



# **RBCA ATLANTIQUE (Assainissement en fonction des risques)**

**Version 4.0**

**Pour les lieux touchés au Canada atlantique**

**Lignes directrices pour l'évaluation de l'intrusion de vapeurs**

**Mai 2024**



## **Avis aux lecteurs**

Un grand soin a été apporté à la préparation de cette publication. Cependant, aucune partie, notamment le PIRI Atlantique ou ses membres, ne fait de déclaration ni ne donne de garantie concernant l'exactitude ou l'exhaustivité des renseignements énoncés dans le présent document, et aucune de ces parties ne saurait être tenue responsable de tout dommage direct, indirect, consécutif ou autre résultant de l'utilisation de la présente publication ou des renseignements qui y sont présentés.

Les renseignements que contient la présente publication peuvent être modifiés sans préavis. PIRI Atlantique ainsi que ses membres et collaborateurs dénie toute responsabilité ou obligation de mettre à jour les renseignements présentés ci-après.

Veillez consulter le site Web de RBCA Atlantique à l'adresse [www.atlanticrbca.com/fr/](http://www.atlanticrbca.com/fr/) pour obtenir la version à jour du présent document ainsi que des autres documents à l'appui.

## **Remerciements**

Le PIRI Atlantique tient à remercier Stantec Consulting Limited pour l'élaboration et la mise à jour du présent document d'orientation. Nous aimerions également remercier nos membres correspondants pour leurs commentaires, ainsi que tous les autres intervenants qui ont fourni des renseignements et des commentaires dans le cadre du processus d'examen public du document original.

## GLOSSAIRE

BTEX	Benzène, toluène, éthylbenzène et xylènes
CCME	Le Conseil canadien des ministres de l'Environnement
MCL	Modèle conceptuel du lieu
COVC	Composés organiques volatils chlorés
ÉEL	Évaluation environnementale d'un lieu
IRA	Indice de risque additif
ITRC	Interstate Technology & Regulatory Council
m sss	Mètres sous la surface du sol
HPTm	Hydrocarbures pétroliers totaux modifiés
HCP	Hydrocarbures pétroliers
PIRI	Partenariat pour la mise en œuvre de RBCA
PDE	Point d'exposition
CEVC	Critères d'évaluation des voies de contamination
AQ/CQ	Assurance de la qualité/contrôle de la qualité
RBCA	Mesures d'assainissement en fonction des risques
CEFR	Critère d'évaluation en fonction du risque
HPT	Hydrocarbures pétroliers totaux
EPA des États-Unis	Agence américaine de protection de l'environnement (United States Environmental Protection Agency)
IV	Intrusion de vapeurs
CEIV	Critères d'évaluation de l'intrusion de vapeurs

## PRÉFACE

Le présent document de RBCA Atlantique (Assainissement en fonction des risques) repose sur le principe de la protection de la santé humaine. Il a pour but d'aider les personnes qui gèrent les lieux contaminés à évaluer les vapeurs de subsurface transportées vers la voie d'exposition de l'air intérieur, aussi appelée voie d'intrusion de vapeurs.

Le présent document vise également à orienter la façon d'interpréter et d'appliquer les résultats des programmes d'échantillonnage des vapeurs de sol et de l'air intérieur dans le cadre de RBCA Atlantique et des processus provinciaux de gestion des lieux contaminés en vue d'obtenir la fermeture du lieu. Bien qu'il fournisse un aperçu de certaines pratiques exemplaires d'évaluation de l'intrusion de vapeurs au Canada atlantique, les professionnels affectés au lieu sont chargés de confirmer que les méthodes et les techniques d'essai qu'ils utilisent sont conformes aux normes en vigueur dans l'industrie.

Le présent guide d'orientation peut être mis à jour au fur et à mesure que de nouvelles recherches et de nouveaux renseignements seront disponibles. Les utilisateurs devraient consulter le site Web de RBCA Atlantique à l'adresse <http://www.atlanticrbca.com/fr/> pour obtenir la dernière version du présent document.

On rappelle aux professionnels affectés au lieu de faire participer le personnel de l'organisme réglementaire provincial tout au long du processus de gestion des lieux contaminés, surtout lorsqu'il pourrait y avoir des incertitudes concernant les politiques et la réglementation provinciales.

## TABLE DES MATIÈRES

1.0	INTRODUCTION.....	1
1.1	Contexte.....	1
1.2	Objet.....	2
1.3	Portée.....	2
1.4	Démarche générale.....	2
2.0	COLLECTE DE DONNÉES.....	5
2.1	Caractérisation du lieu.....	5
2.2	Élaboration d'un modèle conceptuel du lieu.....	5
2.3	Évaluation des résultats d'échantillonnage du sol et de l'eau souterraine.....	6
2.4	Distance d'évaluation de l'intrusion de vapeurs.....	7
2.5	Évaluation de l'intrusion potentielle de vapeurs.....	8
3.0	PROGRAMME RELATIF AUX VAPEURS DU SOL.....	9
3.1	Conception du programme d'échantillonnage.....	9
3.1.1	Densité des échantillons.....	12
3.1.2	Fréquence de l'échantillonnage.....	13
3.1.3	Durée d'échantillonnage.....	13
3.1.4	Assurance de la qualité/contrôle de la qualité.....	14
3.2	Évaluation des résultats de la surveillance.....	15
3.2.1	Critères d'évaluation de l'intrusion de vapeurs de palier II.....	15
3.2.2	Critères cibles propres au lieu de palier III.....	16
3.3	Évaluation de l'intrusion de vapeurs à l'aide de plusieurs sources de données.....	16
4.0	MESURES D'ASSAINISSEMENT EN CAS D'INTRUSION DE VAPEURS.....	17
4.1	Retrait de la source.....	17
4.2	Système technique.....	17
4.3	Contrôle institutionnel.....	18
5.0	RAPPORTS.....	18
6.0	RÉFÉRENCES.....	19

## LISTE DES FIGURES, DES TABLEAUX ET DES ANNEXES

### FIGURES

Figure 1	Démarche généralisée d'évaluation de l'intrusion de vapeurs (des détails sont fournis dans les prochaines sections du document) .....	4
----------	---	---

### TABLEAUX

Tableau 1	Éléments d'un modèle conceptuel du lieu .....	6
Table 2	Distance d'évaluation de l'intrusion potentielle de vapeurs.....	8
Tableau 3	Détermination de l'intrusion potentielle de vapeurs fondée sur la collecte de données.....	9
Tableau 4	Aperçu des options d'échantillonnage de vapeurs .....	10

### ANNEXES

Annexe A	Formulaire d'inspection du bâtiment et d'enquête auprès de l'occupant
Annexe B	Tableaux des critères d'évaluation de l'intrusion de vapeurs (CEIV)
Annexe C	Équations utilisées pour calculer les CEIV fondés sur la santé
Annexe D	Exemple de calculs



## 1.0 INTRODUCTION

Le présent document a été rédigé sous la direction du Partenariat Atlantique pour la mise en œuvre (PIRI) de l'assainissement en fonction des risques (RBCA). PIRI Atlantique a également publié un *Guide d'utilisation* (PIRI Atlantique, 2022a) qui fournit des directives techniques sur l'utilisation de la démarche à plusieurs paliers et la trousse d'outils de RBCA Atlantique. Le *Guide d'utilisation* (PIRI Atlantique, 2022a) fournit des critères d'évaluation en fonction du risque (CEFR) de palier I pour le sol et l'eau souterraine susceptibles de protéger la santé humaine en ce qui a trait à plusieurs voies d'exposition, ainsi que des critères d'évaluation des voies de contamination (CEVC) de palier II élaborés pour chaque voie d'exposition. Le *Guide d'utilisation* et les documents provinciaux de gestion des lieux contaminés peuvent être mis à jour de temps à autre. Les utilisateurs devraient consulter le site Web de RBCA Atlantique à l'adresse <http://www.atlanticrbca.com/fr/> afin d'obtenir les dernières versions.

Le présent document fournit des directives précises sur l'évaluation de la migration des vapeurs à partir d'une source de contamination souterraine à travers le sol non saturé jusqu'aux bâtiments, où les vapeurs se mélangent ensuite à l'air intérieur. C'est ce qu'on appelle l'intrusion de vapeurs (IV).

### 1.1 Contexte

En 2006, PIRI Atlantique a publié le document *Lignes directrices pour l'évaluation des vapeurs du sol et de l'air intérieur* à titre d'annexe (annexe 9) de la version 2.0 du *Guide d'utilisation* de RBCA Atlantique afin de fournir de l'assistance technique aux parties responsables et aux professionnels affectés au lieu pour évaluer l'intrusion de vapeurs et la voie de contamination de l'air intérieur. Il comprenait une théorie sur l'intrusion de vapeurs, des méthodes d'échantillonnage et l'interprétation des résultats de la surveillance. En 2012, les *Lignes directrices pour l'évaluation des vapeurs du sol et de l'air intérieur* ont été publiées de nouveau sous forme de document autonome comportant des correctifs à la suite des changements apportés à la version 3.2 de RBCA Atlantique, mais elles n'ont pas été mises à jour en fonction des nouvelles données et recherches publiées depuis 2006. Les Lignes directrices ont été mises à jour en 2019 pour intégrer un facteur de bioatténuation de 10 dans le calcul des critères d'évaluation de l'intrusion de vapeurs (CEIV) pour les hydrocarbures pétroliers (HCP) dans les vapeurs du sol pour toutes les utilisations des terres afin de témoigner de l'harmonisation avec le Conseil canadien des ministres de l'Environnement (CCME) et de recalculer les CEIV pour les HCP dans les vapeurs du sol pour l'utilisation des terrains résidentiels ou agricoles afin de corriger une erreur dans le document initial.

La révision actuelle tient compte de la mise à jour des renseignements sur la toxicité des hydrocarbures pétroliers et de l'ajout des composés organiques volatils chlorés (COVC) au *Guide d'utilisation* (PIRI Atlantique, 2022a). La version actuelle des *Lignes directrices pour l'évaluation*

de l'intrusion de vapeurs (le présent document) remplace le *Guide d'utilisation pour l'évaluation de l'intrusion de vapeurs* (PIRI Atlantique, publié en 2016, mis à jour en 2019).

## 1.2 Objet

Le présent document a pour objet de fournir aux professionnels affectés au lieu et aux propriétaires des lignes directrices simplifiées qui passent brièvement en revue la démarche de RBCA Atlantique pour évaluer l'intrusion potentielle de vapeurs et fournissent aux professionnels affectés au lieu des critères d'évaluation de l'intrusion de vapeurs (CEIV) appropriés qui peuvent être utilisés pour examiner les résultats de la surveillance des vapeurs de sol, des vapeurs sous la dalle et de l'air intérieur en vue de détecter un risque potentiellement inacceptable.

## 1.3 Portée

Le présent guide d'orientation s'adresse principalement aux professionnels affectés au lieu qui possèdent une connaissance et une expérience approfondies de la gestion des lieux contaminés à l'aide du *Guide d'utilisation* (PIRI Atlantique, 2022a).

Le présent guide met l'accent sur la protection de la santé humaine à la suite d'une exposition à long terme ou chronique. Il n'aborde pas les risques potentiels pour la santé et la sécurité à court terme ou aigus associés à l'intrusion de vapeurs. Le professionnel affecté au lieu est chargé de déterminer les risques potentiels pour la santé et la sécurité à court terme ou aigus associés à l'intrusion de vapeurs (p. ex., un sous-sol humide en contact direct avec la contamination, des risques d'explosion, de fortes odeurs) ainsi que d'élaborer, de recommander et de mettre en œuvre des mesures d'atténuation des risques aigus avec son client.

Le présent guide d'orientation donne un aperçu des pratiques exemplaires d'évaluation de l'intrusion de vapeurs au Canada atlantique. Les professionnels affectés au lieu sont chargés de confirmer que les méthodes et les techniques d'essai qu'ils utilisent sont conformes aux normes en vigueur dans l'industrie. Les documents d'orientation d'autres administrations et les conclusions tirées de la documentation scientifique accessible au moment de la rédaction, qui sont cités tout au long de ce document, sont considérés comme étant des ressources supplémentaires pour les professionnels affectés au lieu.

## 1.4 Démarche générale

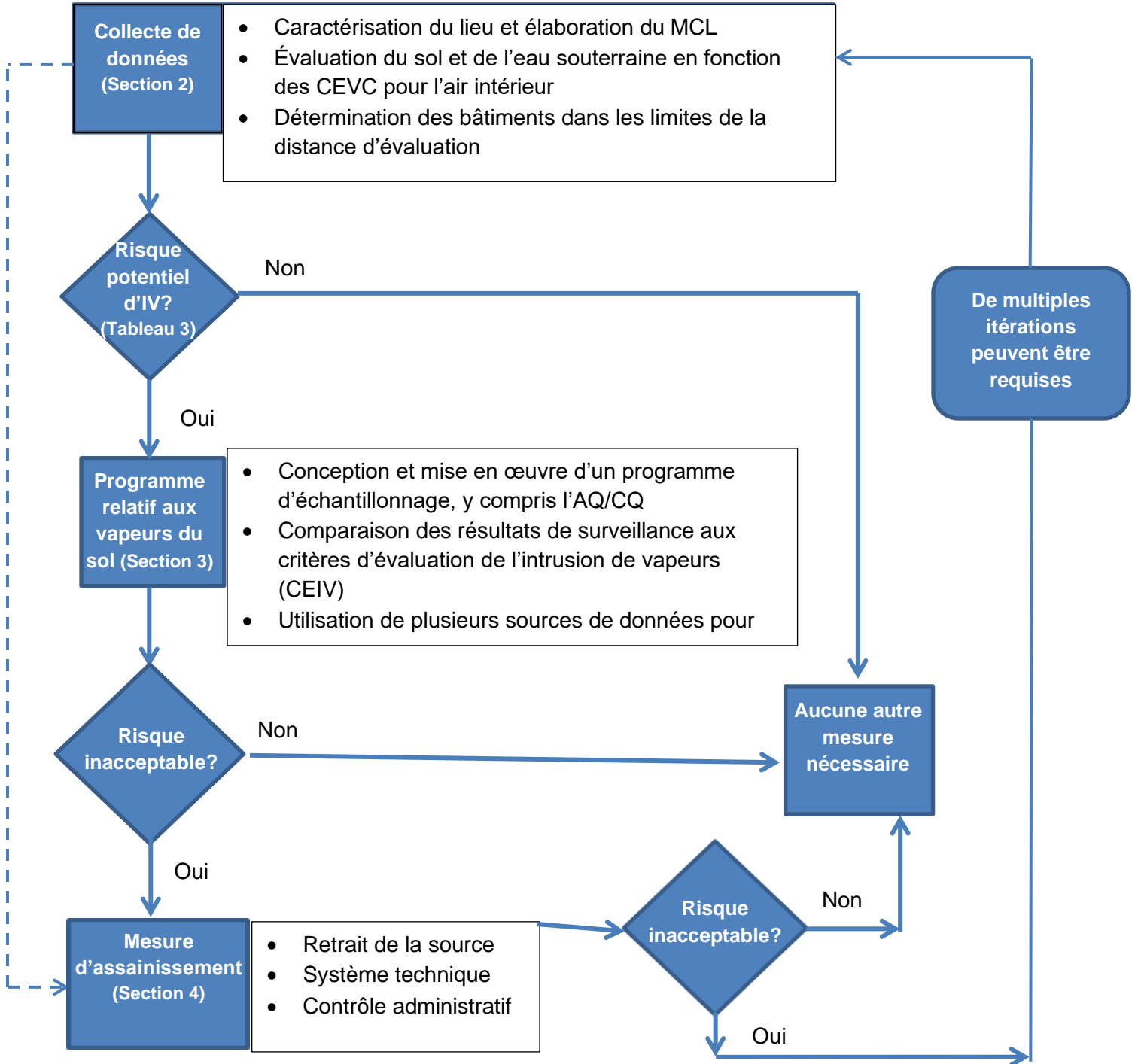
La démarche générale d'évaluation de l'intrusion de vapeurs que recommande PIRI Atlantique est illustrée à la figure 1 (adaptée de l'ITRC, 2014). Les sections 2 à 5 décrivent de façon plus détaillée chaque étape de cette démarche.

Bien que la démarche présentée dans ce document s'applique aux contaminants volatils en général, les critères d'évaluation de l'intrusion de vapeurs (CEIV) de palier II se limitent à certains

HCP et certains COVC. Ces HCP comprennent plus particulièrement le benzène, le toluène, l'éthylbenzène et les xylènes (collectivement appelés les BTEX) et les hydrocarbures pétroliers totaux modifiés (HPTm). Les COVC comprennent ceux qui sont associés aux activités de nettoyage à sec, notamment le perchloroéthylène (PCE, aussi appelé tétrachloroéthylène), le trichloroéthylène (TCE) et ses composés de filiation ou découlant de la dégradation, le cis-1,2-dichloroéthène (cis-1,2-DCE), le trans-1,2-dichloroéthène (trans-1,2-DCE), le 1,1-dichloroéthène (1,1-DCE) et le chlorure de vinyle (ci-après appelés les COVC).

Conformément à la démarche à plusieurs paliers décrite dans le Guide *d'utilisation* (PIRI Atlantique, 2022a), l'évaluation de ces contaminants volatils pour lesquels il n'existe aucun CEIV est considérée comme relevant du palier III.

## Intervention d'urgence terminée (s'il y a lieu)



**Figure 1** Démarche généralisée d'évaluation de l'intrusion de vapeurs (des détails sont fournis dans les prochaines sections du document)

## 2.0 COLLECTE DE DONNÉES

Pour qu'il existe un risque d'intrusion de vapeurs, il doit y avoir une source de production de contaminants volatils dans le sol ou l'eau souterraine et un bâtiment existant (ou qui pourrait être construit) près de la source. L'étape de la collecte de données vise à recueillir suffisamment de renseignements pour confirmer si ces conditions sont présentes.

### 2.1 Caractérisation du lieu

Des inspections relatives à l'intrusion de vapeurs sont effectuées dans le cadre d'une évaluation environnementale progressive des lieux, généralement lorsque les concentrations de contaminant dans le sol ou l'eau souterraine dépassent les CEVC génériques de palier II pour l'air intérieur ou que les CEVC génériques pour l'air intérieur ne s'appliquent pas (p. ex. un sous-sol en terre battue). Pour plusieurs COVC, en l'absence de CEVC de palier II atteignables pour l'inhalation de l'air intérieur, l'évaluation des vapeurs (vapeur du sol, vapeur sous la dalle et/ou air intérieur) est nécessaire pour évaluer la voie d'inhalation de l'air intérieur, si elle est complète, et pour délimiter l'étendue des répercussions. On doit effectuer les évaluations environnementales des lieux conformément aux pratiques exemplaires de l'industrie, au *Guide d'utilisation* (PIRI Atlantique, 2022a) et à tout document d'orientation provincial applicable. L'évaluation ou les évaluations environnementales du lieu doivent fournir suffisamment de données de caractérisation pour que le professionnel affecté au lieu puisse élaborer un modèle conceptuel du lieu (MCL).

### 2.2 Élaboration d'un modèle conceptuel du lieu

Un MCL est une représentation écrite ou graphique des données de caractérisation du lieu qui détermine les sources, les voies d'exposition et de migration relatives aux contaminants, de même que les récepteurs. Le MCL doit être élaboré le plus tôt possible au cours du processus d'évaluation environnementale du lieu et constamment amélioré au fur et à mesure que de nouvelles données sont disponibles. Les renseignements recueillis pendant l'évaluation environnementale progressive du lieu constituent la base du MCL nécessaire à la conception de programmes d'échantillonnage ultérieurs pour l'évaluation de l'intrusion de vapeurs, le cas échéant. Si les renseignements détaillés sur le lieu ne sont pas suffisants pour élaborer le MCL, il pourrait être utile d'effectuer une évaluation environnementale supplémentaire du lieu. Le MCL doit décrire chacun des éléments présentés au tableau 1.

**Tableau 1 Éléments d'un modèle conceptuel du lieu**

<b>Caractéristiques du secteur à l'origine de la contamination</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Les contaminants préoccupants, y compris les propriétés physiques/chimiques (les propriétés physiques/chimiques approuvées pour les HCP et les COVC sont incluses dans le modèle de boîte à outils).</li><li>• Le ou les secteurs à l'origine de la contamination</li><li>• Étendue des concentrations de contaminant dans le sol et l'eau souterraine</li><li>• Profondeur des contaminants et distance (latérale et verticale) par rapport aux récepteurs (bâtiments occupés actuels ou futurs)</li><li>• Présence ou absence de produit en phase libre, conclusions de l'évaluation effectuée conformément au <i>Guide d'utilisation</i> (PIRI Atlantique, 2022a) (p. ex., expansion de la zone à l'origine de la contamination)</li></ul>
<b>Caractéristiques de la subsurface</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Stratigraphie de la zone non saturée, y compris la stratification</li><li>• Profondeur de la nappe phréatique, direction de l'écoulement et gradient de l'eau souterraine et fluctuation saisonnière</li><li>• Nappes phréatiques perchées ou zones peu perméables</li><li>• Voies préférentielles de migration des vapeurs naturelles ou anthropiques<ul style="list-style-type: none"><li>• Épaisseur du sol relativement propre entre la source et les fondations du bâtiment. Aux fins de l'évaluation de l'intrusion de vapeur, un sol relativement propre est défini par les CEVC de palier II applicables à l'air intérieur dans le cas d'une utilisation résidentielle (s'applique aux lieux contaminés résidentiels et commerciaux).</li></ul></li></ul>
<b>Caractéristiques du bâtiment</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Utilisation du bâtiment (résidentielle, commerciale, industrielle)</li><li>• Taille et construction, y compris le type de fondations, la profondeur, l'état et la présence de puits dont le fond est en terre battue</li><li>• Emplacement par rapport à la contamination</li><li>• Systèmes de chauffage et systèmes mécaniques, présence d'ascenseurs</li></ul>

### 2.3 Évaluation des résultats d'échantillonnage du sol et de l'eau souterraine

Les concentrations de contaminants dans le sol et l'eau souterraine doivent être évaluées selon les CEVC de palier II applicables à l'air intérieur que fournit le *Guide d'utilisation* (PIRI Atlantique, 2022a). Si les concentrations maximales de contaminants sont supérieures aux CEVC de palier II, des vapeurs risquent de s'introduire dans les bâtiments situés dans les limites de la distance d'évaluation de l'intrusion de vapeurs (consulter la section 2.4) à des concentrations supérieures à celles des lignes directrices fondées sur la santé humaine; une évaluation supplémentaire ou des mesures d'assainissement sont alors nécessaires.

On rappelle aux utilisateurs qu'il faut satisfaire à certains critères obligatoires, qui sont énumérés dans le *Guide d'utilisation* (PIRI Atlantique, 2022a), afin de pouvoir appliquer les CEVC de palier II pour le sol et l'eau souterraine. Les critères obligatoires propres à la voie de contamination de l'air intérieur comprennent ce qui suit :

- il ne doit pas y avoir de liquides non aqueux dans le sol et l'eau souterraine dans les limites de la distance d'évaluation de l'intrusion de vapeurs applicable (consulter la section 2.4) ou à proximité de récepteurs existants ou potentiels;
- Les propriétés du lieu et les scénarios d'exposition doivent être compatibles avec les valeurs par défaut de RBCA Atlantique.

Si ces critères obligatoires ne sont pas respectés, les professionnels affectés au lieu peuvent passer directement aux analyses des vapeurs de sol ou de l'air intérieur (section 3.0) ou aux mesures d'assainissement (section 4.0) pour éliminer la voie d'intrusion de vapeurs.

Remarque : Pour plusieurs COVC, en l'absence de CEVC de palier II atteignables pour l'inhalation de l'air intérieur, l'évaluation des vapeurs (vapeur du sol, vapeur sous la dalle et/ou air intérieur) est nécessaire pour évaluer la voie d'inhalation de l'air intérieur, si elle est complète, et pour délimiter l'étendue des répercussions.

Le PIRI Atlantique a aussi publié des normes de qualité environnementale (NQE) de palier I et des normes de voie spécifiques (NVS) de palier II pour le sol, les eaux souterraines, les eaux de surface et les sédiments, qui sont utilisées dans les provinces Atlantique (PIRI Atlantique, 2022b). Conformément aux CEFR de palier I et aux CEVC de palier II, ces lignes directrices sont fournies pour les lieux à vocation agricole, résidentielle, commerciale et industrielle, ainsi que pour les sols à grains grossiers et à grains fins. Dans le cas de contaminants pour lesquels il n'existe pas de CEFR, de CEVC, de NQE ou de NVS, le *Guide d'utilisation* (PIRI Atlantique, 2022a. 2022b) fournit des directives concernant l'application d'autres méthodes d'évaluation de palier III. On attire l'attention des utilisateurs sur le fait que, lorsqu'ils se servent de critères d'évaluation propres au sol ou à l'eau souterraine pour l'air intérieur provenant d'autres administrations, le professionnel affecté au lieu doit connaître les limites associées à ces lignes directrices et confirmer que l'état du lieu est compatible avec leur utilisation. La consultation du personnel de l'organisme réglementaire applicable pour confirmer l'approbation est également recommandée.

## **2.4 Distance d'évaluation de l'intrusion de vapeurs**

Les vapeurs peuvent migrer sur une certaine distance depuis la zone à l'origine de la contamination, à travers un sol relativement propre, avant que les concentrations s'abaissent à des niveaux qui ne causeront pas d'inquiétude quant à l'intrusion de vapeurs.

Bien que l'on considère généralement que les bâtiments se trouvant à moins de 30 mètres latéralement ou verticalement de sources de vapeurs de subsurface sont assez proches pour courir un risque d'intrusion de vapeurs (CCME, 2016; EPA des États-Unis, 2013b), la biodégradation aérobie des vapeurs d'hydrocarbures pétroliers diminue sensiblement la distance de migration. Un certain nombre d'études indiquent qu'une distance verticale de cinq mètres assure une protection contre les sources de produit pétrolier, y compris les lieux où des liquides immiscibles sont présents (Davis, 2009; Lahvis et coll., 2013; EPA des États-Unis, 2015; ITRC, 2014). Les distances d'évaluation verticale sont généralement censées s'appliquer

latéralement en l'absence de voies préférentielles (ITRC, 2014). La plupart des sols contiennent assez d'humidité, de nutriments et d'oxygène pour que la biodégradation microbienne des hydrocarbures pétroliers ne soit pas entravée (ITRC, 2014). Par conséquent, PIRI Atlantique a adopté des distances d'évaluation révisées pour la détermination des bâtiments occupés actuels ou futurs qui risquent d'être exposés à l'intrusion de vapeurs, comme le montre le tableau 2.

**Table 2 Distance d'évaluation de l'intrusion potentielle de vapeurs**

Type de contaminant	Distance d'évaluation de l'intrusion de vapeurs (latérale et verticale)
HCP (BTEX, HPTm) (dans tous les cas, à l'exception de ce qui est mentionné ci-après)	5 m
HCP (BTEX, HPTm) dans les sols à forte teneur en matières organiques	30 m
HCP (BTEX, HPTm) provenant de combustibles qui contiennent plus de 10 % d'éthanol	30 m
Autres composés volatils (p. ex., COVC)	30 m
<p><b>Pour appliquer les distances d'évaluation, il faut que les critères obligatoires suivants soient satisfaits :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a. Il ne doit pas y avoir de liquides non aqueux (produit en phase libre mobile) dans le sol ou l'eau souterraine (l'étendue latérale de tout panache de liquide non aqueux [LNA] ne progresse pas).</li> <li>b. Il ne doit pas y avoir de voies préférentielles (y compris les éléments construits, comme les services publics, et les éléments naturels, tels que les fractures du substrat rocheux) qui interceptent la zone à l'origine de la contamination et les fondations d'un bâtiment.</li> <li>c. Il n'y a pas de déversements continus et le front du panache de dispersion dans l'eau souterraine est stable.</li> <li>d. Les vapeurs ne migrent pas sous l'effet de la pression (comme celle des gaz d'enfouissement).</li> <li>e. Dans le cas des HCP, la distance d'évaluation ne comprend pas de sols à forte teneur en matière organique (comme les terres humides ou les zones de tourbières) qui produisent un état anaérobie.</li> </ul>	

Dans le cas particulier de lieux contaminés par des combustibles ou carburants qui contiennent plus de 10 % d'éthanol, ou dont les sols à forte teneur en matières organiques sont contaminés (terres humides ou tourbières), la distance d'évaluation de cinq mètres peut ne pas s'appliquer.

## 2.5 Évaluation de l'intrusion potentielle de vapeurs

Selon le processus de collecte de données décrit aux sections 2.1 à 2.4, on peut déterminer les risques d'intrusion potentielle de vapeurs à l'aide du tableau 3.



**Tableau 3 Détermination de l'intrusion potentielle de vapeurs fondée sur la collecte de données**

		<b>Bâtiments présents ou raisonnablement prévus à l'intérieur de la distance d'évaluation verticale ou latérale?</b>	
		<b>Non</b>	<b>Oui</b>
<b>Concentrations dans le sol et l'eau souterraine</b>	<b>Satisfont aux CEVC de l'air intérieur</b>	Voie d'intrusion de vapeurs écartée	Voie d'intrusion de vapeurs écartée
	<b>Dépassent les CEVC de l'air intérieur ou les CEVC ne s'appliquent pas</b>	Voie d'intrusion de vapeurs écartée	<b>Risque inacceptable d'intrusion de vapeurs – inspection supplémentaire, gestion du risque ou assainissement nécessaire</b>

Lorsqu'un risque inacceptable d'intrusion potentielle de vapeurs est décelé, il est nécessaire d'effectuer une inspection relative à l'intrusion de vapeurs (section 3.0) ou de prendre des mesures d'assainissement (section 4.0) pour éliminer les risques éventuels pour la santé humaine associés à cette voie d'exposition.

### **3.0 PROGRAMME RELATIF AUX VAPEURS DU SOL**

#### **3.1 Conception du programme d'échantillonnage**

Le programme d'échantillonnage doit être conçu de manière à recueillir suffisamment de renseignements pour prendre les décisions appropriées. Tout programme d'échantillonnage doit être conçu de façon à déterminer si les concentrations dans le sol et l'eau souterraine du secteur à l'origine de la contamination créent une source de vapeurs susceptible de représenter un risque d'intrusion de vapeurs ou si des vapeurs sont présentes sous un bâtiment existant à des concentrations qui pourraient constituer un risque d'intrusion de vapeurs ou que des vapeurs pénètrent dans un bâtiment existant.

Le programme d'échantillonnage de vapeurs peut comprendre plusieurs des éléments suivants : des échantillons de vapeurs de sol prélevés avec une sonde (dans la zone à l'origine de la contamination ou à une plus faible profondeur), des échantillons de vapeurs prélevés sous la dalle avec une sonde et des échantillons d'air intérieur ou extérieur ambiant, décrits au tableau 4. On prélève généralement les échantillons à l'aide d'une matière absorbante ou de cylindres.

Des directives supplémentaires sur la densité, la fréquence et la durée de l'échantillonnage ainsi que sur l'assurance et le contrôle de la qualité sont fournies dans les sous-sections qui suivent.

**Tableau 4 Aperçu des options d'échantillonnage de vapeurs**

Milieu d'échantillon	Description dans le contexte des présentes lignes directrices	Remarques
Vapeurs de sol	<p>Vapeurs de sol qui se trouvent en dehors de la zone d'influence du bâtiment (à plus d'un mètre des fondations). La sonde peut être conçue de manière à prélever un échantillon directement dans la zone à l'origine de la contamination ou entre cette dernière et le récepteur.</p>	<p>Les échantillons prélevés dans la zone à l'origine de la contamination représentent les concentrations de vapeurs les plus élevées sur le lieu; toutefois, les résultats ne tiennent pas compte des pertes subies durant le transport (comme la biodégradation, qui constitue un mécanisme de transport important pour les HCP).</p> <p>Les échantillons prélevés entre la zone à l'origine de la contamination et le récepteur tiendront compte des mécanismes de transport, y compris la biodégradation. La profondeur de prélèvement des échantillons de vapeurs de sol en dehors de la zone d'influence du bâtiment ne doit pas être inférieure à la moitié de la distance entre la profondeur de la zone à l'origine de la contamination et les fondations du bâtiment (p. ex., si les fondations du bâtiment sont à deux mètres de profondeur et que la zone à l'origine des vapeurs est à quatre mètres de profondeur, les échantillons de vapeurs de sol prélevés en dehors de la superficie au sol du bâtiment doivent l'être à au moins trois mètres de profondeur).</p> <p>Les échantillons prélevés à de faibles profondeurs (&lt;1 m sss) peuvent être moins stables et risquent davantage de causer des fuites de surface (ITRC, 2007), bien que des études aient démontré qu'il est possible de prélever des échantillons à des profondeurs d'à peine 0,6 mètre (EPA des États-Unis, 2010). Il incombe au professionnel affecté au lieu de confirmer que les échantillons prélevés à de faibles profondeurs sont représentatifs et respectent les objectifs du programme d'échantillonnage.</p> <p>On ne doit pas prélever d'échantillons lorsque le sol à proximité de la grille ou de l'implant est gelé ou moins d'une journée après de fortes précipitations (définies ici comme étant de plus de 5 mm).</p>

**Tableau 4 Aperçu des options d'échantillonnage de vapeurs**

Milieu d'échantillon	Description dans le contexte des présentes lignes directrices	Remarques
Vapeurs sous la dalle	<p>Échantillons de vapeurs de sol qui sont généralement prélevés directement sous la dalle des fondations, mais qui comprennent également ceux qui sont prélevés jusqu'à un mètre de profondeur sous la dalle ou jusqu'à un mètre latéralement au-delà de la superficie au sol du bâtiment.</p>	<p>Les échantillons prélevés à moins d'un mètre des fondations d'un bâtiment risquent de subir l'influence des systèmes de chauffage, de climatisation et d'échange d'air du bâtiment.</p> <p>La concentration de vapeurs dans les échantillons prélevés sous la dalle peut varier en fonction des activités de l'occupant et, de façon saisonnière, de l'influence du bâtiment (chauffage/climatisation), mais n'est pas influencée par les précipitations.</p>
Air intérieur ambiant	<p>Échantillon d'air représentatif de l'exposition de l'occupant, prélevé durant une période d'exposition représentative (p. ex. 24 heures pour une exposition en milieu résidentiel) et dans la zone de respiration (environ 1 à 1,5 mètre au-dessus du plancher).</p>	<p>La qualité de l'air intérieur varie selon les activités de l'occupant. De nombreux produits d'entretien et matériaux de construction émettent des composés organiques volatils. Ces sources contextuelles compliquent la détermination de l'intrusion de vapeurs sur le lieu et peuvent entraîner d'importantes variations temporelles et spatiales. Dans ces cas, des échantillons appariés d'air intérieur ambiant et de vapeurs sous la dalle peuvent être nécessaires pour distinguer les sources contextuelles.</p> <p>L'annexe A fournit un formulaire d'inspection du bâtiment et d'enquête auprès de l'occupant pour aider l'utilisateur à déterminer les sources courantes de contaminants volatils et l'influence potentielle du bâtiment sur les conditions ambiantes. On recommande le retrait des produits reconnus comme contenant des composants volatils et l'arrêt des activités qui rejettent des composants volatils (p. ex., cuisson au grill à l'intérieur, utilisation d'assainisseurs d'air chimiques, tabagisme) au moins une semaine avant l'échantillonnage.</p>

**Tableau 4 Aperçu des options d'échantillonnage de vapeurs**

<b>Milieu d'échantillon</b>	<b>Description dans le contexte des présentes lignes directrices</b>	<b>Remarques</b>
Air extérieur ambiant	Échantillon d'air représentatif de l'air extérieur susceptible de pénétrer dans le bâtiment.	<p>Les échantillons d'air extérieur sont généralement prélevés en même temps que les échantillons d'air intérieur, durant la même période de collecte. Ces échantillons d'air extérieur peuvent servir à déterminer les sources contextuelles à l'extérieur du bâtiment, comme les émissions des véhicules ou d'autres sources locales de pollution atmosphérique.</p> <p>Les échantillons d'air extérieur peuvent être prélevés dans la zone de respiration (environ 1 à 1,5 mètre au-dessus de la surface du sol) ou près d'une bouche d'admission d'air connue du bâtiment. D'importantes variations temporelles sont possibles.</p>

Il existe une grande variété de méthodes d'échantillonnage et d'analyse des vapeurs de sol, des vapeurs sous la dalle et de l'air intérieur. Le présent document n'a pas pour but d'imposer une méthodologie. Le professionnel affecté au lieu pourrait se reporter au document de l'ITRC (2014) ou du CCME (2016) pour leurs méthodes de construction et d'échantillonnage ou consulter le laboratoire d'analyse au sujet des méthodes d'analyse.

### 3.1.1 Densité des échantillons

Le nombre de points d'échantillonnage (densité des échantillons) requis pour atteindre les objectifs du programme varie d'un lieu à l'autre. Les lignes directrices ci-après sont considérées comme étant des pratiques exemplaires.

- Dans le cas de l'évaluation de bâtiments individuels, on recommande le prélèvement de deux ou trois échantillons de vapeurs de sol ou sous la dalle à l'aide d'une sonde pour une habitation résidentielle typique (EPA des États-Unis, 2004).
- En ce qui concerne les zones à l'origine de la contamination susceptibles de contaminer de nombreux bâtiments, il n'est peut-être pas nécessaire de prélever à l'aide d'une sonde deux ou trois échantillons de vapeurs de sol ou sous la dalle par bâtiment; toutefois, il doit y avoir au moins un échantillon de vapeurs de sol (ou sous la dalle) pour chaque bâtiment existant ou futur (ITRC, 2007).
- Lorsque le programme d'évaluation des vapeurs de sol se limite à des échantillons prélevés à l'extérieur des bâtiments, il est nécessaire de prélever suffisamment d'échantillons pour établir une concentration représentative des vapeurs de sol étant donné que ces concentrations peuvent varier d'un facteur de dix à cent entre les sondes placées d'un côté ou l'autre de bâtiments relativement petits comme des maisons (Sanders et Hers, 2006; DiGiulio, 2003).

- Dans le cas de petits bâtiments (semblables au bâtiment résidentiel par défaut de 150 m<sup>2</sup> de PIRI Atlantique), le prélèvement d'un échantillon d'air intérieur ambiant par étage pourrait suffire, alors que les bâtiments plus grands pourraient nécessiter des échantillons supplémentaires.

Le professionnel affecté au lieu est chargé de la conception du programme d'évaluation des vapeurs de sol et on s'attend à ce qu'il fournisse les raisons qui justifient le nombre de points d'échantillonnage sélectionnés.

### **3.1.2 Fréquence de l'échantillonnage**

Comme les variations temporelles sont courantes dans un même milieu, on recommande un minimum de deux épisodes saisonniers (printemps/été et automne/hiver) avant de prendre une décision afin de confirmer que les influences saisonnières, y compris tout système de chauffage et de climatisation, ont été prises en compte. On fait exception à cette règle lorsque les échantillons de vapeurs de sol sont prélevés dans une zone stable du panache (p. ex., en profondeur, à l'intérieur de la zone à l'origine de la contamination) et que les concentrations mesurées sont au moins d'un ordre de grandeur inférieur aux concentrations préoccupantes. Dans ces circonstances, un seul prélèvement peut suffire (CCME, 2016). On s'attend à ce que le professionnel affecté au lieu fournisse les raisons qui justifient le classement du lieu d'échantillonnage comme étant « stable ».

### **3.1.3 Durée d'échantillonnage**

La durée du prélèvement des échantillons de vapeurs de sol (période pendant laquelle un échantillon est recueilli) peut varier, mais les échantillons devraient être prélevés à des débits se situant entre 10 et 200 ml/min.

Dans le cas des échantillons d'air intérieur, la durée d'échantillonnage devrait tenir compte du temps d'exposition des occupants du bâtiment (actuels ou futurs). En ce qui concerne les bâtiments résidentiels, il convient d'envisager une exposition sur une période de 24 heures, alors que, pour les bâtiments commerciaux, on recommande une durée d'échantillonnage d'au moins huit heures.

On rappelle aux professionnels affectés au lieu que, dans le cas du prélèvement d'échantillons à l'aide de tubes adsorbants, la durée d'échantillonnage doit être suffisante pour que la concentration du seuil de détection se situe en deçà des critères d'évaluation appropriés.

### 3.1.4 Assurance de la qualité/contrôle de la qualité

L'assurance et le contrôle de la qualité (AQ/CQ) doivent faire partie de tout plan d'évaluation de l'intrusion de vapeurs et comprendre les points ci-dessous.

- **Essai d'étanchéité** : L'intégrité de la sonde servant à prélever les échantillons de vapeurs de sol et sous la dalle doit être vérifiée afin d'y détecter toute fuite après son installation une fois le mortier liquide durci (le cas échéant) et avant de procéder aux échantillonnages ultérieurs. On utilise couramment une enceinte à hélium pour soumettre la sonde et les appareils à un essai d'étanchéité, alors qu'on peut effectuer un essai en milieu fermé pour les appareils d'échantillonnage. Dans le cas d'un important programme d'échantillonnage (dix sondes et plus), il peut être acceptable de ne soumettre à l'essai qu'un nombre représentatif d'emplacements de sondes. Les fuites de moins de 2 % sont considérées comme acceptables. Des taux de fuite supérieurs nous permettraient de soupçonner une fuite de la sonde ou de l'appareil de prélèvement. Les raccords et la sonde doivent être examinés et les sources potentielles de fuites doivent être éliminées avant de répéter l'essai d'étanchéité. Si la fuite reste supérieure à 2 %, la pertinence des résultats de l'échantillonnage et la manière dont l'incertitude associée aux résultats a été incorporée aux conclusions de l'évaluation doivent être notées dans le rapport.
- **Purge** : La sonde (y compris les tubes) doit être purgée de trois à cinq fois son volume avant l'échantillonnage.
- **La dépression dans les appareils d'échantillonnage** (pour le prélèvement d'échantillons à l'aide de tubes adsorbants) est inférieure à dix pouces d'eau.
- **Dépression dans les cylindres** : La dépression dans les cylindres doit être enregistrée à la fin de la période d'échantillonnage et ne devrait pas être inférieure à deux pouces de mercure. Si la pression du cylindre est inférieure à deux pouces de mercure ou est égale à la pression atmosphérique lorsque l'on effectue la vérification finale de la pression, la période d'échantillonnage peut être douteuse (ASTM D5466). En pareil cas, on s'attend à ce que les professionnels affectés au lieu expliquent de quelle façon l'absence de pression négative adéquate pourrait avoir influé sur les résultats.
- **Échantillons-réplicats de terrain** : Au moins un échantillon-réplicat de terrain, ou 10% du nombre d'échantillons, est requis par session d'échantillonnage pour chaque type de milieu. Si la différence relative en pourcentage entre l'échantillon dupliqué et l'échantillon de filiation est supérieure à 50 %, le professionnel affecté au lieu doit expliquer comment cette variabilité peut influencer les résultats et les conclusions de l'évaluation.
- **Échantillons-témoins** : Les échantillons-témoins peuvent être utiles pour atteindre certains objectifs de conception, mais ils ne sont pas obligatoires.

## 3.2 Évaluation des résultats de la surveillance

On doit utiliser les valeurs du tableau des CEIV de palier II (fournies à l'annexe B) pour évaluer l'intrusion de vapeurs sur un lieu, y compris ceux où des LNA sont présents. Les CEIV ont été calculées selon les valeurs par défaut des caractéristiques des bâtiments et des sols des tableaux 7 et 8 du *Guide d'utilisation* (PIRI Atlantique, 2022a), les données physiques, chimiques et toxicologiques sur les HCP et les COVC de la boîte à outils de RBCA Atlantique et à l'aide des équations de transport standard fournies par le CCME (2008, 2014). Les équations et les valeurs utilisées pour calculer les CEIV sont fournies à l'annexe C.

Les sections suivantes décrivent comment utiliser les CEIV et comment le professionnel affecté au lieu peut calculer les CCPL de palier III.

### 3.2.1 Critères d'évaluation de l'intrusion de vapeurs de palier II

Les CEIV de palier II en ce qui a trait aux résultats d'analyse des vapeurs sous la dalle et de l'air ambiant ne dépendent pas des caractéristiques du bâtiment. Toutefois, les professionnels affectés au lieu doivent confirmer que les caractéristiques du bâtiment sur le lieu sont conformes aux valeurs par défaut de RBCA Atlantique avant d'appliquer les CEIV pour les vapeurs de sol. Les facteurs pouvant exclure l'utilisation des CEIV pour les vapeurs de sol comprennent les suivants :

- maison résidentielle de plain-pied (sans sous-sol);
- épaisseur de la dalle de plancher inférieure à 11,25 cm (ou aucune dalle);
- plancher de béton présentant des fissures dépassant le ratio de fissuration par défaut (ce qui suppose l'absence d'ouvertures comme des puisards ou des drains de plancher);
- sous-sols au plancher en terre battue ou aux murs de pierre.

Dans le cas de l'évaluation des hydrocarbures pétroliers (HPTm), on doit également évaluer l'indice de risque additif (IRA) afin de tenir compte des effets cumulatifs du mélange. Les concentrations mesurées sont jugées acceptables si chaque sous-fraction est inférieure à son CEIV respectif et que l'IRA calculé est inférieur à un. Un exemple de calcul de l'IRA est fourni à l'annexe D.

Bien que l'on recommande d'analyser les échantillons de lieux contaminés par des produits pétroliers sur le plan du fractionnement des HPT, il est reconnu que, dans certains cas, l'échantillon ne contiendra pas suffisamment de HPT pour donner des résultats significatifs à cet égard. Dans ces cas, le laboratoire peut fournir une concentration pour  $>C_6-C_{10}$  et  $>C_{10}-C_{16}$  et le professionnel affecté au lieu peut comparer de manière prudente les concentrations de  $>C_6-C_{10}$  et  $>C_{10}-C_{16}$  au CEIV le plus bas de toute fraction individuelle de HCP de ce groupe et vérifier l'IRA.

### 3.2.2 Critères cibles propres au lieu de palier III

Lorsque les caractéristiques par défaut utilisées pour élaborer les CEIV ne représentent pas l'état du lieu ou qu'aucun CEIV n'a été élaboré pour le contaminant préoccupant sur le lieu, on peut calculer des CCPL de palier III à l'aide des équations qui ont servi à établir les CEIV de palier II. À l'instar de la démarche d'élaboration des CEIV de palier II pour les HPTm, les concentrations mesurées sont jugées acceptables si chaque sous-fraction est inférieure à son CCPL de palier III respectif et que l'IRA calculé est inférieur à un. Ces équations figurent à l'annexe C. Des limites ont été établies pour certains paramètres en vue de réduire au minimum les hypothèses d'entrée injustifiables émises par inadvertance, lesquelles donnent généralement des données de sortie inacceptables (Johnson, 2005). Ces limites figurent à l'annexe C.

Comme l'indique le *Guide d'utilisation* (PIRI Atlantique, 2022a), les organismes réglementaires provinciaux peuvent exiger que des pairs examinent une démarche de palier III.

### 3.3 Évaluation de l'intrusion de vapeurs à l'aide de plusieurs sources de données

L'objectif de toute évaluation de l'intrusion de vapeurs est de déterminer avec exactitude si des contaminants de subsurface ont une incidence négative sur la qualité de l'air intérieur. Toutefois, plusieurs facteurs peuvent rendre incertaine la prédiction des concentrations dans l'air intérieur associées à l'intrusion de vapeurs, notamment les variations temporelles et spatiales, la biodégradation, les voies préférentielles, les méthodes d'échantillonnage et d'analyse, la modélisation du sort et du transport de la subsurface jusqu'aux bâtiments (particulièrement pour les bâtiments inoccupés) et les sources contextuelles. Le professionnel affecté au lieu est tenu d'élaborer un modèle conceptuel précis du lieu relativement à l'intrusion potentielle de vapeurs, en utilisant d'abord les données recueillies durant les premières inspections du lieu et en recueillant les données supplémentaires nécessaires pour prendre une décision éclairée. On s'attend à ce que le professionnel affecté au lieu procède à un examen critique de toutes les données recueillies afin de trancher la question de savoir s'il y a intrusion de vapeurs (ou s'il y aura intrusion dans le cas de bâtiments inoccupés) et si, par conséquent, il y a des risques inacceptables pour la santé. L'utilisation des conclusions tirées de plusieurs ensembles de données différents pour la prise de décisions concernant le lieu s'appelle la démarche des « sources de données multiples » (DOD, 2009).

L'ITRC (2007) a cerné un certain nombre de sources de données possibles qui pourraient servir à déterminer si la voie d'intrusion de vapeurs est complète. En voici quelques-unes :

- données sur les concentrations dans le sol et l'eau souterraine (distribution spatiale - latérale, verticale et ampleur des concentrations);
- construction du bâtiment et état actuel;



- effets de la stratigraphie du sol;
- implication de la nappe aquifère par rapport aux répercussions observées sur le sol;
- concentrations des vapeurs de sol;
- concentrations des vapeurs sous la dalle;
- concentrations contextuelles (provenant de sources intérieures et extérieures);
- propriété et supervision du lieu ou du bâtiment.

Le professionnel affecté au lieu peut ne pas avoir besoin de toutes les sources de données pour prendre une décision relative à la gestion du lieu. Il se peut que les conclusions de certaines sources de données entrent en conflit avec d'autres (p. ex., les concentrations de vapeurs de sol dans la zone à l'origine de la contamination sont supérieures à celles des CEIV, mais celles des vapeurs sous la dalle respectent les CEIV) et que différentes sources de données n'aient pas la même importance selon les incertitudes qui y sont liées, d'où la nécessité pour le professionnel affecté au lieu d'examiner les données disponibles de manière globale pour appuyer son avis professionnel.

## **4.0 MESURES D'ASSAINISSEMENT EN CAS D'INTRUSION DE VAPEURS**

Les sections qui suivent présentent les méthodes d'atténuation des risques liés à l'intrusion de vapeurs de sol en éliminant la source, la voie de contamination ou le récepteur.

### **4.1 Retrait de la source**

Le retrait de la matière de subsurface contaminée présente sur le lieu constitue une solution permanente (EPA des États-Unis, 2013b). Lorsque l'on peut démontrer que l'état du lieu après l'assainissement ne pose pas de risque inacceptable pour la santé humaine par voie d'inhalation (consulter la section 2.5), il n'est pas nécessaire de procéder à un échantillonnage de vapeurs après l'assainissement. Une fois la source retirée, l'état du lieu peut se prêter à une fermeture sans condition conformément au processus de gestion provincial.

### **4.2 Système technique**

Des systèmes techniques comme la ventilation passive sous la dalle, la dépressurisation active sous la dalle et l'application de produits de protection aux fondations peuvent empêcher les vapeurs de pénétrer dans un bâtiment occupé. La mise en œuvre d'un système technique peut être considérée comme étant une fermeture conditionnelle. La consultation avec les représentants de l'organisme réglementaire provincial est vivement recommandée. Il peut

s'avérer nécessaire d'effectuer un suivi et (ou) une surveillance à long terme pour démontrer l'efficacité du système.

### 4.3 Contrôle institutionnel

Les contrôles institutionnels peuvent éviter que des personnes soient exposées à un risque. C'est le cas des restrictions relatives à l'utilisation du terrain (p. ex., l'utilisation commerciale est appropriée, mais pas l'utilisation résidentielle) et des restrictions liées à l'emplacement de futurs bâtiments (p. ex., un secteur « non constructible » dans la zone d'inclusion). On s'attend à ce que le professionnel affecté au lieu et le propriétaire indiquent la manière dont le propriétaire veillera au maintien du contrôle institutionnel.

La mise en œuvre d'un contrôle institutionnel peut être considérée comme étant une fermeture conditionnelle. La consultation des représentants de l'organisme réglementaire provincial est recommandée.

## 5.0 RAPPORTS

Bien que l'on puisse faire rapport de l'évaluation des vapeurs de sol de diverses manières (dans le cadre d'un rapport d'évaluation environnementale, d'un plan de mesures d'assainissement, d'un rapport de fermeture ou d'un rapport autonome), les éléments ci-après doivent être inclus dans le document.

- Modèle conceptuel du lieu : Le MCL doit indiquer les sources, les voies de contamination et les récepteurs préoccupants et être suffisamment détaillé pour justifier le programme d'échantillonnage de vapeurs.
- Évaluation : L'évaluation comprend la comparaison des résultats d'analyse du sol et (ou) de l'eau souterraine aux CEVC de palier II pour l'air intérieur et l'identification des bâtiments, le cas échéant, qui se trouvent dans les limites de la distance d'évaluation appropriée. À cette étape, il est possible d'éliminer les risques d'intrusion de vapeurs ou d'établir la nécessité d'une inspection supplémentaire, d'une gestion des risques ou de mesures d'assainissement.
- Détails de l'échantillonnage : Des détails suffisants doivent être fournis pour justifier l'endroit de chaque point d'échantillonnage, y compris une description de l'emplacement des sondes par rapport à la zone à l'origine de la contamination (latéralement ou verticalement). Le calendrier d'échantillonnage doit être fourni, y compris les raisons qui justifient un échantillonnage inférieur à la valeur par défaut d'au moins un échantillon à l'automne ou à l'hiver et d'un échantillon au printemps ou à l'été, le cas échéant. Des détails sur le terrain, y compris les débits étalonnés ou calculés, la durée d'échantillonnage et la dépression résiduelle (seulement pour les cylindres) doivent être fournis.

- Qualité des données : Le rapport doit comprendre un examen de la qualité des données, en ce qui concerne les résultats de laboratoire et (ou) des échantillons-réplicats de terrain, les méthodes d'AQ/CQ du laboratoire, la vérification de l'intégrité des sondes et l'état du lieu. Après avoir examiné l'évaluation de la qualité des données, le professionnel affecté au lieu doit déterminer si l'insuffisance de données peut nuire à l'interprétation des résultats et juger si la qualité des données suffit ou non à atteindre les objectifs d'évaluation.
- Démarche de palier III (le cas échéant) : Lorsque les CCPL de palier III ont été calculés, il convient de fournir les raisons du changement des paramètres par défaut. Dans le cas d'une évaluation de palier III de produits chimiques autres que des HCP ou des COVC, les sources de données toxicologiques et les raisons qui justifient l'utilisation de chaque source doivent être indiquées.
- Analyse des données : Une comparaison des concentrations de vapeurs mesurées par rapport aux CEIV ou aux CCPL applicables doit être fournie.
- Interprétation et recommandations : La section sur l'interprétation doit comprendre un exposé expliquant si les résultats d'analyse des vapeurs sont conformes au MCL et aux autres données relatives au lieu. En se fondant sur l'ensemble de données, le professionnel affecté au lieu doit formuler des recommandations concernant les prochaines étapes du processus de gestion des lieux contaminés. Si une fermeture conditionnelle est recommandée, il doit inclure les conditions et l'éventuel échantillonnage de suivi recommandé.

## 6.0 RÉFÉRENCES

*ASTM D 5466 Standard. Standard Test Method for Determination of Volatile Organic Chemicals in Atmospheres (Canister Sampling Methodology).*

CONSEIL CANADIEN DES MINISTRES DE L'ENVIRONNEMENT (CCME). 2008. *Standard pancanadien relatif aux hydrocarbures pétroliers dans le sol : guide d'utilisation.*

CONSEIL CANADIEN DES MINISTRES DE L'ENVIRONNEMENT (CCME). 2014. *Protocole d'élaboration de recommandations pour la qualité des vapeurs des sols en vue de prévenir leur inhalation par l'humain.*

CONSEIL CANADIEN DES MINISTRES DE L'ENVIRONNEMENT (CCME). 2016. *Guide sur la caractérisation environnementale des sites dans le cadre de l'évaluation des risques pour l'environnement et la santé humaine, vol. 1 : orientations, Division des sites contaminés.*

- DAVIS, R. V. 2009. « Bioattenuation of Petroleum Hydrocarbon Vapors in the Subsurface: Update on Recent Studies and Proposed Screening Criteria for the Vapor-Intrusion Pathway », *LUSTLine Report*, New England Interstate Water Pollution Control Commission (NEIWPCC), vol. 61 (mai 2009), p. 11-14.
- DIGIULIO, D. 2003. « Raymark Site Preliminary Results », *Proceedings of US EPA Workshop on Draft Vapor Intrusion Guidance*, Atlanta, février 2003.
- ÉTATS-UNIS. DEPARTMENT OF DEFENSE (DOD). 2009. *DOD Vapor Intrusion Handbook*, préparé par le Tri-Service Environmental Risk Assessment Workgroup, janvier 2009.
- INTERSTATE TECHNOLOGY & REGULATORY COUNCIL (ITRC). 2007. *Vapor Intrusion Pathway: A Practical Guideline* (en ligne), janvier 2007. Sur Internet : <http://www.itrcweb.org/documents/vi-1.pdf>
- INTERSTATE TECHNOLOGY & REGULATORY COUNCIL (ITRC). PETROLEUM VAPOR INTRUSION TEAM. 2014. *Petroleum Vapor Intrusion. Fundamentals of Screening, Investigation, and Management* (en ligne), Washington (D.C.), Interstate Technology & Regulatory Council, Petroleum Vapor Intrusion Team, octobre 2014, n° PVI-1. Sur Internet : <http://itrcweb.org/PetroleumVI-Guidance/>
- JOHNSON, P. 2005. « Identification of Application-Specific Critical Inputs for the 1991 Johnson and Ettinger Vapor Intrusion Algorithm », *Ground Water Monitoring & Remediation*, vol. 25, n° 1, p. 63-78.
- LAHVIS, M. A., I. HERS, R. V. DAVIS, J. WRIGHT, et G. E. DEVAULL. 2013. « Vapor Intrusion Screening at Petroleum UST Sites », *Groundwater Monitoring & Remediation*, vol. 33, n° 2, p. 53-67.
- PIRI ATLANTIQUE. 2006, avec les errata de 2012. *Atlantic RBCA (Risk-Based Corrective Action). Version 2.0. For Petroleum Impacted Sites in Atlantic Canada. User Guidance. Guidance for Soil Vapour and Indoor Air Monitoring Assessments.*
- PIRI ATLANTIQUE. 2015. *Atlantic RBCA (Risk-Based Corrective Action) for Petroleum Impacted Sites in Atlantic Canada. Version 3. User Guidance*, juillet 2012. Révisé en janvier 2015.
- PIRI ATLANTIQUE. 2022a. *Atlantic RBCA (Risk-Based Corrective Action) for Impacted Sites in Atlantic Canada Version 4.0. User Guidance*, juillet 2021. Révisé en juillet 2022.
- PIRI ATLANTIQUE. 2022b. *Atlantic RBCA Environmental Quality Standards Rationale and Guidance Document*, juillet 2021. Mis à jour en juillet 2022.

SANDERS, P., et I. HERS. 2006. « Vapor Intrusion in Homes over Gasoline-Contaminated Groundwater in Stafford, NJ », *Ground Water Monitoring & Remediation*, vol. 26, n° 1, p. 63-72.

SANTÉ CANADA. 2008. *L'évaluation des risques pour les sites contaminés fédéraux au Canada, partie IV : Feuille de calcul pour l'évaluation quantitative préliminaire du risque (EQPR) pour la santé humaine, octobre 2008*. Feuille de calcul conçue et programmée par Meridian Environmental Inc. en vertu d'un contrat avec Santé Canada.

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (USEPA). 1997-2000. Feuilles de calcul pour le modèle de Johnson et Ettinger (1991), préparé par Environmental Quality Management, Inc.

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (USEPA). 2004. *Draft Standard Operating Procedure (SOP) for Installation of Sub-Slab Vapor Probes and Sampling Using EPA Method TO-15 to Support Vapor Intrusion Investigations*, élaboré par Dominic DiGiulio, Ada (Okla.), U.S. Environmental Protection Agency, Office of Research and Development, National Risk Management Research Laboratory, Ground Water and Ecosystem Restoration Division.

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (USEPA). 2010. *Temporal Variation of VOCs in Soils from Groundwater to the Surface/Subslab*, octobre 2010, n° APM 349, n° EPA/600/R-10/118.

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (USEPA). 2012. *Conceptual Model Scenarios for the Vapor Intrusion Pathway*, Washington (D.C.), Office of Solid Waste and Emergency Response, février 2012.

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (USEPA). 2013a. *Draft Final Quality Standard for Environmental Data Collection, Production, and Use by Non-EPA (External) Organizations (CIO 2106-S-02)*, février 2013, « External Standard ».

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (USEPA). 2013b. *OSWER Final Guidance for Assessing and Mitigation the Vapor Intrusion Pathway from Subsurface Sources to Indoor Air (External Review Draft)*, s.l., Office of Solid Waste and Emergency Response (OSWER), avril 2013.

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (USEPA). 2015. *Technical Guide for Addressing Petroleum Vapor Intrusion at Leaking Underground Storage Tank Sites*, Washington (D.C.), Office of Underground Storage Tanks (OUST), juin 2015, n° EPA 510-R-15-001.

**ANNEXE A**

**FORMULAIRE D'INSPECTION DU BÂTIMENT ET D'ENQUÊTE AUPRÈS DE L'OCCUPANT**

**(D'APRÈS EPA DES ÉTATS-UNIS, 2002 et ITRC, 2007)**

## Formulaire d'inspection du bâtiment et d'enquête auprès de l'occupant

Date : \_\_\_\_\_

Numéro du projet : \_\_\_\_\_

Adresse : \_\_\_\_\_

### Description du bâtiment

Âge (approximatif) : \_\_\_\_\_

Y a-t-il déjà eu un incendie dans le bâtiment?  Oui  Non

Imperméabilité à l'air :  Imperméable  Moyenne  Pas  
imperméable

Type :  Maisons unifamiliales  Maison en rangée  
 Duplex  Appartement  
 Maison mobile  Commercial  
 Autre (préciser) : \_\_\_\_\_

Construction :  Bois  Brique  
 Bloc  Béton  
 Autre (préciser) : \_\_\_\_\_

Fondations :  Sous-sol  Dalle sur le sol  Vide  
sanitaire

Matériau des fondations :  Béton coulé  Bloc  
 Scellé  Pierre  
 Autre (préciser) : \_\_\_\_\_

Y a-t-il un garage accolé?  Oui  Non

Le traitement de l'air est :

Séparé du  Intégré  Aucun  
bâtiment  
principal

Y a-t-il un espace de rangement pour du matériel motorisé?  Oui :  Non  S. O.  
 Tondeuse à gazon  
 VTT  
 Autre (préciser) : \_\_\_\_\_

**Détails relatifs au sous-sol** **S. O.**

Le sous-sol est-il aménagé?

 Oui  Non

- 
- Pièce de service/chaufferie d'immeuble
- 
- 
- Salle de jeu
- 
- 
- Chambres à coucher (\_\_\_\_\_)
- 
- 
- Autre (préciser) : \_\_\_\_\_

Quelle est l'utilisation du sous-sol?

 > 2 heures/jour  1-2 heures/jour  < 1 heure/jour

Profondeur maximale au-dessous du sol :

Quel est le type de plancher du sous-sol?

- 
- Béton
- 
- Bois
- 
- 
- Carreau/prélat
- 
- Moquette
- 
- 
- Terre
- 
- Autre (préciser) : \_\_\_\_\_

Y a-t-il des problèmes d'humidité?

- 
- Oui
- 
- Non
- 
- 
- > 3 fois/année
- 
- 
- 1 à 2 fois/année
- 
- 
- < 1 fois/année

Y a-t-il des inondations?

- 
- Oui
- 
- Non
- 
- 
- > 3 fois/année
- 
- 
- 1 à 2 fois/année
- 
- 
- < 1 fois/année

Points d'entrée de vapeurs potentiels :

- 
- Fissures dans le plancher Ampleur : \_\_\_\_\_
- 
- 
- Fissure dans les murs Ampleur : \_\_\_\_\_
- 
- 
- Orifices d'eau/de service Nombre : \_\_\_\_\_
- 
- 
- Puisards Nombre : \_\_\_\_\_
- 
- Construction : \_\_\_\_\_
- 
- Présence d'eau? \_\_\_\_\_
- 
- 
- Drain de planché Décire : \_\_\_\_\_
- 
- 
- Autres ouvertures Décire : \_\_\_\_\_

**Systèmes et appareils mécaniques/de chauffage**

Type de chauffage domestique :

- 
- Gaz naturel
- 
- Électricité
- 
- 
- Bois
- 
- Charbon
- 
- 
- Autre (préciser) : \_\_\_\_\_
- 
- 
- Mazout

Le réservoir de carburant est :

- 
- RHS
- 
- RSS
- 
- 
- À l'intérieur
- 
- À l'extérieur

Emplacement : \_\_\_\_\_



Distribution de chaleur :  Soufflerie d'air chaud  Foyer  
 Eau chaude propulsée  Autre  
 Plinthe  Préciser :  
 Poêle à bois

Y a-t-il de la climatisation?  Oui  Non  
 Centrale  
 Montée sur une fenêtre  
 Fenêtres ouvertes  
 Autre (préciser) :

Y a-t-il un chauffe-eau?  Gaz naturel  Électricité  Chaudière  Autre (préciser) :  
 Emplacement :

Y a-t-il une sècheuse?  Oui  Non  
 Ventilation à l'air libre  Aucune ventilation à l'air libre  
 Emplacement :

Y a-t-il une hotte à aspiration pour la cuisinière?  Oui  Non  
 Ventilation à l'air libre  Aucune ventilation à l'air libre  
 Emplacement :

### Activités domestiques

Le sous-sol sert-il à l'entreposage?

Entreposage au sous-sol suite)  Peinture  Décapeur de peinture  Diluant  Solvants  Essence  Carburant diesel  Colle  Épurateur centrifuge  Autre

Type/quantité

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Remodelage/peinture récent (au cours des 6 derniers mois)?

Oui  Non  
 Décrire (quoi, où, quand) :

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

---

---

---

Meubles rembourrés, rideaux ou moquettes récents ou nouveaux (au cours des 6 derniers mois)?

- Oui  Non

Décrire (quoi, quand) :

---

---

---

---

Est-ce que des passe-temps  
sont pratiqués à l'intérieur?

- Oui  
 Non  
 Soudage  
 Collage de modèles réduits  
 Peinture  
 Finition du bois  
 Brasage  
 Autre (préciser) :

Où :

---

---

---

---

Est-ce que quelqu'un fume dans  
la maison?

- Oui  Non  
  
 Cigarettes  
 Cigares  
 Pipe  
 Autre

Précisez :

---

Est-ce que les occupants du bâtiment fument?  Oui  Non

Est-ce que les occupants utilisent des solvants au travail?  Oui  Non

(p. ex., technicien dans une usine de fabrication ou un laboratoire de produits chimiques, mécanicien automobile ou carrossier, peintre, livreur de mazout, mécanicien spécialiste en chaudière, technicien en application de pesticides, cosmétologue)

Si oui, quels types de solvants sont utilisés? \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Si oui, leurs vêtements sont-ils lavés au travail?  Oui  Non

Est-ce que l'un des occupants du bâtiment utilise un service de nettoyage à sec ou y travaille régulièrement?

- Oui, quelqu'un utilise régulièrement le nettoyage à sec (chaque semaine).
- Oui, quelqu'un utilise à l'occasion le nettoyage à sec (chaque mois ou moins).
- Oui, quelqu'un travaille dans un service de nettoyage à sec.
- Non
- Je ne sais pas

Y a-t-il un système d'atténuation du radon dans le bâtiment?  Oui  Non

Date de l'installation : \_\_\_\_\_

Est-ce un système actif ou passif?  Actif  Je ne sais pas  Système passif

### Utilisation de produits de consommation

Produit	Fréquence d'utilisation				
	Jamais	Rarement	Occasionnel	Régulière	Souvent
Assainisseurs d'air	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Insecticides	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Désinfectants	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Nettoie-vitres	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Produits à nettoyer les fours	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Dissolvants pour vernis à ongles	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Fixatifs	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Désodorisants en aérosol	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Encre en poudre (télécopieur, imprimante, copieur)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Autre :	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

### Nettoyage domestique

Activité	Fréquence				
	Jamais	Rarement	Parfois	Régulière	Souvent
Époussetage	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Balayage à sec	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Passage de l'aspirateur	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Polissage (meubles, etc.)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Lavage/cirage des planchers	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Autre :	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Rarement :	Moins d'une fois par mois
Parfois :	Environ une fois par mois
Régulière :	Environ une fois par semaine
Souvent :	Plus d'une fois par semaine



## **ANNEXE B**

### **TABLEAUX DES CRITÈRES D'ÉVALUATION DE L'INTRUSION DE VAPEURS (CEIV)**

**TABLEAU B.1 – Critères d'évaluation de l'intrusion de vapeurs de palier II pour les hydrocarbures pétroliers (mg/m<sup>3</sup>)**

Composé préoccupant	Air intérieur		Sous la dalle		Vapeurs de sol (> 1 m des fondations)	
	Agricole/ Résidentiel	Commercial/ Industriel	Agricole/ Résidentiel	Commercial/ Industriel	Agricole/ Résidentiel	Commercial/ Industriel
<b>Benzène</b>	0,00063	0,0052	0,02	0,52	12	280
<b>Toluène</b>	2,3	8,4	38	420	22 000	225 000
<b>Ethylbenzène</b>	2,0	7,3	33	360	20 000	200 000
<b>Xylènes</b>	0,1	0,36	1,7	18	1 000	10 300
<b>Sous-fractions d'HPTm</b>	0,20	0,73	6,6	73	5 000	46 000
<b>Aromatique &gt;C<sub>8</sub>-C<sub>10</sub></b>						
<b>Aromatique &gt;C<sub>10</sub>-C<sub>12</sub></b>						
<b>Aromatique &gt;C<sub>12</sub>-C<sub>16</sub></b>						
<b>Aliphatique &gt;C<sub>6</sub>-C<sub>8</sub></b>	18,4	67	610	6 700	460 000	4 200 000
<b>Aliphatique &gt;C<sub>8</sub>-C<sub>10</sub></b>	1,0	3,6	33	360	25 000	220 000
<b>Aliphatique &gt;C<sub>10</sub>-C<sub>12</sub></b>	1,0	3,6	33	360	25 000	220 000
<b>Aliphatique &gt;C<sub>12</sub>-C<sub>16</sub></b>	1,0	3,6	33	360	25 000	220 000
<b>Vérification de l'IRA <sup>1</sup></b>	1	1	1	1	1	1

**Remarques :**

- <sup>1</sup> L'indice de risque additif (IRA) évalue le risque potentiel pour la santé que présente l'inhalation d'HPTm. L'IRA est calculé en divisant la concentration mesurée (le numérateur) de chaque sous-fraction d'HPTm par son critère d'évaluation appropriée, tiré des lignes directrices relatives à la protection contre le risque d'inhalation de vapeurs (le dénominateur), qui permet de calculer un indice de risque pour chaque sous-fraction d'HPTm, puis en additionnant les indices de risque du mélange total d'HPTm.  
Consulter l'annexe D pour voir un exemple de calcul.

**TABLEAU B.1 – Critères d'évaluation de l'intrusion de vapeurs de palier II pour les solvants chlorés (mg/m<sup>3</sup>)**

Composé préoccupant	Air intérieur		Sous la dalle		Vapeurs de sol (> 1 m des fondations)	
	Agricole/ Résidentiel	Commercial/ Industriel	Agricole/ Résidentiel	Commercial/ Industriel	Agricole/ Résidentiel	Commercial/ Industriel
Tétrachloréthylène (PCE)	0,038	0,14	0,27	2,9	16	160
Trichloroéthylène (TCE)	0,002	0,002	0,013	0,040	0,79	2,2
Dichloroéthane, 1,1	0,2	0,72	1,3	15	74	770
Dichloroéthane, cis-1,2-	0,06	0,21	0,4	4,4	24	240
Dichloroéthane, trans-1,2-	0,06	0,21	0,4	4,4	25	250
Chlorure de vinyle	0,0011	0,0094/0,019	0,038	0,95/1,9	2,0	49/97

**Remarques :**

- <sup>1</sup> Pour le chlorure de vinyle, le FRU par voie d'inhalation de 0,0088 (mg/m<sup>3</sup>)<sup>-1</sup> est utilisé pour l'exposition au cours d'une vie et sert donc à calculer les CEIV relatifs aux utilisations agricoles, résidentielles et commerciales. Le FRU par voie d'inhalation de 0,00044 (mg/m<sup>3</sup>)<sup>-1</sup> est utilisé pour l'exposition à l'âge adulte et sert donc à calculer les CEIV relatifs aux utilisations industrielles.



**ANNEXE C**  
**ÉQUATIONS UTILISÉES POUR CALCULER LES CEIV FONDÉS SUR LA SANTÉ**

## ÉQUATIONS UTILISÉES POUR CALCULER LES CEIV FONDÉS SUR LA SANTÉ

Les équations et valeurs suivantes ont été utilisées pour calculer les CEIV de palier II. Les valeurs spécifiques aux produits chimiques ainsi que les valeurs par défaut pour les scénarios d'exposition, les caractéristiques des bâtiments et les propriétés des sols ont été obtenues à partir de la version 4 de la boîte à outils RBCA Atlantique et sont résumées dans les tableaux C.1 et C.2.

Les seuils des paliers II et III ont été établis pour certains paramètres en vue de réduire au minimum les hypothèses d'entrée injustifiables émises par inadvertance, lesquelles donnent généralement des données de sortie inacceptables (Johnson, 2005). Ces équations peuvent être utilisées sur les lieux qui ne respectent pas les conditions par défaut en appliquant des valeurs autres que celles par défaut pour une évaluation de palier III. Ces équations ont également été utilisées pour calculer les facteurs d'atténuation par défaut à différentes profondeurs, lesquels sont indiqués dans le tableau C.3.

Ces équations peuvent également être utilisées pour les contaminants préoccupants pour lesquels il n'existe pas de CEIV; toutefois, le professionnel affecté au lieu doit fournir des références complètes et une justification des valeurs spécifiques aux produits chimiques utilisées dans le calcul.

### CEIV pour l'air intérieur

*Pour les contaminants avec seuil :*

$$VISL_{\text{air intérieur}} = \frac{CT}{CE} \quad \text{Équation C.1}$$

$$CT = J_1 \cdot J_2 \cdot J_3 \quad \text{Équation C.2}$$

*Pour les contaminants sans seuil :*

$$CEIV_{\text{air intérieur}} = \frac{CPR}{CE} \quad \text{Équation C.3}$$

$$CPR = \frac{10^{-5}}{RUI} \quad \text{Équation C.4}$$

$$CE = J_1 \cdot J_2 \cdot J_3 \cdot J_4$$

Équation C.5

Où :		<u>Unités</u>
CEIV <sub>air</sub> intérieur	= lignes directrices pour la qualité de l'air intérieur	mg/m <sup>3</sup>
TC	= concentration tolérable ou concentration de référence (propre au produit chimique)	mg/m <sup>3</sup>
RsC	= concentration propre au risque pour une augmentation du risque de cancer de 1 sur 100 000 (propre au produit chimique)	mg/m <sup>3</sup>
IUR	= risque unitaire d'inhalation (propre au produit chimique)	(mg/m <sup>3</sup> ) <sup>-1</sup>
ET :	= condition d'exposition	sans unité
D <sub>1</sub>	= heures par jour d'exposition/24 heures par jour	sans unité
D <sub>2</sub>	= jours par semaine d'exposition/7 jours par semaine	sans unité
D <sub>3</sub>	= semaines par année d'exposition/52 semaines par année	sans unité
D <sub>4</sub>	= total d'années d'exposition/espérance de vie	sans unité

### CEIV des échantillons de vapeurs de sol et sous la dalle

*Pour les contaminants avec seuil :*

$$CEIV_{\text{sous la dalle, vapeur de sol}} = \frac{CT \cdot FA}{\alpha \cdot CE}$$

Équation C.6

$$CE = J_1 \cdot J_2 \cdot J_3$$

Équation C.2

*Pour les contaminants sans seuil :*

$$CEIV_{\text{sous la dalle, vapeur de sol}} = \frac{CPR}{\alpha \cdot CE}$$

Équation C.7

$$CPR = \frac{10^{-5}}{RUI}$$

Équation C.4

$$CE = J_1 \cdot J_2 \cdot J_3 \cdot J_4$$

Équation C.5

Où :		<u>Unités</u>
CEIV <sub>sous la dalle</sub>	= lignes directrices pour les échantillons prélevés sous la dalle qui protègent la qualité de l'air intérieur	mg/m <sup>3</sup>
CEIV <sub>vapeurs de sol</sub>	= lignes directrices pour les échantillons de vapeurs de sol qui protègent la qualité de l'air intérieur	mg/m <sup>3</sup>
TC	= concentration tolérable ou concentration de référence (propre au produit chimique)	mg/m <sup>3</sup>
AF	= facteur d'allocation (propre au produit chimique)	sans unité
$\alpha$	= facteur d'atténuation des vapeurs de sol par rapport à l'air du bâtiment	sans unité
RsC	= concentration propre au risque pour une augmentation du risque de cancer de 1 sur 100 000 (propre au produit chimique)	mg/m <sup>3</sup>
IUR	= risque unitaire d'inhalation (propre au produit chimique)	(mg/m <sup>3</sup> ) <sup>-1</sup>
ET :	= condition d'exposition	sans unité
D <sub>1</sub>	= heures par jour d'exposition/24 heures par jour	sans unité
D <sub>2</sub>	= jours par semaine d'exposition/7 jours par semaine	sans unité
D <sub>3</sub>	= semaines par année d'exposition/52 semaines par année	sans unité
D <sub>4</sub>	= total d'années d'exposition/espérance de vie	sans unité

Les CEIV pour les échantillons prélevés sous la dalle ont été calculés à l'aide du facteur d'atténuation par défaut ( $\alpha$ ) recommandé par le CCME (2014) de 0,01 pour les propriétés commerciales ou de 0,03 pour les propriétés résidentielles. Ces mêmes facteurs d'atténuation par défaut peuvent également être utilisés pour les échantillons de vapeurs de sol (échantillons prélevés à plus de 1 m des fondations d'un bâtiment) si les conditions du lieu ne répondent pas aux critères génériques (p. ex., présence d'un plancher en terre battue, le bâtiment compte plus de quatre étages, la résidence n'a pas deux étages, il existe des voies d'accès préférentiels). Autrement dit, les CEIV des échantillons prélevés sous la dalle peuvent être appliqués aux résultats des échantillons des vapeurs du sol prélevés à l'aide de sondes sur des lieux où les conditions par défaut ne s'appliquent pas.

Pour les échantillons de vapeurs de sol prélevés avec une sonde à plus de 1 m des fondations du bâtiment, le facteur d'atténuation ( $\alpha$ ) utilisé pour calculer le CEIV<sub>vapeurs de sol</sub> est calculé à l'aide du modèle Johnson et Ettinger (1991) (ou modèle J&E), qui est représenté par les équations suivantes.

### Calcul du facteur d'atténuation

$$\alpha = \frac{\left[ \left( \frac{D_T^{\text{eff}} A_B}{Q_B L_T} \right) \exp \left( \frac{Q_{\text{sol}} L_{\text{fissure}}}{D_{\text{fissure}} A_{\text{fissure}}} \right) \right]}{\exp \left( \frac{Q_{\text{fissure}} L_{\text{fissure}}}{D_{\text{fissure}} A_{\text{fissure}}} \right) + \left( \frac{D_T^{\text{eff}} A_B}{Q_B L_T} \right) + \left( \frac{D_T^{\text{eff}} A_B}{Q_{\text{sol}} L_T} \right) \left[ \exp \left( \frac{Q_{\text{fissure}} L_{\text{fissure}}}{D_{\text{fissure}} A_{\text{fissure}}} \right) - 1 \right]} \div \text{FBA} \quad \text{Équation C.8}$$

Où :		<u>Unités</u>
$\alpha$	= facteur d'atténuation des vapeurs de sol par rapport à l'air du bâtiment	sans unité
$D_T^{\text{eff}}$	= coefficient de diffusion du milieu poreux effectif à travers le sol	cm <sup>2</sup> /s
$A_B$	= surface du bâtiment	cm <sup>2</sup>
$Q_B$	= taux de renouvellement de l'air du bâtiment	cm <sup>3</sup> /s
$L_T$	= distance entre la source de contamination et les fondations	cm
$Q_{\text{sol}}$	= débit volumique de gaz du sol dans le bâtiment	cm <sup>3</sup> /s
$L_{\text{fissure}}$	= épaisseur des fondations	cm
$D_{\text{fissure}}$	= coefficient de diffusion de la pression de vapeur effective à travers la fissure	cm <sup>2</sup> /s
$A_{\text{fissure}}$	= surface des fissures et des ouvertures par lesquelles les vapeurs de contaminants pénètrent dans le bâtiment	cm <sup>2</sup>
BAF	= facteur de bioatténuation	sans unité

### Calcul du coefficient de diffusion du milieu poreux effectif

$$D_T^{\text{eff}} = D^{\text{air}} \cdot \frac{\theta_a^{3.33}}{\eta^2} + \left( \frac{D^{\text{eau}}}{H'} \right) \cdot \left( \frac{\theta_w^{3.33}}{\eta^2} \right) \quad \text{Équation C.9}$$

Où :		<b>Unités</b>
$D_T^{eff}$	= coefficient de diffusion global du milieu poreux effectif à travers le sol	cm <sup>2</sup> /s
$D^{air}$	= coefficient de diffusion de produits chimiques dans l'air	cm <sup>2</sup> /s
$D^{eau}$	= diffusivité moléculaire d'un composant pur dans l'eau (propre au produit chimique)	cm <sup>2</sup> /s
$H'$	= constante de la loi de Henry adimensionnelle (propre au produit chimique)	sans unité
$\theta_a$	= porosité du sol chargé de vapeur	sans unité
$\eta$	= porosité totale du sol	sans unité
$\theta_w$	= porosité du sol remplie d'eau	sans unité

*Calcul du coefficient de diffusion du milieu poreux effectif d'un plancher fissuré*

$$D_{fissure} \approx D^{air} \cdot \left( \frac{\theta_{fissure a}^{3.33}}{\eta_{fissure}^2} \right) \quad \text{Équation C.10}$$

Où :		<b>Unités</b>
$D_{fissure}$	= coefficient de diffusion de la pression de vapeur effective à travers la fissure	cm <sup>2</sup> /s
$D^{air}$	= coefficient de diffusion de produits chimiques dans l'air	cm <sup>2</sup> /s
$\theta_{fissure a}$	= porosité à l'air d'une fissure de fondation chargé du sol	sans unité
$\eta_{fissure}$	= total de la porosité du sol des fissures de fondation	sans unité

Pour  $D_{fissure}$ , on suppose qu'un matériau granulaire grossier est utilisé comme base pour le plancher et les semelles et que, par conséquent, les fissures sont remplies de sol grossier sec, même si le sol indigène est à grain fin.

*Calcul du taux de renouvellement de l'air du bâtiment*

$$Q_B = \frac{A_B \cdot H_B \cdot EAH}{3,600} \quad \text{Équation C.11}$$

Où :		<b>Unités</b>
$Q_B$	= taux de renouvellement de l'air du bâtiment	cm <sup>3</sup> /s
$A_B$	= surface de la fondation du bâtiment	cm <sup>2</sup>
$H_B$	= hauteur du bâtiment, comprenant le sous-sol	cm
EAH	= échanges d'air par heure	h <sup>-1</sup>
3 600	= facteur de conversion	s/h

**\*Seuils des paliers II et III : le ratio de  $Q_{sol}/Q_B$  doit se situer dans la plage comprise entre 0,01 et 0,0001\*.**

*Débit volumique de gaz du sol dans le bâtiment*

$$Q_{sol} = \frac{2\pi \cdot \Delta P \cdot k_v \cdot X_{fissure}}{\mu \cdot \ln\left(2 \cdot \frac{Z_{fissure}}{r_{fissure}}\right)}$$

Équation C.12

Où :		<u>Unités</u>
$Q_{sol}$	= débit volumique de gaz du sol dans le bâtiment	cm <sup>3</sup> /s
$\Delta P$	= pression d'air différentielle entre le gaz du sol et l'air intérieur	g/cm-s <sup>2</sup>
$k_v$	= perméabilité à la vapeur du sol	cm <sup>2</sup>
$X_{fissure}$	= périmètre du joint entre le plancher et le mur	cm
$\mu$	= viscosité de l'air	g/cm-s
$Z_{fissure}$	= profondeur de la fissure au-dessous du sol (profondeur du sous-sol)	cm
$r_{fissure}$	= rayon de fissure équivalent	cm

**\*Seuils des paliers II et III : le ratio de  $Q_{sol}/Q_B$  doit se situer dans la plage comprise entre 0,01 et 0,0001\*.**

*Rayon de fissure équivalent*

$$r_{fissure} = \frac{A_{fissure}}{X_{fissure}}$$

Équation C.13

Où :		<u>Unités</u>
$r_{fissure}$	= rayon de fissure équivalent	cm
$A_{fissure}$	= surface des fissures et des ouvertures par lesquelles les vapeurs de contaminants pénètrent dans le bâtiment	cm <sup>2</sup>
$X_{fissure}$	= périmètre du joint entre le plancher et le mur	cm

**Tableau C.1 – Propriétés propres au produit chimique**

Composé préoccupant	Concentration tolérable CT mg/m <sup>3</sup>	Risque unitaire d'inhalation RUI (mg/m <sup>3</sup> ) <sup>-1</sup>	Concentration propre au risque CPR mg/m <sup>3</sup>	Diffusivité dans l'air D <sup>air</sup> cm <sup>2</sup> /s	Diffusivité dans l'eau D <sup>eau</sup> cm <sup>2</sup> /s	Constante de la loi de Henry H' sans unité	Facteur d'allocation FA sans unité	Facteur de bioatténuation FBA sans unité
Benzène	-	0,016	0,00063	0,088	9.8E-06	0,225	-	10
Toluène	2,3	-	-	0,087	8.6E-06	0,274	0,5	10
Ethylbenzène	2,0	-	-	0,075	7.8E-06	0,358	0,5	10
Xylènes	0,1	-	-	0,070	7.8E-06	0,300	0,5	10
<b>Sous-fractions d'HPTm</b>								
Aromatique >C <sub>8</sub> -C <sub>10</sub>	0,20	-	-	0,050	1.0E-05	0,48	1	10
Aromatique >C <sub>10</sub> -C <sub>12</sub>	0,20	-	-	0,050	1.0E-05	0,14	1	10
Aromatique >C <sub>12</sub> -C <sub>16</sub>	0,20	-	-	0,050	1.0E-05	0,053	1	10
Aliphatique >C <sub>6</sub> -C <sub>8</sub>	18,4	-	-	0,050	1.0E-05	50	1	10
Aliphatique >C <sub>8</sub> -C <sub>10</sub>	1,0	-	-	0,050	1.0E-05	80	1	10
Aliphatique >C <sub>10</sub> -C <sub>12</sub>	1,0	-	-	0,050	1.0E-05	120	1	10
Aliphatique >C <sub>12</sub> -C <sub>16</sub>	1,0	-	-	0,050	1.0E-05	520	1	10



**Tableau C.2. – Valeurs par défaut de RBCA Atlantique pour les paramètres du sol et du bâtiment**

Paramètre	Valeur par défaut	
	Sols à grains grossiers	Sols à grains fins
<b>Paramètres de la colonne de sol</b>		
perméabilité à la vapeur du sol, $k_v$ (cm <sup>2</sup> )	5,0 x 10 <sup>-8</sup>	1,0 x 10 <sup>-9</sup>
porosité totale du sol, $\eta$ (sans unité)	0,36	0,47
porosité du sol remplie d'eau, $\theta_e$ (sans unité)	0,119	0,168
porosité du sol chargé de vapeur, $\theta_a$ (sans unité)	0,241	0,302
porosité à l'air d'une fissure de fondation chargé du sol, $\theta_{\text{fissure a}}$ (sans unité)	0,36 (suppose la même chose qu'un sol sec et grossier)	
total de la porosité du sol des fissures de fondation, $\eta_{\text{fissure}}$ (sans unité)	0,36 (suppose la même chose qu'un sol sec et grossier)	
<b>Paramètres du bâtiment</b>	<b>Agricole/résidentiel</b>	<b>Commercial et industriel</b>
hauteur du bâtiment, comprenant le sous-sol, $H_B$ (m)	360	300
surface de la fondation du bâtiment, $A_B$ (cm <sup>2</sup> )	1,5 x 10 <sup>6</sup>	3,0 x 10 <sup>6</sup>
périmètre du joint entre le plancher et le mur, $X_{\text{fissure}}$ (cm)	4 900	7 000
ratio de fissuration des fondations, $f_{\text{fissure}}$ (sans unité)	0,00067	0,00062
surface des fissures et des ouvertures dans les fondations, $A_{\text{fissure}}$ (cm <sup>2</sup> )	1 005	1 860
taux d'échange d'air du bâtiment par heure, EAH (1/h)	0,5	0,9
épaisseur des fondations, $L_{\text{fissure}}$ (cm)	11,25	
profondeur de la fissure sous le niveau du sol (profondeur jusqu'au bas de la fondation), $Z_{\text{fissure}}$ (cm)	11,25	
pression d'air différentielle entre le gaz du sol et l'air intérieur, $\Delta P$ (g/cm-s <sup>2</sup> )	40	20
<b>Paramètres d'exposition</b>	<b>Agricole/résidentiel</b>	<b>Commercial et industriel</b>
heures par jour d'exposition/24 heures par jour, $J_1$ (sans unité)	24/24	10/2
jours par semaine d'exposition/7 jours par semaine, $J_2$ (sans unité)	7/7	5/7
semaines par année d'exposition/52 semaines par année, $J_3$ (sans unité)	52/52	48/52
total d'années d'exposition/espérance de vie, $J_4$ (sans unité)	80/80	35/80

**Tableau C.3 – Résumé des facteurs d’atténuation pour les hydrocarbures pétroliers selon les valeurs par défaut pour des caractéristiques du sol à grain grossier**

Profondeur, $L_T$ (m)	Facteur d’atténuation $\alpha$ (sans unité)	
	Résidentiel	Commercial
1	5.3E-05	1.9E-05
2	3.7E-05	1.5E-05
3	2.8E-05	1.3E-05
4	2.3E-05	1.1E-05
5	1.9E-05	9.6E-06

**ANNEXE D**  
**EXEMPLES DE CALCULS**

## Exemple de calcul – Indice de risque additif

En plus de comparer les concentrations des sous-fractions d'HCP aux CEIV applicables, on doit également évaluer l'indice de risque additif (IRA) pour tenir compte des effets cumulatifs du mélange d'HCP. Le calcul de l'IRA consiste à comparer le ratio de la concentration de chaque sous-fraction à son CEIV applicable et à additionner ces ratios pour calculer l'IRA.

Voici un exemple de données relatives à l'air intérieur d'un lieu résidentiel :

**Tableau D.1 Calcul de l'IRA**

Fraction de HCP	CEIV pour l'air intérieur d'un lieu agricole/résidentiel (mg/m <sup>3</sup> ) [1]	Concentration sur le lieu (mg/m <sup>3</sup> ) [2]	[2]/[1] (sans unité)
Aromatique >C <sub>8</sub> -C <sub>10</sub>	0,20	0,130	0,65
Aromatique >C <sub>10</sub> -C <sub>12</sub>	0,20	<0,041	0,10*
Aromatique >C <sub>12</sub> -C <sub>16</sub>	0,20	0,150	0,75
Aliphatique >C <sub>6</sub> -C <sub>8</sub>	18,4	0,610	0,03
Aliphatique >C <sub>8</sub> -C <sub>10</sub>	1,0	0,310	0,31
Aliphatique >C <sub>10</sub> -C <sub>12</sub>	1,0	0,100	0,10
Aliphatique >C <sub>12</sub> -C <sub>16</sub>	1,0	0,200	0,20
<b>Somme (IRA)</b>			<b>2,14</b>

\*Lorsque les résultats sont inférieurs au seuil de détection, faites les calculs en utilisant la moitié du seuil de détection.

Bien que la concentration de chaque sous-fraction soit inférieure à son CEIV respectif, les effets cumulatifs de l'exposition à ce mélange sont jugés inacceptables puisque la somme des quotients de danger (2,14) dépasse la valeur de vérification de l'IRA établie à 1,0.

**Exemple de calcul – Calcul des CEIV pour le benzène sur un lieu agricole/résidentiel ayant un sol à grain grossier**

**CEIV de l'air intérieur pour le benzène (substance sans seuil)**

$$CE = J_1 \cdot J_2 \cdot J_3 \cdot J_4$$

J <sub>1</sub>	= heures par jour d'exposition/24 heures par jour (sans unité) = 1
J <sub>2</sub>	= jours par semaine d'exposition/7 jours par semaine(sans unité) = 1
J <sub>3</sub>	= semaines par année d'exposition/52 semaines par année (sans unité) = 1
J <sub>4</sub>	= total d'années d'exposition/espérance de vie (sans unité)= 1

CE = condition d'exposition (sans unité) = 1

$$CPR = \frac{10^{-5}}{RUI}$$

RUI	= risque unitaire d'inhalation ([mg/m <sup>3</sup> ] <sup>-1</sup> ) = 0,0160
-----	---

CPR = concentration propre au risque (mg/m<sup>3</sup>) = 0.00063

$$CEIV_{\text{air intérieur}} = \frac{CPR}{CE}$$

CPR	= concentration propre au risque (mg/m <sup>3</sup> ) = 0,00063
CE :	= condition d'exposition (sans unité) = 1

CEIV<sub>air intérieur</sub> = lignes directrices pour la qualité de l'air intérieur (mg/m<sup>3</sup>) = 0,00063

**CEIV d'échantillons prélevés sous la dalle pour le benzène (substance sans seuil)**

$$CEIV_{\text{sous la dalle}} = \frac{CPR}{\alpha \cdot CE}$$

CPR	= concentration propre au risque (mg/m <sup>3</sup> ) = 0,00063
CE :	= condition d'exposition (sans unité) = 1
α	= facteur d'atténuation des vapeurs de sol par rapport à l'air du bâtiment (sans unité) = 0,03

CEIV<sub>sous la dalle</sub> = lignes directrices pour les échantillons prélevés sous la dalle qui protègent la qualité de l'air intérieur (mg/m<sup>3</sup>) = 0,021

**CEIV de vapeurs de sol pour le benzène (substance sans seuil)**

$$r_{\text{fissure}} = \frac{A_{\text{fissure}}}{X_{\text{fissure}}}$$

$A_{\text{fissure}}$	= surface des fissures et des ouvertures par lesquelles les vapeurs de contaminants pénètrent dans le bâtiment (cm <sup>2</sup> ) = 1 005
$X_{\text{fissure}}$	= périmètre du joint entre le plancher et le mur (cm) = 4 900

$$r_{\text{fissure}} = \text{rayon de fissure équivalent (cm)} = 0,205 \text{ cm}$$

$$Q_{\text{sol}} = \frac{2\pi \cdot \Delta P \cdot k_v \cdot X_{\text{fissure}}}{\mu \cdot \ln\left(2 \cdot \frac{Z_{\text{fissure}}}{r_{\text{fissure}}}\right)}$$

$\Delta P$	= pression d'air différentielle entre le gaz du sol et l'air intérieur (g/cm-s <sup>2</sup> ) = 40
$k_v$	= perméabilité à la vapeur du sol (cm <sup>2</sup> ) = $5,0 \times 10^{-8}$
$X_{\text{fissure}}$	= périmètre du joint entre le plancher et le mur (cm) = 4 900
$\mu$	= viscosité de l'air (g/cm-s) = 0,00018
$Z_{\text{fissure}}$	= profondeur de la fissure au-dessous du sol (profondeur du sous-sol) (cm) = 11,25
$r_{\text{fissure}}$	= rayon de fissure équivalent (cm) = 0,205

$$Q_{\text{sol}} = \text{débit volumique de gaz du sol dans le bâtiment (cm<sup>3</sup>/s)} = 72,8$$

$$Q_B = \frac{A_B \cdot H_B \cdot \text{EAH}}{3,600}$$

$A_B$	= surface de la fondation du bâtiment (cm <sup>2</sup> ) = 1 500 000
$H_B$	= hauteur du bâtiment, comprenant le sous-sol (cm) = 360
EAH	= échanges d'air par heure (h <sup>-1</sup> ) = 0,5
3 600	= facteur de conversion (s/h)

$$Q_B = \text{taux de renouvellement de l'air du bâtiment (cm<sup>3</sup>/s)} = 75 000$$

Vérification :  $Q_{\text{sol}}/Q_B = 0,0097$ , donc situer dans la plage comprise entre 0,01 et 0,0001

$$D_{\text{fissure}} \approx D^{\text{air}} \cdot \left( \frac{\theta_{\text{fissure}}^{3,33}}{\eta_{\text{fissure}}^2} \right)$$

$D^{\text{air}}$	= coefficient de diffusion de produits chimiques dans l'air (cm <sup>2</sup> /s) = 0,088
$\theta_{\text{fissure air}}$	= porosité à l'air d'une fissure de fondation chargé du sol (sans unité) = 0,36
$\eta_{\text{fissure}}$	= total de la porosité du sol des fissures de fondation (sans unité) = 0,36

$$D_{\text{fissure}} = \text{coefficient de diffusion de la pression de vapeur effective à travers la fissure (cm<sup>2</sup>/s)} = 0,0225$$

$$D_T^{eff} = D^{air} \cdot \frac{\theta_a^{3,33}}{\eta^2} + \left( \frac{D^{eau}}{H'} \right) \cdot \left( \frac{\theta_w^{3,33}}{\eta^2} \right)$$

$D^{air}$	= coefficient de diffusion de produits chimiques dans l'air (cm <sup>2</sup> /s) = 0,088
$D^{eau}$	= diffusivité moléculaire des composants purs dans l'eau (cm <sup>2</sup> /s) = 0,0000098
$H'$	= constante de la loi de Henry adimensionnelle (sans unité) = 0,225
$\theta_a$	= porosité du sol chargé de vapeur (sans unité) = 0,241
$\eta$	= porosité totale du sol (sans unité) = 0,36
$\theta_w$	= porosité du sol chargé eau (sans unité) = 0,119

$D_T^{eff}$  = coefficient de diffusion global du milieu poreux effectif à travers le sol (cm<sup>2</sup>/s) = 0,00591

$$\alpha = \frac{\left[ \left( \frac{D_T^{eff} A_B}{Q_B L_T} \right) \exp \left( \frac{Q_{sol} L_{fissure}}{D_{fissure} A_{fissure}} \right) \right]}{\exp \left( \frac{Q_{sol} L_{fissure}}{D_{fissure} A_{fissure}} \right) + \left( \frac{D_T^{eff} A_B}{Q_B L_T} \right) + \left( \frac{D_T^{eff} A_B}{Q_{sol} L_T} \right) \left[ \exp \left( \frac{Q_{sol} L_{fissure}}{D_{fissure} A_{fissure}} \right) - 1 \right]} \div FBA$$

$D_T^{eff}$	= coefficient de diffusion du milieu poreux effectif à travers le sol (cm <sup>2</sup> /s) = 0,00591
$A_B$	= surface du bâtiment (cm <sup>2</sup> ) = 1 500 000
$Q_B$	= taux de renouvellement de l'air du bâtiment (cm <sup>3</sup> /s) = 75 000
$L_T$	= distance entre la source de contamination et les fondations (cm) = 100
$Q_{sol}$	= débit volumique de gaz du sol dans le bâtiment (cm <sup>3</sup> /s) = 72,8
$L_{fissure}$	= épaisseur de la fondation (cm) = 11,25
$D_{fissure}$	= coefficient de diffusion de la pression de vapeur effective à travers la fissure (cm <sup>2</sup> /s) = 0,0225
$A_{fissure}$	= surface des fissures et des ouvertures par lesquelles les vapeurs de contaminants pénètrent dans le bâtiment (cm <sup>2</sup> ) = 1 005
FBA	= facteur de bioatténuation (sans unité) = 10

$\alpha$  = facteur d'atténuation des vapeurs de sol par rapport à l'air du bâtiment (sans unité) = 0,0000533

$$CEIV_{vapeurs\ de\ sol} = \frac{CPR}{\alpha \cdot CE}$$

CPR	= concentration propre au risque (mg/m <sup>3</sup> ) = 0,00063
CE :	= condition d'exposition (sans unité) = 1
$\alpha$	= facteur d'atténuation des vapeurs de sol par rapport à l'air du bâtiment (sans unité) = 0,0000533

$CEIV_{vapeurs\ de\ sol}$  = lignes directrices pour les échantillons de vapeurs de sol (mg/m<sup>3</sup>) = 12