Support	Mode (actif / passif)	Avantages	Inconvénients
Tube à adsorption	Actif ou Passif	<ul style="list-style-type: none"> Méthode normée et validée 	<ul style="list-style-type: none"> Nécessité d'avoir une bonne connaissance des caractéristiques du milieu pour déterminer les temps d'exposition et atteindre les limites de quantification souhaitées Compétition d'adsorption possible entre polluants (attention à la sélection du support de prélèvement)
Sac de prélèvement	Actif	<ul style="list-style-type: none"> Pas de risque de mauvaise adsorption Durée d'exposition moyenne (quelques heures) 	<ul style="list-style-type: none"> Fragilité du sac et de l'échantillon nécessitant plus de précautions pour la conservation et le transport (conservation à l'abri des rayons du soleil) Petit volume échantillonné Risque de pertes par adsorption ou diffusion, risque de condensation (humidité relative élevée) Limites de quantifications potentiellement élevées Durée de conservation < 24h
Canister	Actif	<ul style="list-style-type: none"> Programmable Résistance aux chocs Facilité de mise en œuvre Pas de pompe nécessaire Durée d'exposition moyenne (de 30 secondes à 3 jours) 	<ul style="list-style-type: none"> Coût plus élevé Nécessite un nettoyage avancé entre deux utilisations Risque de condensation Nécessite un détendeur Petit volume échantillonné

1. Blanc de transport/matériel

Un prélèvement blanc (de transport et matériel) doit être réalisé lors de chaque campagne d'échantillonnage de gaz du sol sur un tube à adsorption.

Le prélèvement blanc est un tube du même lot qui accompagne ceux utilisés pour les prélèvements, afin de mettre en évidence une éventuelle anomalie liée au transport ou au conditionnement des tubes à adsorption. Celui-ci doit accompagner les tubes de prélèvement mais doit rester fermé (pendant la durée de pompage ou d'exposition et durant le transport). Le prélèvement d'un blanc n'est pas requis pour les prélèvements en sac ou en canister.

Le blanc de transport/matériel sera analysé de la même manière que les tubes de prélèvement utilisés. Si des concentrations significatives y sont mesurées, cela met en évidence une anomalie liée au conditionnement des tubes à adsorption ou au transport, conduisant à une invalidation des résultats. Les concentrations mesurées sur le blanc ne doivent pas être soustraites des concentrations mesurées sur les échantillons.

J. Identification, conditionnement et transport des échantillons

Les prescriptions détaillées au **chapitre 9** de **la norme de référence** ainsi que les recommandations communiquées par le laboratoire doivent être appliquées.

Une attention particulière est à apporter aux produits utilisés pour l'étiquetage des supports de prélèvement, lesquelles ne doivent pas risquer d'émettre des COV, notamment lors de la désorption thermique au laboratoire (éviter peintures, marqueurs, colles et étiquettes adhésives).

Le délai de conservation des échantillons est fonction du support de prélèvement, des conditions de conservation et des paramètres à analyser. A défaut de consignes spécifiques données par le laboratoire, les échantillons doivent être transmis au laboratoire dans un délai de 24h à partir de l'échantillonnage.

K. Fiche de prélèvement

Une fiche de prélèvement doit être associée à chaque échantillon. Y sont renseignés :

- l'identification du site de prélèvement ;
- l'identification de l'opérateur ;
- les conditions de prélèvement (données météorologiques, paramètres environnementaux, mesures) ;
- des données relatives au chauffage, à l'aération des locaux et aux interférences potentielles ;
- les caractéristiques du dispositif de prélèvement et la localisation précise du prélèvement ;
- les résultats de mesures et opérations préalables (mesures, test d'étanchéité, purge) ;
- l'identification de l'échantillon ;
- le matériel utilisé pour réaliser le prélèvement (y compris le support de prélèvement) ;
- les paramètres de prélèvement (volume prélevé, durée d'exposition) ;
- des remarques et observations utiles.

La fiche est complétée par des photos du point de prélèvement, de la ligne de prélèvement et de son environnement.

Le contenu minimal est repris dans la fiche de prélèvement disponibles sur le site du SPW-ARNE¹, qui peut être utilisée telle quelle.

¹ <https://sol.environnement.wallonie.be/home/sols/sols-pollues/code-wallon-de-bonnes-pratiques-cwbp-etude-de-risque.html>

B6.3-2. Prélèvement d'air intérieur et ambiant (extérieur) dans le contexte d'une étude des risques associée à une pollution des sols (en complément à la méthode CWEA P-28)

B6.3-2.1. Objet

Cette méthode énonce les lignes directrices pour la réalisation de prélèvements d'air (intérieur ou extérieur), en vue de l'analyse des composés organiques volatils (COV).

Différentes méthodes de prélèvement et d'analyse sont décrites dans les normes. Elles se distinguent notamment par les limites de quantification atteignables, lesquelles doivent être suffisamment basses par rapport à l'objectif des mesures.

B6.3-2.2. Procédure

A. Références

La présente méthode se base sur les recommandations issues des guides :

- BRGM et INERIS (2016). Lethielleux L., Aubert N., Velly N. & Ramel M. Guide pratique pour la caractérisation des gaz du sol et de l'air intérieur en lien avec une pollution des sols et/ou des eaux souterraines. BRGM RP-65870-FR ; INERIS-DRC-16-156183-01401A. 216p. Disponible sur <http://infoterre.brgm.fr/rapports/RP-65870-FR.pdf>
- FLUXOBAT (2013) – Traverse S., Schäfer G., Chastanet J., Hulot C., Perronnet K., Collignan B., Cotel S., Marcoux M., Côme J.M., Correa J., Gay G., Quintard M., Pepin L. Projet FLUXOBAT, Evaluation des transferts de COV du sol vers l'air intérieur et extérieur. Guide méthodologique. Novembre 2013. 257p (accessible sur www.fluxobat.fr)

ainsi que sur les normes suivantes, accessible sur le site NBN (www.nbn.be) :

- NBN EN ISO 16017-1 : 2001
- NBN EN ISO 16017-2 : 2003
- ISO 16200-1 : 2001
- ISO 16200-2 : 2000

B. Impact des conditions météorologiques et caractéristiques des bâtiments

De nombreux paramètres influencent le transfert des composés volatils depuis les gaz du sol vers l'air intérieur et l'air extérieur ainsi que leur accumulation dans l'air intérieur.

Des informations à ce sujet ainsi que sur les conditions de contrôle des prélèvements sont précisées à l'Annexe B6.2.

Les données météorologiques telles que la température, la pression atmosphérique, la vitesse du vent et les précipitations éventuelles au cours des prélèvements (cf. fiche de prélèvement) sont à relever et de préférence au droit du site. En l'absence de station de mesure sur site, les données météorologiques sont recherchées auprès de la station météorologique locale la plus représentative du site.

Des données relatives aux caractéristiques du bâti et aux conditions de chauffage, d'aération et aux interférences potentielles doivent également être enregistrées dans la fiche de prélèvement.

C. Stratégie d'échantillonnage

Le dimensionnement des campagnes de prélèvement, le choix des moyens mis en œuvre et la programmation des campagnes (en tenant notamment compte des conditions météorologiques) sont choisis sur base de la stratégie d'investigation et des objectifs de l'étude dans le cadre de laquelle les mesures d'air sont effectuées.

La stratégie d'échantillonnage est établie préalablement à la campagne de prélèvement, sur base des prescriptions de l'Annexe B6.1 du présent guide et des recommandations énoncées ci-après.

C.1 Recommandations particulières pour les prélèvements d'air intérieur

Les prélèvements d'air intérieur ont pour principal objectif d'évaluer l'exposition des personnes aux polluants. La stratégie de prélèvement devra être élaborée en tenant compte des caractéristiques de la pollution, du bâti et de son utilisation. Une bonne connaissance du site est primordiale pour établir une stratégie permettant d'obtenir des résultats robustes.

Parallèlement aux prélèvements dans les pièces de vie, des prélèvements dans les volumes sous les pièces de vie (cave, vide sanitaire, parking souterrain) sont complémentaires et recommandés. Il s'agit en effet des zones d'accumulation les plus touchées par le transfert de COV. Ces prélèvements visent principalement à caractériser les transferts entre le sol et l'air intérieur et peuvent être d'un grand intérêt lorsqu'il s'agit d'émettre des recommandations sur des mesures constructives (p. ex. nécessité d'une ventilation forcée du sous-sol).

La stratégie de prélèvement d'air intérieur doit s'adapter à la situation particulière du site étudié, en s'assurant de la pertinence de chaque mesure. Elle doit être établie sur base des lignes directrices suivantes :

- si prélèvements dans les pièces de vie et dans les volumes sous-jacents, idéalement en même temps ;
- prélèvements dans les conditions usuelles d'occupation (chauffage allumé en hiver) ou sous des conditions plus défavorables, en gardant les fenêtres fermées (pour limiter l'influence des habitudes particulières des occupants actuels) ;
- si un système de ventilation mécanique contrôlé est existant, il sera en fonctionnement normal ;
- prélèvements dans les pièces situées au-dessus de la pollution et fréquentées par les cibles, à l'étage inférieur dans un premier temps, aux étages supérieurs si nécessaire ;
- prélèvements à hauteur des voies respiratoires (environ 1,5 m pour un adulte debout, 1 m pour une personne assise, 0,5 m dans une chambre, 0,2 m dans une crèche) à adapter selon le type d'usagers dans la pièce ;
- prélèvements au centre de la pièce (dans un endroit dégagé), éloignés des murs ;
- prélèvements éloignés des sources de chaleur, des grilles d'aération, des zones de courants d'air (cage d'escalier) ;
- prélèvements éloignés de sources internes de pollution intérieure (peintures, cuve à mazout, produits d'entretien, parfums d'intérieur, tabac).

Il est important de mesurer le taux de CO₂, la température intérieure et l'humidité relative lors des prélèvements, notamment pour avoir une indication sur la manière dont est aéré le local.

C.2 Recommandations particulières pour les prélèvements d'air extérieur

Certaines précautions sont spécifiques aux prélèvements d'air extérieur :

- éviter une exposition directe au soleil ;
- noter toutes sources de pollutions extérieures : axes routiers, stations-service, activité industrielle, etc. ;
- en cas de prélèvement sans surveillance, veiller à éviter les situations qui pourraient mener à des actes de vandalisme. Si le site n'est pas sécurisé, placer le matériel de prélèvement en hauteur ou hors de vue.

D. Méthodes de prélèvement

Les méthodes de prélèvement applicables à la mesure de l'air intérieur ou ambiant sont similaires aux méthodes de prélèvement de gaz du sol décrites ci-dessus au point B6.3-1. La plupart des recommandations relatives aux modes de prélèvement actif/passif qui y sont décrites sont également applicables aux prélèvements d'air intérieur et ambiant.

Le choix du support de prélèvement et les paramètres tels que le volume et le débit d'échantillonnage (pour un prélèvement actif) ou la durée d'exposition (pour un prélèvement passif) sont déterminés selon :

- la nature des composés recherchés ;
- la gamme de concentration présumée ;
- le type d'échantillonnage (p.ex. support adsorbant, conteneur en dépression) ;
- les volumes de perçage (ou de claquage) (selon la capacité des tubes à adsorption) ;
- les limites de quantification à atteindre ;
- les recommandations du fournisseur de matériel de prélèvement.

Le débit de prélèvement sera fixé en fonction du type de support. A cet égard, il est nécessaire de suivre les recommandations du fournisseur. Pour l'utilisation de tubes à adsorption, le débit est **généralement compris entre 20 ml/min et 500 ml/min** en fonction des caractéristiques du tube.

Les supports de prélèvement suivants sont couramment utilisés :

- tube à adsorption ;
- sac de prélèvement ;
- canister (conteneur en dépression).

Le chapitre B6.3-1 (Méthode de prélèvement de gaz du sol), qui fait référence à la norme NBN ISO 18400-204, donne des informations utiles au choix du support de prélèvement et des recommandations d'usage.

Les normes suivantes décrivent le protocole à appliquer pour l'échantillonnage sur tube à adsorption :

- Mode actif (échantillonnage par pompage) : NBN EN ISO 16017-1 :2001

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 (ISO 16017-1 :2000)

- Mode passif (échantillonnage par diffusion) : NBN EN 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 16017-2 :2003)

Pour une désorption au solvant, les normes suivantes sont applicables :

- ISO 16200-1 :2001 (mode actif)
- ISO 16200-2 :2000 (mode passif)

E. Prélèvement témoin et blanc de transport/matériel

Un prélèvement témoin ainsi qu'un blanc de transport et matériel doivent être réalisés lors de chaque échantillonnage de l'air intérieur/extérieur. Il s'agit de deux prélèvements complémentaires distincts.

Le prélèvement **témoin**, requis pour les prélèvements d'air intérieur et extérieur, consiste en un prélèvement réalisé avec le même matériel que les autres prélèvements et au même moment mais hors emprise de la pollution afin de tenir compte du bruit de fond ou d'éventuelles variations locales. Il doit être documenté par une fiche de prélèvement, au même titre que les autres prélèvements. Le but de cet échantillon n'est pas de soustraire sa concentration en polluant aux autres échantillons mais de mettre en évidence une éventuelle anomalie ou une pollution ambiante non liée à la pollution du sol.

Le prélèvement **blanc** est un tube du même lot qui accompagne ceux utilisés pour les prélèvements afin de mettre en évidence une éventuelle anomalie liée au transport ou au conditionnement des tubes à adsorption. Celui-ci doit accompagner les tubes de prélèvement mais doit rester fermé (pendant la durée de pompage ou d'exposition et durant le transport). Le prélèvement d'un blanc n'est pas requis pour les prélèvements en sac ou en canister.

Le blanc de transport/matériel sera analysé de la même manière que les tubes de prélèvement utilisés. Si des concentrations significatives y sont mesurées, cela met en évidence une anomalie liée au conditionnement des tubes à adsorption ou au transport, conduisant à une invalidation des résultats. Les concentrations mesurées sur le blanc ne doivent pas être soustraites des concentrations mesurées sur les échantillons.

F. Identification, conditionnement et transport des échantillons

Les prescriptions des normes de référence doivent être appliquées et il est nécessaire de se référer aux prescriptions fournies par le laboratoire.

Une attention particulière est à apporter aux produits utilisés pour l'étiquetage des supports de prélèvement, lesquelles ne doivent pas risquer d'émettre des COV, notamment lors de la désorption thermique au laboratoire (éviter peintures, marqueurs, colles et étiquettes adhésives).

Le délai de conservation des échantillons est fonction du support de prélèvement, des conditions de conservation et des paramètres à analyser. A défaut de consignes spécifiques données par le laboratoire, les échantillons doivent être transmis au laboratoire dans un délai de 24h à partir de l'échantillonnage.

G. Fiche de prélèvement

Une fiche de prélèvement doit être associée à chaque échantillon. Y sont enregistrés :

- l'identification du site de prélèvement ;
- l'identification de l'opérateur ;
- les conditions de prélèvement (données météorologiques, paramètres environnementaux, mesures) ;
- des données relatives au chauffage, à l'aération des locaux et aux interférences potentielles – pour les prélèvements d'air intérieur ;
- la localisation précise du prélèvement ;
- les résultats de mesures préalables ;
- l'identification de l'échantillon ;
- le matériel utilisé pour réaliser le prélèvement (y compris le support de prélèvement) ;
- les paramètres de prélèvement (volume prélevé, durée d'exposition) ;
- des remarques et observations utiles.

La fiche est complétée par des photos du point de prélèvement, de la ligne de prélèvement et de son environnement.

Le contenu minimal est repris dans les fiches de prélèvement disponibles sur le site du SPW-ARNE², qui peuvent être utilisées telles quelles.

² <https://sol.environnement.wallonie.be/home/sols/sols-pollues/code-wallon-de-bonnes-pratiques-cwbp/etude-de-risque.html>