

**ANNEXE B6.1 : STRATÉGIES D'ÉCHANTILLONNAGE D'AIR
(GAZ DU SOL – AIR INTÉRIEUR/EXTÉRIEUR)**

Version 06

Table des matières

Préambule	3
B6.1-1. Dimensionnement d'une campagne de prélèvement	4
B6.1-1.1. Principes de base	4
B6.1-1.2. Trois configurations considérées	7
A. <i>Configuration 1 : Pollution sous bâti</i>	8
Configuration 1.A : Pollution peu profonde sous bâti.....	8
Configuration 1.B : Pollution profonde sous bâti	8
B. <i>Configuration 2: Bâti dans la zone tampon latérale</i>	9
Configuration 2.A : Bâti dans la zone tampon de la pollution peu profonde	9
Configuration 2.B : Bâti dans la zone tampon de la pollution profonde.....	9
C. <i>Configuration 3: Zone non bâtie</i>	10
Configuration 3.A : Zone non bâtie sur une pollution peu profonde.....	10
Configuration 3.B : Zone non bâtie sur une pollution profonde	10
B6.1-2. Planification des campagnes de prélèvements	11
B6.1-2.1. Nombre de campagnes.....	11
B6.1-2.2. Fréquence	11
B6.1-2.3. Concentrations en polluants à retenir.....	11
B6.1-3. Stratégies dérogatoires	12
B6.1-4. Références	12

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 B6.1. vise à guider l'expert pour élaborer sa stratégie d'échantillonnage. Elle énonce quelques principes de base et présente différentes configurations théoriques pour aider l'expert à orienter ses investigations et à définir l'emplacement des points de prélèvement.

Cette annexe est à utiliser en parallèle avec les Annexes B6.2 (représentativité et pertinence des mesures d'air) et B6.3 (méthodes de prélèvement d'air). La définition des concepts nécessaires à la bonne compréhension de ce guide ainsi que la liste des liens utiles sont reprises au sein d'un glossaire général constituant un volume individualisé du Code Wallon de Bonnes Pratiques.

B6.1-1. Dimensionnement d'une campagne de prélèvement

B6.1-1.1. Principes de base

L'expert élabore la stratégie d'échantillonnage en se conformant autant que possible aux principes de base suivants, lors de chaque campagne de prélèvement :

1. Prélèvements d'air idéalement à l'intérieur. Néanmoins, des prélèvements d'air extérieur sont éventuellement pertinents si :

- une menace grave par inhalation d'air extérieur a été mise en évidence lors de l'étude de risques ;
- il y a une volonté de vérifier les conditions extérieures (par exemple en cas de suspicion d'un impact négatif de la qualité de l'air extérieur sur l'air intérieur) ;
- il est impossible ou non pertinent de prélever l'air intérieur (par exemple si les activités en cours dans les locaux génèrent des interférences, si les bâtiments ne sont pas accessibles ou inexistant).

2. Le mode actif pour les prélèvements de gaz du sol et d'air intérieur/extérieur est imposé, afin d'obtenir une meilleure précision sur les résultats et les intégrer dans les modélisations S-Risk® (l'échantillonnage passif est intéressant à réaliser dans le cadre d'un premier screening).

3. Le nombre de points de prélèvement est déterminé selon la dimension du bâtiment, de la tache de pollution et de sa zone tampon sur base des lignes directrices suivantes :

- **Air intérieur** : un prélèvement par 50 m² de bâti où la pollution est sous-jacente ou un prélèvement dans le bâtiment situé dans la zone tampon de la pollution ;
- **Air extérieur** : idéalement un prélèvement par 100 m² (selon la taille du site) où la pollution est sous-jacente ;
- **Gaz du sol** : 2 prélèvements ou plus, sur base du Tableau 1.

Ce tableau est à utiliser en parallèle des configurations décrites en section B6.1-1.2 pour établir au mieux le nombre de points de prélèvement en regard de la situation du terrain.

En résumé, le nombre de points de prélèvement décrits par les configurations s'établit comme suit :

- o dans le cas de pollution peu profonde localisée sous le bâti (cf. Configuration 1.A), le nombre de point est à définir en regard du **Tableau 1** et **selon la surface de la tache de pollution sous le bâtiment** ;
- o dans le cas de pollution peu profonde en absence de bâti (cf. Configuration 3.A), le nombre de point est à définir en regard du **Tableau 1** et selon **la surface de pollution** ou selon **la surface du bâtiment projeté** ;
- o Dans les autres cas, la localisation des points de prélèvements est établie selon, **au minimum, un axe vertical/horizontal pouvant être évalué à la hausse selon la situation du terrain et ses particularités** (telles que : présence de plusieurs bâtiments différents potentiellement affectés par la pollution, pollution présentant une superficie importante, présence de particularités lithologiques ou de plusieurs voies préférentielles, ...). Le

nombre de point de prélèvement par axe décrits dans les configurations s'établit alors comme suit :

- dans le cas de pollution profonde (cf. Configurations 1.B, 2.B et 3.B), **2 à 3 points** sur un (ou plusieurs) **axe(s) vertical(aux)** ;
- dans le cas de bâti dans la zone tampon de pollution (cf. Configuration 2.A), **2 à 3 points** sur un (ou plusieurs) **axe(s) horizontal(aux)** ;

Tableau 1 : Nombre de points de prélèvement de gaz du sol à installer en fonction de la surface de bâti ou de la surface de la tache investiguée (ou de la surface du bâti où la pollution est sous-jacente).

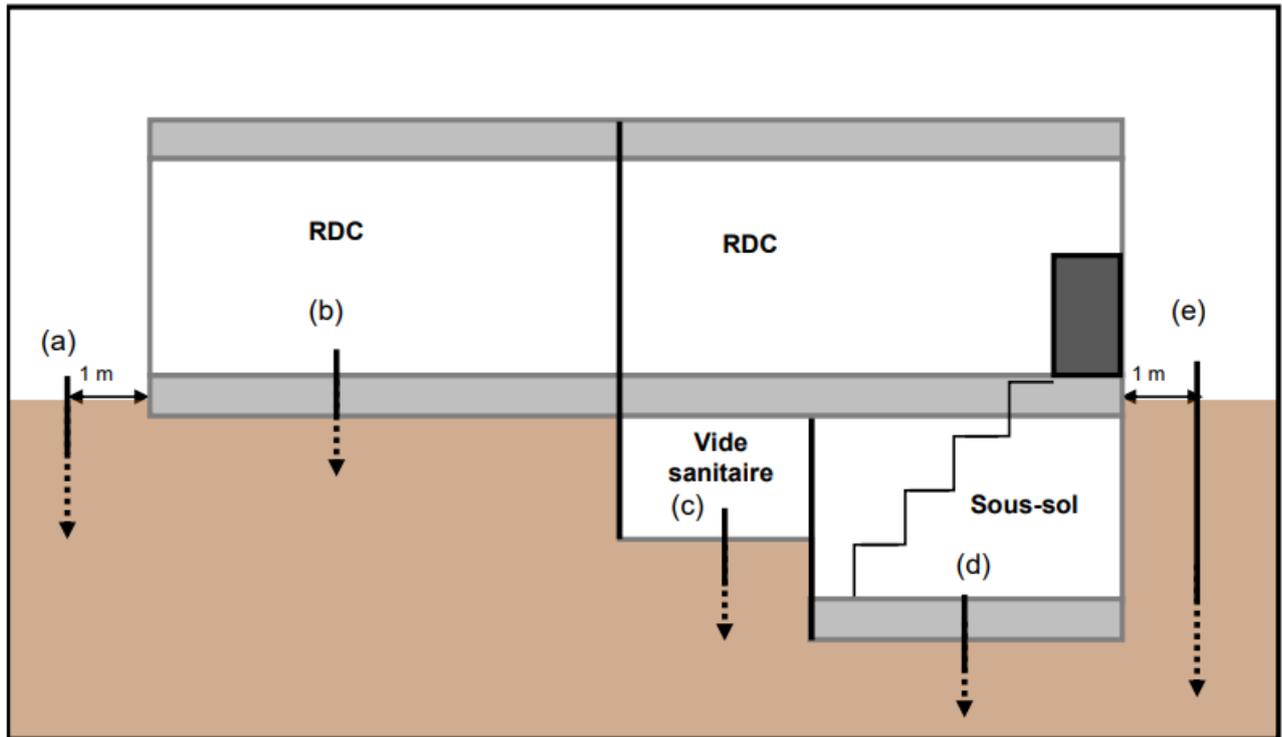
Surface du bâti ou superficie de la tache ou surface de la tache sous le bâti (m ²)	Nombre minimal de points de prélèvement de gaz du sol
<150	2
150-500	3
500-1000	4
1000-2000	5
2000-5000	6
5000-20.000	8
20.000-100.000	10
>100.000	12

4. Prélèvement à chaque campagne d'un **échantillon témoin** (air intérieur/extérieur) **et** d'un échantillon **blanc de transport/matériel** (pour les échantillons sur tube à adsorption - cf. annexe B6.3).
5. **Localisation des points de prélèvement (gaz du sol, air intérieur/extérieur)** au-dessus de la pollution, pour étudier la migration verticale.
6. **Emplacement des points de prélèvement de gaz du sol en présence d'une pollution sous bâti**: sous le bâtiment (cave, vide-ventilé ou sous dalle) et/ou en bordure du bâtiment.

La localisation des points de prélèvement (piézairs, sous dalle, cannes) et la profondeur des crépines sont basées sur les recommandations du BRGM représentées à la [Figure 1](#). Les prélèvements doivent être positionnés à proximité ou sous les bâtiments ciblés en regard des contraintes du terrain.

En l'absence d'un revêtement étanche, le sommet de la crépine d'un piézair doit être placé au minimum à 1 m de profondeur par rapport au niveau du sol extérieur (pour limiter le risque d'entrée de l'air extérieur) et en regard de la configuration du bâtiment.

Si le piézair est localisé hors bâti, il doit être de préférence placé à environ 1 m de distance du bâti. Si une cave est présente, la crépine doit être placée à une profondeur équivalente à son niveau bas. Dans le cas d'un prélèvement sous-dalle d'un bâti sans cave ou vide ventilé, il y a lieu de le positionner vers le centre de la pièce pour limiter le risque d'entrée d'air extérieur. Comme précisé plus haut, la localisation des points de prélèvement se fera généralement au-dessus de la pollution.



- (a) prélèvement de gaz du sol à 1 m du bâtiment et à 1 m de profondeur
- (b) prélèvement d'air sous dalle au rez-de-chaussée
- (c) prélèvement de gaz du sol à 1 m de profondeur dans un vide sanitaire en terre battue
- (d) prélèvement d'air sous dalle en sous-sol
- (e) prélèvement de gaz du sol à 1 m du bâtiment et à une profondeur équivalente à la base du sous-sol

Figure 1 : Exemples d'implantation d'ouvrages de prélèvement de gaz du sol au droit ou en bordure d'un bâtiment (BRGM/INERIS, 2016). **Les pointillés correspondent à la profondeur d'échantillonnage (par exemple, dans le cas d'un piézair, il s'agit de la crépine).**

7. **Prise en compte des voies de transfert préférentielles** qui peuvent élargir la zone tampon autour d'une pollution.

8. **Prélèvements synchrones de gaz du sol et d'air intérieur (et/ou extérieur) :**

- afin de limiter les variations de température trop importantes qui donnent lieu à des variations de masse volumique du mélange gazeux, engendrant des mouvements de convection.
- afin d'obtenir une image de l'impact d'une pollution sur les différents milieux à un moment défini pour vérifier l'influence des polluants des gaz du sol sur l'air intérieur.



Si des prélèvements de gaz du sol sont réalisés dans la même pièce que des prélèvements d'air intérieur, des précautions sont à prendre pour éviter une contamination de l'air intérieur par les gaz du sol : (1) fermeture hermétique de l'ouvrage de prélèvement de gaz du sol, (2) prélèvement d'air intérieur, (3) purge et prélèvement de gaz du sol après la fin du prélèvement d'air intérieur.

9. Application du **même protocole** de prélèvement lors de chaque campagne (méthodes et supports sélectionnés, purge, débit et volume de prélèvement) sauf si des défauts dans le protocole initial sont mis en évidence (problème de saturation, de compétition d'adsorption, ...).
10. Programmation des campagnes de prélèvements de gaz du sol en tenant compte des paramètres qui impactent les comportements des polluants dans les gaz du sol. En particulier, une attention est portée aux points suivants :
 - les prélèvements de gaz du sol ne peuvent pas être réalisés lorsque le sol est saturé en eau (pendant ou juste après une **forte pluie**) ;
 - Éviter les **périodes de gel** et de neige ou lorsque les différences de température entre l'air atmosphérique et les gaz du sol sont trop importantes, pour éviter un phénomène de condensation des gaz dans les équipements de prélèvement.
11. Compléter les **fiches de prélèvement** reprises dans les outils du GRER-B, Modèles de fiches de prélèvements (gaz du sol, air intérieur, air extérieur).

B6.1-1.2. Trois configurations considérées

Cette section illustre la stratégie à appliquer pour dimensionner une campagne de prélèvement. Différentes configurations théoriques sont présentées **pour aider l'expert à orienter les investigations, à définir l'emplacement des points de prélèvement en fonction de la réalité des flux et des voies de transfert potentielles vers les cibles**. A noter que les différentes configurations présentées peuvent éventuellement se combiner (ex : présence de deux bâtiments, un au-dessus de la pollution et le deuxième au niveau de la zone tampon de la pollution). Ces différentes configurations ont été déterminées pour cadrer les principes de base qui peuvent être adaptés en fonction des conditions de terrain. Il y a lieu de préciser également qu'il ne s'agit pas de scénarios d'évaluation des risques au sens du GRER, ces configurations sont proposées pour orienter les investigations afin d'obtenir les données nécessaires et suffisantes pour acquérir une image représentative des flux d'intrusions de vapeurs et de la qualité de l'air intérieur.

Les différentes configurations peuvent s'appliquer quelle que soit la matrice polluée (sol, eau souterraine ou produit pur).

Bien que ces configurations n'orientent pas vers la réalisation de prélèvements d'air extérieur, ces prélèvements peuvent, pour rappel, être pertinents dans certains cas de figure (cf. B6.1-1.1 Principes de base)

Les configurations ci-dessous sont illustrées à l'aide de schémas dans lesquels les points remplis correspondent à des points de prélèvements obligatoires et les points vides à des points de prélèvements complémentaires en lien avec la surface ou des points de prélèvements possibles en cas d'impossibilité technique ou autres.

A. Configuration 1 : Pollution sous bâti

Configuration 1.A : Pollution peu profonde sous bâti

La stratégie, **applicable à chaque campagne de prélèvement**, vise à caractériser l'influence de la pollution sur les gaz du sol et l'air intérieur.

Gaz du sol	Les gaz du sol sont prélevés sous le bâtiment (cave, vide-ventilé ou sous dalle) et/ou en bordure du bâtiment (à 1 m de distance du bâtiment). Le nombre de points de prélèvement (minimum 2) est adapté selon la surface de la tache de pollution sous le bâtiment (cf. tableau 1).	
Air int	Le nombre de prélèvements d'air intérieur est calculé selon la surface de la pollution présente sous le bâti : un prélèvement par 50 m ² de bâti où la pollution est sous-jacente.	
Schéma 1a		<p>Légende</p> <ul style="list-style-type: none"> ● pollution ● prélèvement gaz du sol ○ prélèvement gaz du sol si possible/nécessaire ● prélèvement air intérieur ○ prélèvement air int. si possible/nécessaire

Configuration 1.B : Pollution profonde sous bâti

La stratégie, **applicable à chaque campagne de prélèvement**, vise à caractériser la migration verticale des polluants dans les gaz du sol et l'influence de la pollution sur l'air intérieur.

Gaz du sol	<p>Les gaz du sol sont prélevés sous le bâtiment, au-dessus de la pollution, en minimum deux à trois points répartis selon un axe vertical (ou plusieurs axes verticaux sur base de l'avis de l'expert selon les particularités du site (ex : grande tache de pollution sous un lotissement ou pollution non homogène)) :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Niveau sous bâti, prélèvement d'air sous dalle ou piézair sous le niveau inférieur du bâti (sol de la cave ou niveau du sol du rez-de-chaussée) ; 2. Intermédiaire – si la profondeur de la pollution est suffisante pour permettre trois niveaux de prélèvement (en fonction de la situation, du type de sol, du matériel de prélèvement, ...) ; 3. Au niveau du toit de la pollution (à distance suffisante du niveau de la nappe selon le CWEA, pour éviter le prélèvement de gaz trop humide). 	
Air int	Le nombre de prélèvements d'air intérieur est calculé selon la surface de la pollution présente sous le bâti : un prélèvement par 50 m ² de bâti où la pollution est sous-jacente.	
Schéma 1b		<p>Légende</p> <ul style="list-style-type: none"> ● pollution ● prélèvement gaz du sol ○ prélèvement gaz du sol si possible/nécessaire ● prélèvement air intérieur ○ prélèvement air int. si possible/nécessaire

B. Configuration 2: Bâti dans la zone tampon latérale

Cas où le bâti est en-dehors de la pollution mais dans la zone tampon.

Configuration 2.A : Bâti dans la zone tampon de la pollution peu profonde

La stratégie, **applicable à chaque campagne de prélèvement**, vise à caractériser la migration latérale dans le sol et l'influence de la pollution sur l'air intérieur.

Gaz du sol	<p>Les gaz du sol sont prélevés en trois points répartis de la pollution au bâtiment :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Sous le bâtiment (ou, en cas d'impossibilité, à l'extérieur à 1 m du bâtiment) ; 2. Entre le bâtiment et la pollution ; 3. Au-dessus de la pollution. <p>NB : Il est recommandé de laisser une distance minimale de 2 m entre deux ouvrages de prélèvement. Si la distance entre la pollution et le bâtiment ne permet pas la prise de trois échantillons de gaz du sol, la stratégie peut être adaptée.</p>	
Air int	<p>Minimum un prélèvement d'air intérieur est réalisé.</p>	
Schéma 2a		<p>Légende</p> <ul style="list-style-type: none"> pollution et zone tampon prélèvement gaz du sol prélèvement gaz du sol si possible/nécessaire prélèvement air intérieur prélèvement air int. si possible/nécessaire

Configuration 2.B : Bâti dans la zone tampon de la pollution profonde

La stratégie, **applicable à chaque campagne de prélèvement**, vise à caractériser la migration verticale des polluants dans les gaz du sol et l'influence de la pollution sur l'air intérieur.

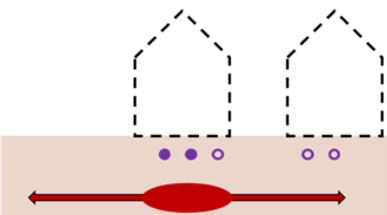
Gaz du sol	<p>Les gaz du sol sont prélevés au-dessus de la pollution, en minimum deux à trois points répartis selon un axe vertical :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Niveau sous bâti ; 2. Intermédiaire – si la profondeur de la pollution est suffisante pour permettre trois niveaux de prélèvement ; 3. Au niveau du toit de la pollution (minimum 1 m au-dessus du niveau de la nappe). 	
Air int	<p>Minimum un prélèvement d'air intérieur est réalisé.</p>	
Schéma 2b		<p>Légende</p> <ul style="list-style-type: none"> pollution et zone tampon prélèvement gaz du sol prélèvement gaz du sol si possible/nécessaire prélèvement air intérieur prélèvement air int. si possible/nécessaire

C. Configuration 3: Zone non bâtie

Cas d'une zone non bâtie mais où un bâtiment sera construit ou pourrait potentiellement être construit au-dessus de la pollution ou de sa zone tampon.

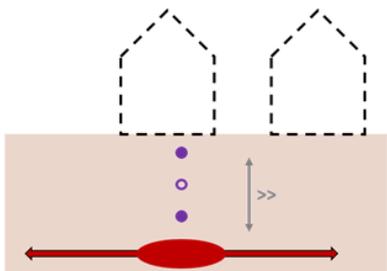
Configuration 3.A : Zone non bâtie sur une pollution peu profonde

La stratégie, **applicable à chaque campagne de prélèvement**, vise à mesurer les concentrations en polluants dans les gaz du sol pour appréhender les risques en cas de construction future d'un bâtiment au-dessus de la pollution ou de sa zone tampon.

Gaz du sol	<p>Des prélèvements de gaz du sol sont effectués au droit de l'emprise des pollutions, en ciblant les zones les plus concentrées. Si nécessaire, en complément, des prélèvements peuvent également être effectués au niveau des bâtiments projetés dans l'emprise de la pollution et de sa zone tampon.</p> <p>Le nombre de points de prélèvement (minimum 2) est adapté selon la surface de la pollution ou du bâtiment projeté (cf. tableau 1).</p>
Air int	<p>Aucun prélèvement d'air intérieur/extérieur n'est requis :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Les prélèvements d'air intérieur ne sont pas possibles ; - Les prélèvements d'air extérieur ne donnent pas d'information fiable quant à la qualité de l'air intérieur d'un futur bâtiment.
Schéma 3a	<div style="display: flex; align-items: center;">  <div style="margin-left: 20px;"> <p>Légende</p> <ul style="list-style-type: none"> pollution et zone tampon prélèvement gaz du sol prélèvement gaz du sol si possible/nécessaire prélèvement air intérieur prélèvement air int. si possible/nécessaire </div> </div>

Configuration 3.B : Zone non bâtie sur une pollution profonde

La stratégie, **applicable à chaque campagne de prélèvement**, vise à caractériser la migration verticale des polluants dans les gaz du sol.

Gaz du sol	<p>Les gaz du sol sont prélevés au-dessus de la pollution, en minimum deux à trois points répartis selon un axe vertical :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Niveau sous bâti potentiel ou proche de la surface du sol (haut de la crépine à profondeur suffisante selon le CWEA) ; 2. Intermédiaire – si la profondeur de la pollution est suffisante pour permettre trois niveaux de prélèvement ; 3. Au niveau du toit de la pollution (minimum 1 m au-dessus du niveau de la nappe).
Air int	<p>Aucun prélèvement d'air intérieur/extérieur n'est requis :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Les prélèvements d'air intérieur ne sont pas possibles ; - Les prélèvements d'air extérieur ne donnent pas d'information fiable quant à la qualité de l'air intérieur d'un futur bâtiment.
Schéma 3b	<div style="display: flex; align-items: center;">  <div style="margin-left: 20px;"> <p>Légende</p> <ul style="list-style-type: none"> pollution et zone tampon prélèvement gaz du sol prélèvement gaz du sol si possible/nécessaire prélèvement air intérieur prélèvement air int. si possible/nécessaire </div> </div>

B6.1-2. Planification des campagnes de prélèvements

B6.1-2.1. Nombre de campagnes

Pour évaluer les risques liés à une pollution du sol pour la santé humaine par inhalation sur base d'un monitoring des gaz du sol et de l'air intérieur/extérieur, le nombre minimum de campagnes est fixé à **3 campagnes**. Aucune interprétation ne peut être basée sur un nombre inférieur de campagnes.

Afin de considérer différentes combinaisons de conditions pouvant donner lieu à des situations plus ou moins défavorables dont au moins une devrait être « worst case », il est nécessaire de considérer les balises énoncées à l'**Annexe B6.2**, à savoir :

- **pression atmosphérique** moyenne lors du prélèvement : au moins un prélèvement lorsque la pression atmosphérique est supérieure à 1013 hPa et au moins un prélèvement lorsque la pression atmosphérique est inférieure à cette valeur.
- **température extérieure** moyenne lors du prélèvement : à tout le moins un différentiel de minimum 10 °C entre deux campagnes de prélèvement.

La recommandation d'effectuer au moins une campagne de prélèvement en conditions estivales et une campagne en conditions hivernales permet de se placer dans les conditions qui tendent à favoriser une augmentation des concentrations en polluants dans les gaz du sol (conditions généralement présentes en été) et, dans des conditions qui tendent à favoriser l'accumulation des polluants dans l'air intérieur (conditions généralement présentes en hiver).

En additionnant la recommandation de prélever au moins une fois en conditions dépressionnaires et une fois en conditions de haute pression, cela permet d'obtenir une plus grande variation des conditions.

B6.1-2.2. Fréquence

La fréquence du monitoring n'est pas imposée puisque la priorité est mise sur la variation des conditions entre les différentes campagnes et sur le nombre minimal de campagnes.

Toutefois, dans le cas d'une situation particulièrement préoccupante en regard des risques pour la santé humaine (exemples : pollution peu profonde, polluants fortement toxiques, présence d'une couche de produit surnageante, cibles sensibles, première campagne alarmante, etc.), il peut être nécessaire d'obtenir rapidement des résultats robustes afin de prendre une décision rapide. A cet effet, un monitoring court et soutenu comptant davantage de campagnes devrait être envisagé (par exemple 4 campagnes en 9 mois).

B6.1-2.3. Concentrations en polluants à retenir

Les concentrations en polluants à retenir et à utiliser dans l'étude de risques sont les **concentrations maximales** mesurées entre les différentes campagnes, par point de prélèvement équivalent, et ce, tant pour les gaz du sol que pour l'air intérieur et extérieur, pour autant que celles-ci soient jugées représentatives. D'autres choix de valeurs à utiliser dûment justifiés par l'expert pourraient être acceptés. Par ailleurs, lors de prélèvements visant à évaluer un gradient horizontal ou vertical dans les gaz du sol, la concentration à utiliser dans l'étude de risques n'est pas nécessairement la concentration maximale (sur base d'une justification étayée de l'expert).

B6.1-3. Stratégies dérogatoires

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

Exemples d'adaptations à envisager si la stratégie théorique est impossible à mettre en œuvre ou si elle n'est pas pertinente par rapport à la situation :

- adaptation du nombre de points de prélèvement ;
- adaptation de la localisation des points de prélèvement ;
- pas de prélèvement de gaz du sol (par exemple si le toit de la nappe est à faible profondeur) ;
- **pas de prélèvement d'air intérieur** (par exemple si les activités en cours dans les locaux génèrent des interférences).

B6.1-4. Références

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> (consulté le 28/06/2023).

ITRC, Interstate Technology & Regulatory Council (2014). Petroleum Vapor Intrusion – Fundamentals of Screening, Investigation and Management. Guidance Document. October 2014. 388p. Disponible sur <https://projects.itrcweb.org/PetroleumVI-Guidance/Content/Resources/PVIPDF.pdf> (consulté le 21/12/2023).

OVAM (2019). Van Keer I., Touchant K., Cornelis C., Vos J., Van Gestel G., Fonteyne S. & Tallon J. Code van Goede Praktijk: Evaluatie van uitdampingsrisico's in het kader van bodem- en grondwater-verontreinigingen. 95p. Mars 2019. Disponible sur :

https://emis.vito.be/sites/emis/files/articles/3331/2019/20181218_OVAM_Rapport_CGP_Uitdampingsrisico_volledig%282%29.pdf (consulté le 28/06/2023).