



Canadian Council of Ministers  
of the Environment      Le Conseil canadien  
des ministres  
de l'environnement

**STANDARD PANCANADIEN RELATIF  
AUX HYDROCARBURES PÉTROLIERS DANS LE SOL  
GUIDE D'UTILISATION**

**PN 1492**

**Janvier 2008**

**Préparé par :  
O'Connor Associates Environmental Inc. (2001)  
Meridian Environmental Inc. (2001, 2007)**

**© Conseil canadien des ministres de l'environnement 2008**

## Table des matières

|       |   |    |
|-------|---|----|
| 1.0   | INTRODUCTION.....   | 1  |
| 1.1   | <b>Généralités</b> .....  | 1  |
| 1.2   | <b>Définition et caractérisation des hydrocarbures pétroliers</b> .....   | 1  |
| 1.2.1 | Description générale .....  | 1  |
| 1.2.2 | Fractions et sous-fractions d'hydrocarbures pétroliers.....   | 2  |
| 1.2.3 | Propriétés physiques et chimiques, et toxicité .....  | 3  |
| 1.3   | <b>Définitions des différentes utilisations des terrains</b> .....  | 3  |
| 1.3.1 | Utilisations génériques et réglementaires des terrains .....  | 3  |
| 1.3.2 | Autres utilisations des terrains .....  | 4  |
| 1.4   | <b>Définitions des différentes utilisations des eaux souterraines et des eaux de surface</b> .....                                | 5  |
| 1.5   | <b>Objectifs de protection écologique et pour la santé humaine</b> .....  | 6  |
| 1.6   | <b>Considérations axées sur la non-toxicité</b> .....   | 7  |
| 1.7   | <b>États de fermeture ou de gestion</b> .....   | 7  |
| 1.8   | <b>Aperçu du cadre de mise en œuvre du standard pancanadien relatif aux hydrocarbures pétroliers dans le sol</b> .....            | 8  |
| 2.0   | DIRECTIVES DE GESTION POUR LA MISE EN ŒUVRE DU STANDARD PANCANADIEN – NIVEAU 1 .....  | 10 |
| 2.1   | <b>Évaluation de Niveau 1</b> .....   | 10 |
| 2.1.1 | Généralités .....   | 10 |
| 2.1.2 | Utilisation des terrains et facteurs de sensibilité .....   | 11 |
| 2.1.3 | Conditions physiques.....   | 12 |
| 2.1.4 | Caractéristiques et distribution des contaminants .....   | 14 |
| 2.2   | <b>Synthèse de Niveau 1</b> .....   | 15 |
| 2.2.1 | Détermination des conditions relatives à l'utilisation des terrains et de l'eau, et détermination du principal type de sol .....  | 15 |
| 2.2.2 | Détermination de la conformité avec les catégories génériques d'utilisation des terrains et de l'eau...15                         | 15 |
| 2.2.3 | Définition des objectifs applicables du Niveau 1.....   | 16 |
| 2.3   | <b>Décision de Niveau 1</b> .....   | 17 |
| 2.3.1 | Comparaison des conditions et des objectifs définis au Niveau 1 .....   | 17 |
| 2.3.2 | Évaluation de la faisabilité et de la pertinence d'une gestion de lieu adaptée au Niveau 1 .....                                  | 18 |
| 2.3.3 | Évaluation de la possibilité d'une gestion de lieu adaptée aux Niveaux 2 ou 3 .....   | 19 |
| 2.3.4 | Exigences relatives aux restrictions en matière d'utilisation des terrains et de l'eau.....                                       | 21 |
| 2.3.5 | Autres considérations liées à la décision de Niveau 1 .....   | 22 |
| 3.0   | DIRECTIVES DE GESTION POUR LA MISE EN ŒUVRE DU STANDARD PANCANADIEN – NIVEAU 2 .....  | 23 |
| 3.1   | <b>Évaluation de Niveau 2</b> .....   | 23 |
| 3.1.1 | Collecte de données supplémentaires à l'appui d'ajustements de paramètres propres au lieu .....                                   | 23 |
| 3.1.2 | Mesures directes prises dans des milieux pertinents et servant de base aux ajustements de Niveau 2                                | 26 |
| 3.1.3 | Établissement des mesures de référence pour les activités futures de gestion et de surveillance .....                             | 27 |
| 3.2   | <b>Synthèse de Niveau 2</b> .....   | 27 |
| 3.2.1 | Établissement des conditions d'utilisation des terrains et de l'eau, et des scénarios d'ajustement dans le cadre du Niveau 2..... | 27 |
| 3.2.2 | Nouveau calcul des objectifs liés à la santé humaine et à l'environnement fondé sur les paramètres propres au lieu .....          | 28 |
| 3.2.3 | Prise de mesures directes dans des milieux pertinents pour les ajustements de Niveau 2 .....                                      | 31 |
| 3.2.4 | Autres types d'ajustements de Niveau 2.....   | 33 |
| 3.2.5 | Détermination des limites et restrictions en matière d'utilisation des terrains et de l'eau .....                                 | 36 |
| 3.2.6 | Ajustements propres au lieu non indiqués au Niveau 2 .....  | 36 |
| 3.3   | <b>Décision de Niveau 2</b> .....   | 37 |
| 3.3.1 | Comparaison des conditions et des objectifs définis au Niveau 2 .....   | 37 |

|       |   |    |
|-------|---|----|
| 3.3.2 | Évaluation de la faisabilité et de la pertinence d'une gestion de lieu adaptée au Niveau 2.....                         | 37 |
| 3.3.3 | Évaluation des conditions liées à une gestion de lieu adaptée au Niveau 2.....  | 38 |
| 3.3.4 | Évaluation de la possibilité d'une gestion de lieu adaptée au Niveau 3.....   | 39 |
| 4.0   | <b>DIRECTIVES DE GESTION POUR LA MISE EN ŒUVRE DU STANDARD PANCANADIEN – NIVEAU 3</b> .....                             | 41 |
| 4.1   | <b>Collecte des données pour le Niveau 3</b> .....  | 41 |
| 4.2   | <b>Évaluation des risques pour la santé humaine et des risques écologiques propres au lieu</b> .....                    | 42 |
| 4.2.1 | Énoncé du problème.....   | 42 |
| 4.2.2 | Évaluation de la toxicité/évaluation du danger.....   | 42 |
| 4.2.3 | Évaluation de l'exposition.....   | 43 |
| 4.2.4 | Caractérisation des risques.....  | 43 |
| 4.3   | <b>Élaboration d'un plan d'assainissement ou de gestion des risques et d'un plan de surveillance à long terme</b> ..... | 44 |
| 5.0   | <b>ACCEPTATION RÉGLEMENTAIRE</b> .....  | 46 |
| 5.1   | <b>Exigences de vérification</b> .....  | 46 |
| 5.2   | <b>Exigences en matière de gestion de lieu associées à l'acceptation conditionnelle</b> .....                           | 46 |
| 6.0   | <b>RÉFÉRENCES</b> .....   | 48 |

## ANNEXES

|   |     |
|---|-----|
| ANNEXE A : EXIGENCES LIÉES À L'ÉVALUATION DE NIVEAU 1.....  | A1  |
| A.1 Introduction.....   | A1  |
| A.2 Utilisation des terrains et vulnérabilité.....  | A1  |
| A.3 Conditions physiques.....   | A2  |
| A.4 Caractérisation de la contamination.....  | A3  |
| ANNEXE B : FONDEMENTS DU NIVEAU 1.....  | B1  |
| B.1 Généralités.....  | B1  |
| B.2 Récepteurs et voies d'exposition.....   | B1  |
| B.3 Critères du Niveau 1 selon la voie d'exposition ou le récepteur.....                              | B1  |
| B.4 Paramètres et hypothèses (par défaut) du Niveau 1.....  | B1  |
| ANNEXE C : EXIGENCES LIÉES À L'ÉVALUATION DE NIVEAU 2.....  | C1  |
| C.1 Conditions physiques.....   | C1  |
| C.2 Caractérisation de la contamination.....  | C3  |
| C.3 Mesures aux points d'exposition.....  | C3  |
| C.4 Autres paramètres ajustables par l'utilisateur.....   | C5  |
| ANNEXE D : AJUSTEMENTS DE NIVEAU 2.....   | D1  |
| D.1 Paramètres ajustables au Niveau 2.....  | D1  |
| D.2 Procédures liées aux ajustements de Niveau 2.....   | D1  |
| D.3 Voies d'exposition par contact écologique avec le sol au Niveau 2.....                            | D11 |
| D.4 Limites aux fins de la gestion et autres considérations.....                                      | D12 |
| D.5 Intervalles des objectifs du Niveau 2 à titre indicatif.....                                      | D12 |
| D.6 Considération des limites de solubilité et de la loi de Raoult.....                               | D12 |
| D.7 Ajustements fondés sur les mesures prises aux points d'exposition.....                            | D13 |
| D.8 Détermination des impératifs de gestion.....  | D16 |
| ANNEXE E : RÔLE D'UNE ÉVALUATION PROBABILISTE DES RISQUES.....  | E1  |
| E.1 Introduction.....   | E1  |
| E.2 Évaluation déterministe et établissement des seuils du Niveau 1 pour le standard pancanadien..... | E1  |
| E.3 Évaluation probabiliste.....  | E2  |
| E.4 Application de l'évaluation probabiliste des risques aux Niveaux 2 et 3.....                      | E2  |

## LISTE DES TABLEAUX

- 1 Utilisations des terrains, récepteurs clés et voies d'exposition
  - 2 Concentrations d'hydrocarbures pétroliers (mg/kg de sol) selon la voie d'exposition, établies pour le Niveau 1 et pour les sols de surface à grains grossiers
  - 3 Concentrations d'hydrocarbures pétroliers (mg/kg de sol) selon la voie d'exposition, établies pour le Niveau 1 et pour les sols de surface à grains fins
  - 4 Principales voies d'exposition au Niveau 1 pour les sols à grains grossiers
  - 5 Principales voies d'exposition au Niveau 1 pour les sols à grains fins
  - 6 Influence des principaux paramètres ajustables au Niveau 2 sur les voies d'exposition : sols à grains grossiers
  - 7 Influence des principaux paramètres ajustables au Niveau 2 sur les voies d'exposition : sols à grains fins
  - 8 Principaux paramètres ajustables au Niveau 2 et intervalles indicatifs
  - 9 Autres paramètres ajustables au Niveau 2
  - 10 Principaux paramètres ajustables au Niveau 2 selon la voie d'exposition
  - 11 Résumé des effets caractéristiques de certains ajustements de Niveau 2 : sols à grains grossiers
  - 12 Résumé des effets caractéristiques de certains ajustements de Niveau 2 : sols à grains fins
  - 13 Paramètres ajustables par l'utilisateur entraînant des restrictions en matière d'utilisation des terrains et de l'eau ou des impératifs de gestion
- 
- B-1 Utilisations des terrains, récepteurs clés et voies d'exposition
  - B-2 Concentrations d'hydrocarbures pétroliers selon la voie d'exposition, établies pour le Niveau 1 et pour les sols de surface à grains grossiers
  - B-3 Concentration d'hydrocarbures pétroliers selon la voie d'exposition, établies pour le Niveau 1 et pour les sols de surface à grains fins
  - B-4 Propriétés physiques, chimiques et toxicologiques des sous-fractions d'hydrocarbures pétroliers
  - B-5 Caractéristiques des récepteurs
  - B-6 Paramètres pédologiques et hydrogéologiques par défaut
  - B-7 Caractéristiques du lieu
  - B-8 Caractéristiques par défaut du bâtiment et voie d'exposition par infiltration à l'intérieur
  - B-9 Références en matière de qualité de l'eau pour la voie d'exposition écologique
  - D-1 Principaux paramètres ajustables au Niveau 2 et intervalles indicatifs
  - D-2 Autres paramètres ajustables au Niveau 2
  - D-3 Influence des principaux paramètres ajustables au Niveau 2 sur les voies d'exposition : sols à grains grossiers
  - D-4 Influence des principaux paramètres ajustables au Niveau 2 sur les voies d'exposition : sols à grains fins
  - D-5 Recommandations indicatives pour la qualité des sols concernant les hydrocarbures pétroliers présents dans les sols de surface à grains grossiers : scénario par défaut
  - D-6 Recommandations indicatives pour la qualité des sols concernant les hydrocarbures pétroliers présents dans les sols de surface à grains grossiers : perméabilité des sols à la vapeur variant de  $10^{-8} \text{ cm}^2$  à  $10^{-6} \text{ cm}^2$
  - D-7 Recommandations indicatives pour la qualité des sols concernant les hydrocarbures pétroliers présents dans les sols de surface à grains grossiers : teneur en eau variant de 0,03 g/g à 0,15 g/g
  - D-8 Recommandations indicatives pour la qualité des sols concernant les hydrocarbures pétroliers présents dans les sols de surface à grains grossiers : densité apparente du sol variant de  $1,5 \text{ g/cm}^3$  à  $1,8 \text{ g/cm}^3$
  - D-9 Recommandations indicatives pour la qualité des sols concernant les hydrocarbures pétroliers présents dans les sols de surface à grains grossiers : fraction de carbone organique variant de 0,0005 g/g à 0,007 g/g
  - D-10 Recommandations indicatives pour la qualité des sols concernant les hydrocarbures pétroliers présents dans les sols de surface à grains grossiers : conductivité hydraulique variant de 32 m/a à 3 200 m/a
  - D-11 Recommandations indicatives pour la qualité des sols concernant les hydrocarbures pétroliers présents dans les sols de surface à grains grossiers : alimentation de l'aquifère variant de 0,005 m/a à 0,5 m/a

## LISTE DES TABLEAUX (suite)

- D-12 Recommandations indicatives pour la qualité des sols concernant les hydrocarbures pétroliers présents dans les sols de surface à grains grossiers : gradient hydraulique variant de 0,001 à 0,1
- D-13 Recommandations indicatives pour la qualité des sols concernant les hydrocarbures pétroliers présents dans les sols de surface à grains grossiers : longueur du lieu variant de 5 m à 30 m
- D-14 Recommandations indicatives pour la qualité des sols concernant les hydrocarbures pétroliers présents dans les sols à grains grossiers : profondeur de la contamination/distance à la contamination variant de 30 cm à 10 m au-dessous du niveau du sol
- D-15 Recommandations indicatives pour la qualité des sols concernant les hydrocarbures pétroliers présents dans les sols de surface à grains grossiers : profondeur de l'eau souterraine variant de 3 m à 10 m
- D-16 Recommandations indicatives pour la qualité des sols concernant les hydrocarbures pétroliers présents dans les sols de surface à grains grossiers : distance aux récepteurs de l'eau souterraine variant de 0 m à 500 m
- D-17 Recommandations indicatives pour la qualité des sols concernant les hydrocarbures pétroliers présents dans les sols de surface à grains fins : scénario par défaut
- D-18 Recommandations indicatives pour la qualité des sols concernant les hydrocarbures pétroliers présents dans les sols de surface à grains fins : perméabilité des sols à la vapeur variant de  $10^{-12}$  cm<sup>2</sup> à  $10^{-8}$  cm<sup>2</sup>
- D-19 Recommandations indicatives pour la qualité des sols concernant les hydrocarbures pétroliers présents dans les sols de surface à grains fins : teneur en eau variant de 0,07 g/g à 0,16 g/g
- D-20 Recommandations indicatives pour la qualité des sols concernant les hydrocarbures pétroliers présents dans les sols de surface à grains fins : densité apparente du sol variant de 1,3 g/cm<sup>3</sup> à 1,6 g/cm<sup>3</sup>
- D-21 Recommandations indicatives pour la qualité des sols concernant les hydrocarbures pétroliers présents dans les sols de surface à grains fins : fraction de carbone organique variant de 0,0005 g/g à 0,03 g/g
- D-22 Recommandations indicatives pour la qualité des sols concernant les hydrocarbures pétroliers présents dans les sols de surface à grains fins : conductivité hydraulique variant de 0,032 m/a à 32 m/a
- D-23 Recommandations indicatives pour la qualité des sols concernant les hydrocarbures pétroliers présents dans les sols de surface à grains fins : alimentation de l'aquifère variant de 0,005 m/a à 0,5 m/a
- D-24 Recommandations indicatives pour la qualité des sols concernant les hydrocarbures pétroliers présents dans les sols de surface à grains fins : gradient hydraulique variant de 0,001 à 0,1
- D-25 Recommandations indicatives pour la qualité des sols concernant les hydrocarbures pétroliers présents dans les sols de surface à grains fins : longueur du lieu variant de 5 m à 30 m
- D-26 Recommandations indicatives pour la qualité des sols concernant les hydrocarbures pétroliers présents dans les sols de surface à grains fins : profondeur de la contamination/distance à la contamination variant de 30 cm à 10 m au-dessous du niveau du sol
- D-27 Recommandations indicatives pour la qualité des sols concernant les hydrocarbures pétroliers présents dans les sols de surface à grains fins : profondeur de l'eau souterraine variant de 3 m à 10 m
- D-28 Recommandations indicatives pour la qualité des sols concernant les hydrocarbures pétroliers présents dans les sols de surface à grains fins : distance aux récepteurs de l'eau souterraine variant de 0 m à 500 m
- D-29 Résumé des effets caractéristiques de certains ajustements de Niveau 2 : sols à grains grossiers
- D-30 Résumé des effets caractéristiques de certains ajustements de Niveau 2 : sols à grains fins
- D-31 Niveaux caractéristiques de vapeur dans le sol

## LISTE DES FIGURES

- Figure 1 Cadre de mise en œuvre du standard pancanadien relatif aux hydrocarbures pétroliers dans le sol
- Figure 2 Organigramme développé – Niveau 1
- Figure 3 Organigramme développé – Niveau 2
- Figure 4 Organigramme développé – Niveau 3

## **1.0 INTRODUCTION**

### **1.1 Généralités**

Le Conseil canadien des ministres de l'environnement (CCME) a élaboré le standard pancanadien relatif aux hydrocarbures pétroliers dans le sol aux termes de l'Entente auxiliaire pancanadienne sur l'établissement de standards environnementaux. En outre, le Comité d'élaboration national a dirigé le processus d'élaboration du standard avec l'aide et la participation de quatre groupes consultatifs techniques multilatéraux et d'un groupe de travail spécialisé.

Élaboré en 1999-2000, le standard initial a été approuvé par la plupart des provinces et des territoires en 2001. En adoptant le standard, les autorités s'engageaient à l'examiner de nouveau après cinq ans pour tenir compte des nouvelles données scientifiques et techniques ainsi que de l'expérience des intervenants au moment de sa mise en œuvre, un processus qui a été entamé en 2005. L'examen quinquennal a été dirigé par trois sous-groupes consultatifs multilatéraux qui ont fait des recommandations au Groupe de travail sur les recommandations pour la qualité du sol du CCME.

En vertu des différentes catégories d'utilisation des terrains, le standard pancanadien relatif aux hydrocarbures pétroliers dans le sol est un standard correcteur pour les sols et les sous-sols contaminés par les hydrocarbures pétroliers. Le standard est fondé sur la science de l'évaluation des risques et peut être appliqué à n'importe quel des trois paliers ou « Niveaux » : le Niveau 1 – standards numériques génériques correspondant à quatre scénarios généraux d'utilisation des terrains; le Niveau 2 – ajustements aux seuils du Niveau 1 en fonction des conditions uniques du lieu; le Niveau 3 – évaluation et gestion des risques propres au lieu. Le même niveau de protection de la santé humaine et de l'environnement s'impose à chacun des trois paliers, les Niveaux supérieurs nécessitant des données plus précises pour chaque lieu. Pour obtenir de plus amples renseignements sur les niveaux précis de protection liés à différentes voies d'entrée des hydrocarbures pétroliers et différents récepteurs, se reporter au protocole du CCME (2006).

Puisque le standard pancanadien comporte trois paliers et est fondé sur le risque, son élaboration et son application présentent quelques difficultés. Les détails concernant les fondements scientifiques et techniques de l'élaboration des valeurs numériques du Niveau 1 sont fournis séparément dans le document de justification scientifique (CCME, 2008). L'objectif du présent guide est de proposer des directives techniques et de gestion aux autorités et aux autres utilisateurs en ce qui concerne la mise en œuvre du standard pancanadien.

### **1.2 Définition et caractérisation des hydrocarbures pétroliers**

#### ***1.2.1 Description générale***

Les hydrocarbures pétroliers désignent un mélange de composés organiques présents dans les substances géologiques comme le pétrole, le bitume et le charbon ou des dérivés de ces substances. Les produits pétroliers qui peuvent être rejetés dans l'environnement, comme le

pétrole, le pétrole brut et le carburant d'aviation, contiennent généralement des milliers de composés en proportions variées, constitués majoritairement de carbone et d'hydrogène, mais aussi d'infimes quantités d'azote, de soufre et d'oxygène. La contamination des sols par les hydrocarbures pétroliers varie selon la source du pétrole, le type de sol, la composition, le degré de traitement (pétrole brut, mélangé ou raffiné) et l'ampleur de l'altération météorique subie par la substance exposée à l'environnement. De tels facteurs compliquent l'évaluation des risques pour la santé humaine et l'environnement associés à la contamination des sols par les hydrocarbures pétroliers.

La présence des hydrocarbures pétroliers dans l'environnement est préoccupante pour plusieurs raisons. Premièrement, leur forme réduite et leur volatilité comportent un risque d'incendie et un danger d'explosion. Deuxièmement, les constituants des hydrocarbures pétroliers sont toxiques à divers degrés. Troisièmement, les hydrocarbures légers sont mobiles et peuvent donc causer des problèmes à une distance considérable de leur point de rejet, en raison de leur migration dans les eaux souterraines ou du transport atmosphérique. Quatrièmement, les hydrocarbures à chaîne ramifiée de grande dimension sont persistants dans l'environnement. Cinquièmement, les hydrocarbures pétroliers peuvent causer des problèmes d'ordre esthétique dans le milieu naturel, notamment une odeur, un goût ou une apparence désagréables. Enfin, dans certaines conditions, ils peuvent dégrader la qualité du sol en perturbant la rétention et le transport de l'eau ainsi que l'apport d'éléments nutritifs.

### ***1.2.2 Fractions et sous-fractions d'hydrocarbures pétroliers***

Beaucoup de travaux ont été réalisés depuis la fin des années 1980 afin d'évaluer et de gérer les sols contaminés par les hydrocarbures pétroliers. En effet, les travaux du Total Petroleum Hydrocarbons Criteria Working Group des États-Unis (TPHCWG, groupe de travail américain sur les critères des hydrocarbures pétroliers totaux) présentent un intérêt particulier, car ils ont servi de point de départ à l'élaboration du standard pancanadien relatif aux hydrocarbures pétroliers dans le sol. Dans le contexte du standard pancanadien, les hydrocarbures pétroliers sont subdivisés en fractions selon des intervalles précis d'équivalents en carbone. Chaque fraction est à son tour divisée en sous-fractions qui ont déjà été définies par le groupe de travail américain. Les sous-fractions ont été décrites selon leurs propriétés physiques et chimiques pertinentes et leurs caractéristiques toxicologiques. Les fractions ont été divisées en tenant compte des facteurs d'analyse, des propriétés physiques et chimiques, de la pertinence prévue à la réaction biologique dans les sols et de la capacité d'utiliser les définitions et les propriétés connexes des sous-fractions établies par le groupe de travail américain.

La fraction 1 (F1) englobe l'intervalle d'équivalents en carbone allant de  $C_6$  à  $C_{10}$ . Elle représente la fraction volatile de la plupart des mélanges d'hydrocarbures et est constituée de la sous-fraction aromatique dont l'intervalle varie de  $C_{>8}$  à  $C_{10}$  ainsi que des sous-fractions aliphatiques dont les intervalles varient de  $C_6$  à  $C_8$  et de  $C_{>8}$  à  $C_{10}$ . On suppose que certains composés aromatiques précis qui entrent dans cette fraction (p. ex. benzène, toluène, éthylbenzène et xylènes [BTEX]) sont gérés de façon distincte et devraient donc être soustraits des composés aromatiques de la fraction.

La fraction 2 (F2) englobe l'intervalle d'équivalents en carbone allant de  $C_{>10}$  à  $C_{16}$ . Elle représente la fraction semi-volatile et est constituée de sous-fractions aromatiques et aliphatiques dont les intervalles varient de  $C_{>10}$  à  $C_{12}$  et de  $C_{>12}$  à  $C_{16}$ .

La fraction 3 (F3) englobe l'intervalle d'équivalents en carbone allant de  $C_{>16}$  à  $C_{34}$ . Elle comprend les composés aromatiques et aliphatiques dont les intervalles varient de  $C_{>16}$  à  $C_{21}$  et de  $C_{>21}$  à  $C_{34}$ .

La fraction 4 (F4) englobe les composés dont l'intervalle d'équivalents en carbone va de  $C_{>34}$  à  $C_{50+}$ . Les hydrocarbures pétroliers inclus dans cet intervalle représentent souvent une proportion importante des huiles brutes et des produits pétroliers même si la fraction est généralement considérée comme étant de faible mobilité (volatilité et solubilité).

On présume que les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP), particulièrement ceux qui sont considérés cancérigènes, sont évalués et gérés séparément et qu'ils devraient donc être enlevés des composés aromatiques des fractions F2 ou F3, le cas échéant.

### ***1.2.3 Propriétés physiques et chimiques, et toxicité***

Les propriétés physiques et chimiques d'un composé ou d'une sous-fraction d'hydrocarbures pétroliers déterminent sa mobilité, son devenir et sa disponibilité pour les récepteurs par l'intermédiaire d'une voie d'exposition. Les fractions 1 et 2 renferment des composés à la fois solubles et volatils, tandis que les fractions 3 et 4 renferment des composés moins mobiles. Le groupe de travail américain TPHCWG a identifié et/ou défini les propriétés physiques et chimiques des sous-fractions qui sont considérées dans les quatre fractions du standard pancanadien relatif aux hydrocarbures pétroliers. En fait, les sous-fractions du groupe de travail américain ont été sélectionnées en partie pour englober un éventail relativement restreint de propriétés physiques et chimiques afin de pouvoir établir des propriétés des sous-fractions qui soient représentatives (Gustafson *et al.*, 1997).

Des valeurs toxicologiques de référence ont également été assignées à chaque sous-fraction par le groupe de travail américain sous la forme de doses journalières admissibles (DJA; appelées « doses journalières acceptables » dans le modèle de tableur) ou de doses de référence et, pour les sous-fractions volatiles, sous la forme de concentration de référence (CR) (Edwards *et al.*, 1997). Ces constantes de toxicité sont sélectionnées en tenant compte de valeurs de composés auxiliaires publiées qui sont considérées comme étant représentatives de la toxicité totale de la sous-fraction. Le document de justification scientifique examine de façon plus approfondie les valeurs toxicologiques de référence (CCME, 2008).

## **1.3 Définitions des différentes utilisations des terrains**

### ***1.3.1 Utilisations génériques et réglementaires des terrains***

Conformément au *Protocole d'élaboration de recommandations pour la qualité des sols en fonction de l'environnement et de la santé humaine* du CCME (1996a et 2006), le standard

pancanadien relatif aux hydrocarbures pétroliers dans le sol a été établi pour quatre utilisations génériques des terrains : agricole, résidentielle/parc, commerciale et industrielle. Un scénario générique d'utilisation des terrains a été imaginé pour chacune des catégories en fonction des activités qui leur sont normalement associées. Comme le standard pancanadien est axé sur les risques, toutes les valeurs à protéger (formes de vie ou milieux récepteurs, propriétés des écosystèmes) sont explicitement consignées pour chacune des utilisations des terrains, tout comme les contaminants étudiés dans le contexte des hydrocarbures pétroliers et les voies par lesquelles ces hydrocarbures peuvent avoir une incidence sur ces valeurs. Cette approche est très souple; en effet, elle permet d'évaluer et de gérer les différentes variations relatives à une utilisation des terrains et même d'étendre le standard à d'autres catégories d'utilisation des terrains (p. ex. terrains en friche). Cette vision, ou ce scénario d'exposition, qui est rattachée à chacune de ces utilisations est au cœur du standard pancanadien. Les quatre utilisations des terrains sont définies comme suit :

*Agricole* : L'activité principale de cette catégorie est la culture de produits agricoles ou l'élevage d'animaux. Elle comprend également les terres agricoles qui tiennent lieu d'habitat pour les espèces sauvages résidentes et transitoires et pour la flore indigène. Une terre agricole peut également comprendre une maison de ferme.

*Résidentielle/parc* : L'activité principale de cette catégorie est l'occupation résidentielle ou à des activités récréatives. Selon l'approche écologique, le parc sert de zone tampon entre des zones résidentielles (c.-à-d. parc urbain/suburbain). Toutefois, cette catégorie n'inclut pas les terrains en friche comme les parcs provinciaux et nationaux, sauf les terrains de camping.

*Commerciale* : L'activité principale de cette catégorie est le commerce (p. ex. centre commercial), et l'accès aux installations est gratuit pour l'ensemble de la population, y compris les enfants. La présence possible de garderies commerciales est particulièrement préoccupante, car les jeunes enfants seraient potentiellement exposés aux activités commerciales. Cette catégorie exclut les installations où les aliments sont cultivés.

*Industrielle* : L'activité principale de cette catégorie comprend la production, la fabrication ou la construction de biens. L'accès du public est restreint et les enfants n'y sont pas autorisés en permanence.

### ***1.3.2 Autres utilisations des terrains***

D'autres catégories d'utilisation des terrains, ou variations au sein des scénarios génériques, peuvent être abordées grâce aux procédures décrites dans ce guide pour les Niveaux 2 et 3. Par ailleurs, les autorités peuvent extrapoler les seuils du Niveau 1 pour les quatre utilisations génériques des terrains à d'autres utilisations des terrains en se basant sur des scénarios d'exposition équivalents. Par exemple, parmi les voies d'exposition pour les terrains en friche et les aires naturelles, mentionnons les voies d'exposition des récepteurs écologiques par contact avec le sol ou par ingestion de sol, la voie relative au cycle des substances nutritives et, peut-être, celle liée à la protection de l'eau souterraine. Étant donné que ces voies d'exposition sont également applicables aux terres agricoles, les autorités pourraient décider que les seuils du

Niveau 1 relatifs aux utilisations agricoles peuvent s'appliquer aux terrains en friche. Il faut mentionner que les critères de contact écologique avec le sol sont établis essentiellement en fonction de sols agricoles; cependant, ces critères sont probablement les données les plus pertinentes lorsqu'on ne dispose d'aucune donnée de toxicité propre à d'autres types de sol (p. ex. les terrains forestiers).

L'utilisation institutionnelle de terrains concorderait généralement à un scénario d'exposition résidentiel. Bien que certaines utilisations institutionnelles des terrains (p. ex. les écoles) ressemblent davantage à un scénario d'exposition commercial (exposition cinq jours par semaine, dix heures par jour), d'autres, comme les hôpitaux et les résidences pour personnes âgées, correspondent essentiellement à une utilisation résidentielle. Pour éviter de devoir imposer des restrictions futures à l'utilisation des terrains, les autorités doivent soit préciser les seuils du Niveau 1 pour l'utilisation résidentielle des terrains, soit exiger l'application des procédures des Niveaux 2 ou 3.

#### **1.4 Définitions des différentes utilisations des eaux souterraines et des eaux de surface**

Sur le plan hydrologique, les sols sont liés aux réseaux des eaux souterraines et des eaux de surface. Le standard pancanadien relatif aux hydrocarbures pétroliers dans le sol vise à gérer la voie sol-eaux souterraines afin d'éviter tout transfert inacceptable de contaminants du sol aux eaux souterraines, ce qui pourrait finir par avoir une incidence sur l'utilisation des eaux souterraines, mais aussi des eaux de surface.

Le standard pancanadien visant le Niveau 1 a été établi pour trois utilisations génériques des eaux souterraines ou des eaux de surface influencées par le débit des eaux souterraines :

- *Consommation humaine (eau potable)*
- *Vie aquatique*
- *Abreuvement du bétail*

Les utilisations de l'eau ci-dessus sont liées aux utilisations des terrains par les définitions des catégories génériques d'utilisation des terrains. D'autres catégories d'utilisation de l'eau, ou modifications de l'utilisation de l'eau au sein des catégories définies d'utilisation des terrains, peuvent être abordées grâce aux procédures décrites dans le présent guide pour les Niveaux 2 et 3.

## 1.5 Objectifs de protection écologique et pour la santé humaine

Le standard pancanadien relatif aux hydrocarbures pétroliers dans le sol vise à favoriser, de façon constante, un degré élevé de protection de la santé humaine et de l'environnement. Les objectifs de protection écologique et pour la santé humaine ne varient pas entre les paliers, et tous les paliers ont pour but de s'assurer que les concentrations d'hydrocarbures pétroliers auxquelles les humains et les récepteurs écologiques sont exposés sont égales ou inférieures à celles pouvant causer des effets néfastes. La protection de la santé humaine et de l'environnement est un but prioritaire qui n'est toutefois pas le seul motif de l'établissement du standard. D'autres considérations sont abordées à la section suivante.

La prévention de la pollution se veut l'approche privilégiée en ce qui concerne la protection de l'environnement. Par conséquent, le standard pancanadien ne représente pas des niveaux autorisés de pollution n'entraînant aucune perturbation des milieux terrestres et aquatiques. Il constitue plutôt un standard correcteur qu'on prévoit appliquer aux lieux pollués par les hydrocarbures pétroliers afin de permettre une nouvelle ou plus intensive utilisation des terrains, ou le retour à une utilisation semblable à l'utilisation dominante préalablement à toute activité pétrolière.

L'objectif des standards numériques axés sur les risques pour la santé humaine est de faire en sorte que l'exposition attribuable aux voies d'exposition propres aux utilisations des terrains définies ne s'avère pas un niveau d'exposition total pour la population qui dépasse les niveaux considérés comme étant tolérables d'un point de vue toxicologique. Alors que certains composés d'hydrocarbures pétroliers sont reconnus comme étant cancérigènes pour les humains (p. ex. le benzène) et qu'ils sont gérés à l'aide de recommandations distinctes propres à chacun, il est entendu que la plupart de ceux-ci ainsi que les fractions et sous-fractions définies d'hydrocarbures pétroliers agissent comme des contaminants à seuil d'effet. Pour ces composés ou ces fractions, les doses journalières admissibles, ou doses de référence, ont été établies à un niveau égal ou inférieur à celui où la probabilité d'effets néfastes est considérée comme étant négligeable. Les expositions naturelles qui ne sont pas liées aux sources de contamination par les hydrocarbures pétroliers propres à un lieu sont prises en considération au moment d'établir les niveaux permis d'exposition humaine attribuables à la contamination des sols.

L'objectif des standards numériques axés sur les risques écotoxicologiques est de protéger les principaux récepteurs écologiques qui permettent le déroulement des activités normales dans le contexte des quatre catégories définies d'utilisation des terrains. Plus particulièrement, les concentrations permises dans le sol visent à s'assurer qu'aucun effet indésirable d'importance biologique ne risque de se produire, selon les données toxicologiques associées aux réactions aiguës, subchroniques et chroniques des espèces représentatives.

Les points de conformité à l'égard des récepteurs écologiques et relatifs à la santé humaine sont liés aux impératifs de gestion associés à chacun des paliers du standard pancanadien. Les valeurs du Niveau 1 visent à protéger les récepteurs humains et écologiques présents sur les lieux (sauf dans les cas où les définitions génériques d'utilisation des terrains prévoient des

recommandations précises). Les points de conformité aux endroits éloignés du lieu contaminé peuvent être soumis aux objectifs du Niveau 2 ou du Niveau 3, ce qui pourrait cependant entraîner l'imposition de restrictions relatives à l'utilisation de l'eau ou des terrains et l'adoption d'impératifs de gestion connexes.

## **1.6 Considérations axées sur la non-toxicité**

Afin d'obtenir un standard réalisable d'un point de vue pratique, qui offre néanmoins une protection à l'environnement, des considérations d'ordre socioéconomique ont également été incluses à différentes étapes de l'établissement du standard, tant pour son cadre de mise en œuvre que pour les valeurs numériques du Niveau 1.

Bien que l'objectif premier du standard pancanadien relatif aux hydrocarbures pétroliers dans le sol soit la protection des récepteurs écologiques et de la santé humaine, les voies potentielles d'exposition humaine et écologique peuvent, dans situations ponctuelles ne pas être très préoccupantes ni même applicables. Dans ces cas-là, d'autres considérations qui traduisent le caractère et les propriétés uniques des hydrocarbures pétroliers s'appliquent et sont intégrées sous forme de restrictions en matière de gestion pour l'établissement des valeurs du Niveau 1. Elles représentent un certain nombre de facteurs stratégiques, notamment l'évitement ou la minimisation des risques d'inflammation ou des dangers d'explosion, de la présence des liquides non aqueux ou des produits libres, des effets sur l'infrastructure enfouie, des considérations d'ordre esthétique et de l'exposition humaine potentielle dans les tranchées de sols excavés contaminés par les hydrocarbures pétroliers. Les restrictions en matière de gestion sont généralement considérées comme étant pertinentes pour tous les lieux et ne sont pas soumises aux modifications du Niveau 2.

## **1.7 États de fermeture ou de gestion**

Si on a recours à des critères axés sur les risques comme objectifs d'assainissement pour les lieux contaminés, il faut que les hypothèses émises relativement à l'évaluation des risques associés aux conditions se répercutant sur l'exposition humaine et écologique soient maintenues indéfiniment ou aussi longtemps que des effets résiduels persistent (après la restauration du lieu). Dans le cas du standard pancanadien relatif aux hydrocarbures pétroliers dans le sol, les valeurs génériques du Niveau 1 sont calculées pour quatre utilisations génériques des terrains au moyen d'un ensemble d'hypothèses d'exposition qui garantissent une protection dans la plupart des cas courants, et ce, pour chaque utilisation des terrains. Lorsqu'un lieu est conforme aux conditions présumées, une gestion adaptée au Niveau 1 permettrait habituellement une utilisation ou un aménagement futur sans restrictions dans les limites de l'affectation du sol en particulier. L'assainissement d'un site dans une telle mesure est souvent appelé fermeture inconditionnelle.

Lorsque les renseignements détaillés propres à un lieu donné sont pris en considération pour définir les objectifs axés sur les risques, il est important d'établir une distinction entre les paramètres fixes et stables, comme le type de sol et d'autres facteurs physiques et chimiques, et ceux qui pourraient ultérieurement changer sans pour autant que l'utilisation des terrains n'ait été grandement modifiée, comme la configuration du bâtiment, la fréquence de l'exposition humaine

ou la présence d'un puits. Dans le premier cas, on peut s'attendre à ce que les conditions propres au lieu soient préservées sans que de mesures de gestion ou de contrôle ne soient nécessaires. Dans le second cas, il pourrait être nécessaire d'établir des mesures de contrôle ou d'imposer des restrictions relativement à l'utilisation des terrains afin d'éviter l'accroissement des risques pour la santé humaine ou l'environnement. L'acceptation réglementaire d'un tel état pour un lieu contaminé entraînerait habituellement l'imposition de certaines conditions; c'est ce qu'on appelle une fermeture conditionnelle. Une fermeture conditionnelle peut également s'appliquer lorsqu'une restauration à long terme ou une atténuation naturelle est proposée; on pourrait alors observer des concentrations d'hydrocarbures pétroliers qui dépassent les valeurs du Niveau 1 pendant un certain temps. Dans le cas d'une fermeture conditionnelle, l'une des exigences habituellement imposées est l'acceptation du plan de gestion par les parties concernées.

### **1.8 Aperçu du cadre de mise en œuvre du standard pancanadien relatif aux hydrocarbures pétroliers dans le sol**

L'organigramme de la figure 1 illustre le cadre général de mise en œuvre du standard pancanadien relatif aux hydrocarbures pétroliers dans le sol. Un examen détaillé de la gestion et des aspects techniques de chacun des éléments ainsi que des points de décision du cadre de travail fait l'objet du présent guide d'utilisation et est présenté dans les sections suivantes du document.

Le standard pancanadien est un cadre de travail par niveaux qui offre au promoteur le choix de satisfaire à un ensemble de standards axés sur les risques, relativement prudents, qui correspondent à un certain nombre d'utilisations définies des terrains, de scénarios d'exposition et de caractéristiques propres à un lieu (Niveau 1), ou d'utiliser les renseignements complémentaires disponibles sur un lieu pour ainsi évaluer et gérer les risques grâce à des connaissances plus précises de l'exposition actuelle et potentielle (Niveaux 2 et 3).

Le processus lié au Niveau 1 comprend l'évaluation et la caractérisation initiales du lieu, suivies de la sélection des valeurs applicables du Niveau 1. Dans la mesure du possible et le cas échéant, une gestion de lieu adaptée au Niveau 1 serait généralement entreprise, ce qui entraînerait une acceptation ou une fermeture inconditionnelle du lieu. Si une gestion adaptée au Niveau 1 est irréalisable ou inopportune, le promoteur envisagera alors une gestion de Niveau 2 ou, dans certains cas, passera directement à une gestion de Niveau 3.

Des seuils du Niveau 2 peuvent être établis et utilisés lorsque les renseignements propres à un lieu révèlent que les conditions peuvent modifier l'exposition des récepteurs humains ou écologiques à la contamination par les hydrocarbures pétroliers, changeant par le fait même les risques liés aux conditions génériques servant à calculer les seuils du Niveau 1. Les seuils du Niveau 2 sont déterminés en ajustant les valeurs du Niveau 1 à l'aide des valeurs propres à un lieu définies pour certains paramètres dans le cadre d'une évaluation plus détaillée du lieu. Les ajustements sont restreints aux paramètres qui sont mesurables et stables, et qui, dans la plupart des cas, n'exigent pas une gestion continue. De plus, les ajustements ne sont valables que dans le cas des paramètres qui se répercutent sur la voie d'exposition principale. Cette particularité

pourrait faire en sorte d'empêcher que le Niveau 2 soit considéré comme une option si aucun paramètre ajustable du Niveau 2 ne peut influencer sur la voie d'exposition principale.

Après avoir défini les seuils du Niveau 2, le promoteur peut décider de gérer le lieu en fonction des niveaux établis, dans la mesure du possible et le cas échéant, ou de passer au Niveau 3. Une gestion adaptée au Niveau 2 pourrait se solder par une acceptation inconditionnelle ou conditionnelle, selon la nature des ajustements apportés et leurs répercussions sur la gestion du lieu.

Dans certains cas, il peut être justifié de procéder à une évaluation du risque écotoxicologique (ÉRE) ou à une évaluation du risque pour la santé humaine (ÉRSH) de Niveau 3 pour définir les objectifs d'assainissement propres à ce lieu contaminé ou pour élaborer une stratégie de gestion des risques à son égard. L'évaluation quantitative des risques est un processus complexe où les exigences en matière de données sont bien plus grandes que dans le contexte du Niveau 1 ou du Niveau 2. Différentes descriptions du devenir des contaminants, de leur comportement et de l'exposition à ces contaminants peuvent être proposées et les modèles utilisés peuvent varier des modèles prévus pour les Niveaux 1 et 2, bien que tous les modèles doivent être validés et étalonnés en fonction du lieu en particulier. Une gestion adaptée au Niveau 3 peut être adoptée lorsqu'il existe des obstacles techniques et socioéconomiques à la mise en œuvre des Niveaux 1 et 2 ou lorsque les utilisations génériques des terrains définies pour les Niveaux 1 et 2 ne caractérisent pas adéquatement les voies d'exposition et les récepteurs en cause. Étant donné qu'une gestion adaptée au Niveau 3 dépend de données propres au lieu et, dans la plupart des cas, qu'elle suppose une certaine forme de gestion des risques, les lieux soumis à une gestion de Niveau 3 font généralement l'objet d'une acceptation ou d'une fermeture conditionnelle.

Indépendamment des paramètres de base utilisés pour une gestion qui fait appel à l'un des tris paliers, les niveaux cibles de protection de la santé humaine et de l'environnement permis pour chaque palier ne changent pas. Consulter le protocole du CCME (2006) afin d'obtenir de plus amples renseignements sur les niveaux de protection de la santé humaine et de l'environnement concernant les différentes voies d'exposition.

## **2.0 RECOMMANDATIONS DE GESTION POUR LA MISE EN ŒUVRE DU STANDARD PANCANADIEN – NIVEAU 1**

Le processus de mise en œuvre du Niveau 1 est illustré de façon schématique par l'organigramme de la figure 2.

### **2.1 Évaluation de Niveau 1**

#### **2.1.1 Généralités**

L'évaluation de Niveau 1 comprend, à tout le moins, l'étape préliminaire de la caractérisation du lieu dont le but est de décrire adéquatement les conditions prévalant dans ce lieu afin de considérer les options d'évaluation et de gestion possibles dans le cadre du Niveau 1.

L'évaluation du Niveau 1 peut être plus exhaustive et détaillée, à la discrétion du promoteur, ce qui fournit des renseignements supplémentaires utiles pour les Niveaux 2 et 3. Bien qu'il y ait des avantages associés à une méthode d'évaluation par étapes, des économies pourraient également être réalisées si les activités de collecte des données étaient combinées dans le cadre d'une seule étude, particulièrement aux emplacements où les coûts d'installation et de déinstallation de chantier sont importants.

Les exigences minimales en matière de données en ce qui concerne l'évaluation d'un lieu contaminé dans le cadre du standard pancanadien relatif aux hydrocarbures pétroliers dans le sol sont, notamment :

- la description du lieu;
- l'utilisation des terrains;
- la proximité du lieu à l'approvisionnement en eau de surface et à l'alimentation en eau potable;
- la profondeur de la nappe;
- les utilisations actuelles et potentielles des eaux souterraines;
- les récepteurs humains;
- les récepteurs écologiques;
- les principales voies d'exposition;
- la stratigraphie et les propriétés des matériaux de surface;
- la profondeur de la contamination et la distance aux points d'exposition et de conformité;
- la présence et le type de bâtiments et d'autres constructions;
- la caractérisation et la délimitation de la contamination.

Les renseignements ci-dessus sont généralement requis pour tous les paliers, mais de façon plus ou moins détaillée, selon les exigences des étapes de synthèse et de décision associées à chaque palier. Ces renseignements peuvent être divisés en trois catégories : utilisation des terrains et facteurs de sensibilité, conditions physiques, et caractéristiques et distribution des contaminants. Les exigences techniques liées à une évaluation de Niveau 1 sont exposées en détail à l'annexe A.

### ***2.1.2 Utilisation des terrains et facteurs de sensibilité***

L'un des objectifs d'une évaluation de lieu de Niveau 1 est de déterminer si le lieu correspond de manière générale à l'une des quatre catégories génériques d'utilisation des terrains. À cet égard, voici les exigences minimales en matière de données en ce qui concerne les évaluations de Niveau 1.

#### *Description du lieu*

La description du lieu contaminé doit comprendre des données d'identification de base, par exemple l'emplacement, la description officielle, les dimensions et le nom du propriétaire inscrit, mais aussi une description de la topographie de surface, du couvert végétal, du type d'aménagement et, le cas échéant, de l'historique du lieu.

#### *Utilisation des terrains*

Dans le contexte de la détermination de l'utilisation des terrains, il faut non seulement tenir compte de l'utilisation actuelle de ceux-ci, mais également des utilisations historiques et éventuelles, y compris l'utilisation qui serait la plus cohérente pour la région. En ce qui concerne l'aménagement résidentiel, commercial ou industriel, l'utilisation des terrains est généralement déterminée par le zonage actuel ou futur et les tendances relatives à l'aménagement à l'échelle locale. Dans le cas d'une utilisation agricole des terrains, de parcs ou d'autres lieux non visés par un aménagement éventuel, l'utilisation cible des terrains peut être exprimée en fonction de la capacité de ceux-ci à soutenir des utilisations équivalentes à celles qui existaient avant que des activités pétrolières ne soient entreprises.

L'obtention de suffisamment de renseignements descriptifs, juridiques ou administratifs est essentielle pour déterminer quelle est la catégorie générique d'utilisation des terrains (agricole, résidentielle/parc, commerciale, industrielle) et si l'on peut considérer cette utilisation comme étant « normale » pour la catégorie assignée. Les quatre utilisations génériques des terrains sont définies et décrites à la section 1.3.

D'autres utilisations génériques des terrains peuvent être définies par les différentes autorités à l'échelle locale ou régionale selon la géographie. Par exemple, le territoire forestier sous aménagement ou soustrait à l'aménagement, la prairie, les milieux humides ou d'autres terrains en friche peuvent constituer en eux-mêmes des utilisations importantes des terrains, justifiant ainsi que des catégories génériques supplémentaires puissent être établies.

L'utilisation des terrains des propriétés adjacentes ou à proximité doit également être consignée puisqu'une utilisation de terrains plus sensibles hors du lieu contaminé peut être à la base des impératifs de gestion. La distance à partir de laquelle les différentes utilisations deviennent sans importance ou non pertinentes est une question de jugement professionnel au Niveau 1 et suppose de prendre en considération des facteurs tels que l'accès aux récepteurs, le devenir et le transport des contaminants, et les limites spatiales des voies d'exposition. Aux Niveaux 2 et 3, l'importance des récepteurs à proximité peut être plus facilement quantifiée. Les autorités

peuvent établir des zones ou des distances nominales à l'intérieur desquelles les autres utilisations des terrains doivent être prises en compte.

*Proximité du lieu à l'approvisionnement en eau de surface et à l'alimentation en eau potable, aux habitats aquatiques ou marins et à d'autres points d'utilisation des eaux souterraines ou des eaux de surface*

Dans le cadre de l'évaluation, toutes les utilisations actuelles et potentielles des eaux souterraines et des eaux de surface doivent être consignées. Une fois de plus, la distance à partir de laquelle les utilisations de l'eau sont sans importance ou non pertinentes dépend des conditions du lieu. En règle générale par contre, il faut déterminer les utilisations de l'eau à moins de 500 m du lieu et examiner au cas par cas celles se trouvant à des distances plus grandes si les conditions souterraines sont telles qu'elles peuvent entraîner des effets nuisibles. Par exemple, les puits d'approvisionnement en eau des villes qui sont situés à plus de 500 m d'un lieu pourraient être considérés comme étant vulnérables à une source d'hydrocarbures pétroliers si celle-ci est située dans la zone de captage des puits.

Dans le contexte de l'évaluation, il faut être conscient que bien que l'emplacement de la plupart des plans d'eau de surface naturels soit essentiellement bien déterminé, des plans d'eau saisonniers peuvent exister à d'autres endroits et une utilisation anthropique des eaux souterraines pourrait avoir lieu dans toute zone où les eaux souterraines sont utilisables.

*Récepteurs humains et écologiques*

En général, la présence de récepteurs humains sera directement liée à l'utilisation des terrains. Cependant, suffisamment de renseignements doivent être obtenus au Niveau 1 pour déterminer si l'utilisation des terrains au sein de l'une ou l'autre des catégories est considérée comme étant « normale » ou si la présence de certains récepteurs justifierait de modifier les catégories génériques d'utilisation des terrains.

De la même façon, il faut établir au Niveau 1 quels récepteurs écologiques peuvent nécessiter une modification des utilisations génériques des terrains. La présence d'espèces rares ou en voie de disparition, de réserves écologiques et d'habitats sensibles doit être tout particulièrement consignée.

### ***2.1.3 Conditions physiques***

Au Niveau 1, il est nécessaire de déterminer, de façon assez détaillée, certaines conditions physiques et certains paramètres pour permettre la mise en œuvre d'une gestion adaptée à ce Niveau. Les données minimales requises relativement aux conditions physiques sont examinées ci-après.

### *Texture du sol*

À tout le moins, comme des valeurs numériques du Niveau 1 sont prévues pour les sols à grains grossiers et les sols à grains fins, il est essentiel d'obtenir assez de renseignements sur la texture des sols pour permettre de les classer en sols à grains grossiers ou en sols à grains fins. D'après la définition des sols, la taille moyenne des grains des sols à grains fins est inférieure à 75 µm, tandis que celle des grains des sols à grains grossiers est supérieure à 75 µm. Si les renseignements sur la texture des sols sont insuffisants, on pourrait alors devoir appliquer par défaut les valeurs plus prudentes du Niveau 1.

### *Stratigraphie et propriétés physiques des sols*

Les données sur la stratigraphie et les propriétés physiques des sols sont habituellement obtenues au cours d'une reconnaissance intrusive du sol en profondeur, bien que des données préliminaires qualitatives soient souvent obtenues auprès d'autres sources, notamment les données géologiques sur les dépôts meubles publiées ou les résultats d'autres reconnaissances du sol en profondeur réalisées dans la région. Dans certaines circonstances, il peut être possible d'entreprendre le Niveau 1 sans avoir préalablement réalisé une reconnaissance du sol en profondeur. Par exemple, on pourrait décider de gérer un déversement de petite envergure en enlevant d'abord tous les matériaux dont la concentration d'hydrocarbures pétroliers est supérieure aux seuils du Niveau 1; l'ampleur et l'étendue des effets ainsi que les conditions souterraines pourraient ensuite être confirmées au moment des travaux de déblaiement de terre. Néanmoins, des reconnaissances du sol en profondeur sont habituellement réalisées dans le cadre du Niveau 1, en partie aux fins de la caractérisation des contaminants.

L'évaluation du Niveau 1 doit fournir une description générale des conditions pédologiques souterraines ainsi que de la variabilité verticale et spatiale des sols. L'uniformité de la texture du sol et la présence de caractéristiques sédimentaires ou structurales comme les lentilles ou les fissures sont des facteurs particulièrement importants, car ils peuvent influencer sur le devenir et le transport souterrain des hydrocarbures pétroliers.

Pour la mise en œuvre du Niveau 1, il n'est pas nécessaire de caractériser complètement les propriétés physiques du sol. On assigne cependant des valeurs par défaut à certains paramètres, notamment la fraction de carbone organique, la densité apparente et la teneur en eau, afin de déterminer les seuils du Niveau 1. Dans certains cas, ces valeurs ont une grande influence. Par conséquent, il est recommandé de déterminer ces paramètres au Niveau 1 afin de pouvoir établir la validité des valeurs du Niveau 1 et d'entrevoir plus facilement les avantages liés aux Niveaux 2 et 3.

La stratigraphie et les propriétés du sol doivent être examinées au-dessus et au-dessous de la nappe phréatique.

## *Conditions hydrogéologiques*

En règle générale, toute reconnaissance du sol en profondeur comprend une étude hydrogéologique au cours de laquelle on recueille habituellement des données détaillées sur la profondeur de la nappe phréatique, la direction de l'écoulement des eaux souterraines, le gradient hydraulique et, grâce à des essais appropriés sur le terrain, la conductivité hydraulique. Bien que tous ces paramètres aient une influence, leur détermination quantitative n'est pas requise pour la mise en œuvre de base du Niveau 1 et des données qualitatives peuvent être obtenues auprès d'autres sources. Toutefois, comme pour les paramètres pédologiques, ces paramètres peuvent faciliter la prise de décision à savoir s'il est pertinent d'adopter une gestion adaptée au Niveau 1 ou de passer à une gestion adaptée au Niveau 2 ou au Niveau 3.

### ***2.1.4 Caractéristiques et distribution des contaminants***

Une caractérisation adéquate de la contamination par les hydrocarbures pétroliers s'impose afin de comparer les concentrations des contaminants avec les valeurs du Niveau 1. La caractérisation comprendra habituellement la collecte d'échantillons de sol représentatifs et leur analyse en laboratoire en vue de déterminer la concentration des quatre fractions d'hydrocarbures pétroliers. Dans le cadre de l'évaluation de Niveau 1, le promoteur recueillera assez d'échantillons dans la plupart des cas pour délimiter l'étendue latérale et verticale de la contamination du sol, ce qui lui permettra d'évaluer la faisabilité pratique et la rentabilité des mesures d'assainissement requises pour satisfaire aux standards du Niveau 1. En outre, s'il est déterminé que le lieu satisfait à ces standards, il faudra veiller à ce que la quantité de données recueillies suffit pour donner à l'organisme qui accorde son approbation l'assurance nécessaire.

Selon la nature et l'historique de la source d'hydrocarbures pétroliers, il pourrait également falloir soumettre les échantillons de sol à d'autres analyses chimiques pour déterminer la concentration des sous-fractions de chacune des quatre fractions d'hydrocarbures pétroliers, et ce, dans le but d'évaluer, dans le cadre du processus décisionnel, la possibilité de procéder à un ajustement de Niveau 2 en fonction de la composition (ce qui est décrit plus en détail dans une section ultérieure).

Aucune contamination par les hydrocarbures pétroliers ne doit être observée à moins de 30 cm des fondations d'un bâtiment habité pour permettre d'appliquer le Niveau 1. Lorsqu'on observe cependant une telle contamination, il est nécessaire de procéder à une évaluation de Niveau 3 et d'entreprendre une gestion adaptée à ce Niveau. De plus, la contamination par les hydrocarbures pétroliers ne doit pas avoir été observée à moins de 10 m d'un plan d'eau de surface; le cas échéant, une gestion adaptée au Niveau 2 ou au Niveau 3 sera mise en œuvre.

L'analyse qui précède ne concerne que les exigences d'évaluation visant la mise en œuvre du standard pancanadien relatif aux hydrocarbures pétroliers dans le sol pour le Niveau 1. Le promoteur doit s'assurer qu'une caractérisation adéquate du lieu est réalisée pour pouvoir satisfaire aux exigences réglementaires locales et s'occuper des autres contaminants potentiellement préoccupants, ainsi que des recommandations et des standards à leur sujet.

## *Considérations analytiques spéciales*

Les résultats d'analyse de certains échantillons de sol, particulièrement les sols qui présentent une teneur élevée en carbone organique naturel (comme la tourbe) ou les sols qui ont été biorestaurés avec du fumier, peuvent s'avérer de « faux positifs » (CCME, 2001). Plus particulièrement, les résultats de laboratoire des fractions F2, F3 et F4 peuvent être faussement élevés. S'il y a des raisons de soupçonner que certains sols peuvent avoir une teneur élevée en carbone organique, il peut être indiqué de recueillir des échantillons de sol de fond (sol non contaminé) aux fins d'analyse de la teneur en carbone organique, puis d'analyser ces sols pour déterminer les concentrations d'hydrocarbures pétroliers. Cette procédure est expliquée plus en détail à l'annexe A.

## **2.2 Synthèse de Niveau 1**

### ***2.2.1 Détermination des conditions relatives à l'utilisation des terrains et de l'eau, et détermination du type principal de sol***

Les conditions relatives à l'utilisation des terrains et de l'eau sont établies en tenant compte des données compilées dans le cadre de l'évaluation de Niveau 1. Les conditions d'utilisation des terrains sont comparées aux descriptions des catégories génériques d'utilisation (agricole, résidentielle/parc, commerciale, industrielle) afin d'assigner au lieu la catégorie applicable pertinente.

Les conditions d'utilisation des eaux souterraines et de l'eau de surface sont assignées, le cas échéant, à une ou plusieurs des catégories génériques que sont l'eau potable, l'eau de surface assurant la durabilité de la vie aquatique et l'eau servant à abreuver le bétail.

Certaines exceptions aux catégories susmentionnées sont décrites à la section suivante.

### ***2.2.2 Détermination de la conformité avec les catégories génériques d'utilisation des terrains et de l'eau***

La conformité avec les scénarios d'utilisation générique des terrains et de l'eau et avec les conditions d'exposition présumées dans le cadre de l'établissement des valeurs du Niveau 1 constitue le critère principal concernant l'application du standard pancanadien relatif aux hydrocarbures pétroliers dans le sol pour le Niveau 1. Les utilisations génériques des terrains et de l'eau ainsi que les voies d'exposition humaines et écologiques connexes sont présentées au tableau 1.

Premièrement, l'utilisation des terrains et de l'eau doit généralement être comprise dans une ou plusieurs des catégories génériques définies. Voici des exemples d'utilisations des terrains qui ne sont pas considérées pour l'établissement des valeurs du Niveau 1 : le territoire forestier sous aménagement ou soustrait à l'aménagement, la prairie non agricole, les milieux humides, les zones riveraines et d'autres terrains en friche. Parmi les utilisations de l'eau qui ne sont pas considérées dans le cadre du Niveau 1, mentionnons l'eau servant à l'irrigation, l'eau utilisée dans

l'industrie de la transformation des aliments (bien que cette dernière utilisation de l'eau puisse être représentée par le scénario de l'eau potable) et les eaux de surface utilisées pour la baignade ou toute autre activité récréative semblable. Les autorités peuvent définir d'autres utilisations génériques des terrains et de l'eau, et établir des standards de Niveau 1 applicables. Néanmoins, faute de standards de Niveau 1 applicables aux utilisations actuelles des terrains et de l'eau, il faut adopter une approche adaptée au Niveau 3.

Deuxièmement, les conditions d'exposition associées aux utilisations définies des terrains et de l'eau ne doivent pas être plus sensibles ou plus déterminantes que les conditions présumées durant l'établissement des valeurs du Niveau 1. Voici des exemples de facteurs entraînant l'accroissement de la sensibilité : la présence de récepteurs écologiques plus sensibles ou ayant une grande valeur socioéconomique (comme les espèces rares ou en voie de disparition), une exposition humaine ou écologique plus fréquente ou plus intense (c.-à-d. qui dépasse l'exposition découlant d'une utilisation « normale » des terrains ou de l'eau), l'altération des conditions physiques du lieu de manière à accroître l'exposition à des niveaux supérieurs à ceux présumés. Les paramètres d'exposition humaine et écologique ayant servi à établir les valeurs du Niveau 1 sont présentés à l'annexe B. Ces valeurs doivent être utilisées pour évaluer si les facteurs propres à un lieu donné sont révélateurs d'une exposition plus fréquente ou plus intense comparativement à une exposition normale. L'effet sur l'exposition de la variation des conditions physiques choisies et ayant une influence peut être observé dans les ajustements de Niveau 2 indicatifs qui sont présentés à la section 3.2 et à l'annexe D. Les variations des paramètres qui tendent à faire baisser les standards numériques propres à une voie d'exposition sont révélatrices d'une plus grande sensibilité et, lorsqu'elles sont importantes, elles déclenchent les processus de Niveau 2 ou de Niveau 3.

Le promoteur est tenu de définir tous les facteurs liés à un lieu ou à un récepteur qui pourraient intensifier indûment l'exposition ou le risque de telle sorte qu'elle ou qu'il atteigne un niveau supérieur à ce qui avait été envisagé dans les scénarios d'exposition du Niveau 1. Il est aussi tenu de réagir en conséquence et, au besoin, d'adopter une gestion de lieu adaptée au Niveau 2 ou au Niveau 3.

### ***2.2.3 Définition des objectifs applicables du Niveau 1***

Les valeurs du Niveau 1 pour les sols à grains grossiers et les sols à grains fins sont présentées aux tableaux 2 et 3, respectivement. Le choix de l'ensemble approprié de valeurs dépend de la texture du type de sol dominant qui est déterminé dans le cadre de l'évaluation de Niveau 1. Il faut mentionner que le type de sol dominant est généralement celui qui régit le devenir et le transport des hydrocarbures pétroliers par les différentes voies d'exposition et de transport. Par exemple, une couche uniforme de sol à grains grossiers au-dessous du niveau supérieur de la nappe phréatique dictera souvent l'écoulement des eaux souterraines dans la zone saturée, et ce, même si cette couche est plutôt mince par rapport à l'épaisseur totale des sols à grains fins dans la zone saturée. De façon similaire, une mince couche de sol à grains grossiers dans la zone non saturée pourrait davantage contribuer à la migration des vapeurs qu'une couche plus épaisse de sol à grains fins. Il faut faire preuve de jugement professionnel pour établir le type de sol

dominant. Lorsqu'on est incertain du type dominant, il faut alors appliquer les valeurs les plus prudentes du Niveau 1 associées aux sols à grains grossiers et aux sols à grains fins.

Dans le tableau correspondant au type de sol pertinent, la valeur la plus faible présentée pour chaque fraction en ce qui a trait à l'utilisation des terrains définie détermine la voie d'exposition principale ou le récepteur principal et donc la valeur retenue pour le Niveau 1. Cependant, lorsque la valeur retenue est établie en fonction d'une voie d'exposition sol-eaux souterraines ou sol-eaux de surface qui, d'après la détermination préalable des utilisations de l'eau, ne s'applique pas au lieu, la prochaine valeur la plus élevée applicable sera la valeur par défaut pour le Niveau 1. À ce Niveau, l'exclusion d'une utilisation de l'eau en particulier doit être fondée sur des conditions stables ou fixes qui ne nécessitent aucune forme de gestion ou d'intervention continue.

Les tableaux 4 et 5 résument, pour les sols à grains grossiers et les sols à grains fins respectivement, les principales voies d'exposition concernant chacune des quatre fractions d'hydrocarbures pétroliers et chacune des utilisations définies des terrains et de l'eau.

## **2.3 Décision de Niveau 1**

Le processus décisionnel du Niveau 1, qui consiste en un certain nombre de nœuds de décision, est illustré de façon schématique par l'organigramme présenté dans la moitié inférieure de la figure 2. Le processus et les critères liés à chaque nœud de décision sont expliqués dans les paragraphes suivants.

### ***2.3.1 Comparaison des conditions et des objectifs définis au Niveau 1***

Si aucun dépassement n'est observé dans l'évaluation de Niveau 1 par rapport aux standards définis pour ce Niveau et que la contamination par les hydrocarbures pétroliers est observée à au moins 30 cm des fondations d'un bâtiment habité et à 10 m de tout plan d'eau de surface situé à proximité, le lieu peut être considéré comme étant conforme au Niveau 1 et ne requiert aucune autre mesure. Si des dépassements sont cependant observés, le promoteur entame un processus décisionnel selon lequel il pèse le pour et le contre de deux options, soit une gestion de lieu adaptée au Niveau 1 et une gestion adaptée au Niveau 2 ou au Niveau 3. En outre, si la contamination par les hydrocarbures pétroliers est observée à moins de 30 cm des fondations d'un bâtiment habité ou à moins de 10 m de tout plan d'eau de surface, le promoteur doit alors adopter une gestion adaptée au Niveau 2 ou Niveau 3.

Tel qu'il est précisé à la section 2.1.4 et à l'annexe A, lorsque les concentrations de fond des hydrocarbures pétroliers sont élevées (particulièrement les faux positifs causés par des concentrations élevées de carbone organique dans le sol), elles peuvent être soustraites des concentrations d'hydrocarbures pétroliers mesurées dans le sol avant d'être comparées aux seuils du Niveau 1.

### *2.3.2 Évaluation de la faisabilité et de la pertinence d'une gestion de lieu adaptée au Niveau 1*

La faisabilité pratique et la rentabilité d'une gestion de lieu adaptée au Niveau 1 constituent les premiers facteurs à considérer. Étant donné qu'une gestion de lieu adaptée au Niveau 1 supposera, dans la plupart des cas, une réduction des concentrations jusqu'aux seuils du Niveau 1 ou le déblaiement des sols dont la teneur en hydrocarbures pétroliers est supérieure aux seuils du Niveau 1, les méthodes et les approches qui sont envisagées pour les travaux d'assainissement seront évaluées selon leur capacité pratique et technologique à atteindre les objectifs d'assainissement requis et à respecter les coûts connexes.

S'il est manifestement impossible de procéder, d'un point de vue pratique ou technologique, à une gestion de lieu adaptée au Niveau 1, le promoteur devra adopter une gestion adaptée au Niveau 2 ou au Niveau 3. S'il est néanmoins possible d'atteindre les objectifs du Niveau 1, la décision sera probablement guidée par des facteurs socioéconomiques. Lorsque l'ampleur et l'étendue des effets des hydrocarbures pétroliers sont limitées, l'assainissement du lieu selon une gestion adaptée au Niveau 1 et l'obtention d'une acceptation inconditionnelle pourraient, toute réflexion faite, s'avérer la façon de procéder la plus indiquée et la plus rentable. L'évaluation de la rentabilité comprendra non seulement la prise en compte des coûts d'assainissement, mais également des coûts et des avantages liés à la productivité retrouvée d'un terrain, ainsi que des autres coûts d'entreprise et des obligations financières. Selon la conjoncture économique, le promoteur peut choisir d'évaluer la faisabilité d'une gestion de lieu adaptée au Niveau 2 ou au Niveau 3, particulièrement si les objectifs du Niveau 1 ne sont pas considérés appropriés.

Le fait de prendre en considération la pertinence d'une gestion adaptée au Niveau 1 permettra de tenir compte d'un certain nombre de facteurs, notamment :

- si les scénarios génériques ayant servi à l'établissement des valeurs du Niveau 1 sont appropriés au lieu en ce qui concerne l'exposition (les lieux plus sensibles auront été déterminés à une étape préalable; les lieux moins sensibles sont peut-être tout indiqués pour une gestion adaptée au Niveau 2 ou au Niveau 3 – voir ci-après);
- si les utilisations des terrains et de l'eau prévues pour le lieu sont en fait les utilisations actuelles;
- si le lieu fait actuellement l'objet d'une gestion permanente (comme une installation en exploitation).

S'il est déterminé à ce stade que le Niveau 1 est réalisable et approprié, une gestion de lieu adaptée au Niveau 1 sera habituellement mise en œuvre. Si le Niveau 1 n'est pas réalisable, ou qu'il est réalisable mais inapproprié, le promoteur passera habituellement à l'étape suivante du processus décisionnel.

### ***2.3.3 Évaluation de la possibilité d'une gestion de lieu adaptée au Niveau 2 ou au Niveau 3***

Si les hypothèses par défaut servant à calculer les valeurs de base du Niveau 1 sont prudentes par rapport aux conditions réelles d'un lieu contaminé, leur remplacement par des données particulières à ce lieu pour certains paramètres d'influence permet peut-être d'établir et de mettre en œuvre des objectifs d'assainissement moins rigoureux, sans pour autant compromettre les objectifs de protection de la santé et de l'environnement. En outre, les mesures prises aux points d'exposition, si elles sont inférieures aux mesures prévues par les procédures de modélisation relativement prudentes employées au Niveau 1, permettent peut-être également d'établir des objectifs moins rigoureux. Dans de tels cas, il serait avantageux d'adopter une gestion de lieu adaptée au Niveau 2 ou au Niveau 3.

Les ajustements de Niveau 2 seront probablement utiles lorsqu'ils seront appliqués aux paramètres qui ont une incidence sur la voie d'exposition principale. Les tableaux 6 et 7 résument, pour les sols à grains grossiers et les sols à grains fins respectivement, les utilisations des terrains et de l'eau, les voies d'exposition et les paramètres connexes. Ils indiquent l'influence relative de chaque paramètre sur les valeurs de sol rajustées. Les tableaux 6 et 7 peuvent être utilisés conjointement avec les tableaux 4 et 5 pour faciliter la sélection initiale entre une gestion de lieu adaptée au Niveau 2 et une gestion adaptée au Niveau 3. Si la voie d'exposition principale (tableaux 4 et 5) suppose qu'aucun ajustement de Niveau 2 n'est possible (tableaux 6 et 7), comme pour la voie d'exposition par contact écologique avec le sol, il est donc impossible d'adopter une gestion de lieu adaptée au Niveau 2.

La voie d'exposition par contact écologique avec le sol s'avère la voie d'exposition principale pour les fractions F3 et F4, et ce, pour toutes les utilisations des terrains. Par conséquent, aucun ajustement de Niveau 2 n'est possible pour les fractions F3 et F4 à moins que la voie d'exposition par contact avec le sol ne soit éliminée conformément aux conditions décrites à la section 3.2.4. La même logique s'applique pour les fractions F1 et F2 des sols à grains fins si l'eau potable n'est pas une utilisation de l'eau applicable.

Si les conditions d'un lieu en particulier ne permettent pas de réduire les niveaux d'exposition aux hydrocarbures pétroliers en deçà des niveaux prévus avec les hypothèses prudentes du Niveau 1 ou si aucun ajustement de Niveau 2 ne peut être apporté pour la voie d'exposition principale, l'établissement d'objectifs en fonction des spécificités du terrain ne permettra pas de rendre moins sévère le niveau d'assainissement requis. Il pourrait cependant être possible de gérer les expositions sans avoir à procéder à un assainissement complet, de telle sorte que les objectifs de protection de la santé et de l'environnement puissent être maintenus. Dans certains cas, il pourrait alors être possible d'avoir recours à des processus naturels qui sont fonction du temps pour parvenir à un assainissement graduel. Grâce à une gestion du lieu, des conditions acceptables pourraient en outre être maintenues en attendant que des techniques d'assainissement de rechange soient disponibles. Une telle gestion constituerait une gestion de lieu adaptée au Niveau 3 et elle serait assujettie à de nombreuses autres conditions décrites dans une section ultérieure.

Si l'on prévoit que les conditions propres à un lieu permettront de rendre moins sévère le niveau d'assainissement requis dans le cadre du Niveau 1, il est nécessaire de déterminer si de tels

ajustements constituent alors une gestion de lieu adaptée au Niveau 2 ou au Niveau 3. Les substitutions ou les ajustements propres à un lieu faits dans le cadre d'une gestion adaptée au Niveau 2 ne sont pas illimités et doivent répondre à trois critères principaux :

1. Ils doivent être limités à des facteurs influençant l'exposition qui sont mesurables et vérifiables.

Les ajustements doivent concerner des caractéristiques stables du lieu qui ont une incidence sur le devenir et le transport des contaminants et sur l'exposition humaine et écologique, par exemple les propriétés physiques du sol, la distance jusqu'aux récepteurs (lorsqu'elle peut être considérée comme étant fixe) et la composition des hydrocarbures pétroliers. Ces caractéristiques doivent être facilement quantifiables, et leurs effets sur les objectifs numériques doivent pouvoir être déterminés sans s'écarter des principes scientifiques ayant servi à l'établissement des standards du Niveau 1.

2. Ils doivent appuyer un processus décisionnel clair et cohérent en ce qui concerne les utilisations des terrains et de l'eau.

Les ajustements ne peuvent compromettre le caractère général des utilisations définies des terrains et de l'eau et, s'ils entraînent des restrictions, ils doivent être énoncés clairement, bien compris et compatibles avec les politiques des autorités.

3. Ils doivent être simples à définir et à appliquer.

La philosophie d'un système à plusieurs paliers (ou Niveaux) est, en partie, qu'un palier d'intervention réglementaire et de recherche plus poussé doit être imposé à chaque palier successif. On s'attend à ce qu'une gestion de lieu adaptée au Niveau 1 soit adoptée pour la majorité des lieux contaminés et que de moins en moins de lieux fassent l'objet d'une gestion adaptée aux Niveaux 2 et 3. Le fait de rendre le Niveau 2 plus complexe, et donc d'accroître les besoins en ressources durant le processus d'examen et d'approbation réglementaire, ne serait pas compatible avec cette philosophie.

On a défini plusieurs paramètres et hypothèses qui influent sur les valeurs du Niveau 1 (et donc du Niveau 2) et qui satisfont également aux exigences susmentionnées. Ils sont énumérés au tableau 8 et sont désignés sous l'appellation de « principaux paramètres ajustables au Niveau 2 ». L'influence des variations de ces paramètres sur les objectifs d'assainissement est abordée ailleurs dans ce guide.

En plus des principaux paramètres, d'autres paramètres influencent les objectifs d'assainissement, mais ils ne satisfont pas à un ou plusieurs des critères énumérés ci-dessus. Ils sont désignés sous l'appellation de « autres paramètres ajustables » et sont énumérés au tableau 9. L'acceptabilité de ces ajustements au Niveau 2 est une décision qui relève des autorités.

Lorsque certaines mesures prises aux points d'exposition sont remplacées par les valeurs prévues à l'aide des modèles de devenir et de transport utilisés pour déterminer les objectifs du Niveau 1,

elles peuvent être utilisées au Niveau 2 sous réserve de certaines conditions. Les directives concernant ces mesures qui sont permises au Niveau 2 sont présentées à la section 3.2.3.

L'intégration des mesures prises aux points d'exposition peut être plus complexe d'un point de vue informatique que l'ajustement des paramètres d'entrée; elle nécessite donc une vérification approfondie. De plus, les concentrations mesurées aux points d'exposition peuvent être une fonction de temps; si les valeurs mesurées sont inférieures aux valeurs prévues, il doit être démontré qu'il est peu probable que ces valeurs augmentent avec le temps. Ces difficultés peuvent restreindre la possibilité d'intégration de tels ajustements au Niveau 2; leur acceptation relève des autorités.

À partir des points examinés ci-dessus, le promoteur pourra conclure, après avoir reçu l'accord des autorités locales, si les facteurs définis comme pouvant réduire l'exposition sont des ajustements de Niveau 2 acceptables ou s'il doit entreprendre une gestion de Niveau 3.

#### ***2.3.4 Exigences relatives aux restrictions en matière d'utilisation des terrains et de l'eau***

Une des questions de compétence clés qui pourrait à cette étape-ci annuler la décision d'aller de l'avant avec une gestion de lieu adaptée au Niveau 2 est celle des restrictions en matière d'utilisation des terrains et de l'eau. Elle est abordée ci-après dans le contexte de positions possibles des autorités. Une analyse plus approfondie traitant tout particulièrement des directives du Niveau 2 est présentée à la section 3.0 du présent guide.

Tel qu'il est mentionné précédemment, les ajustements de Niveau 2 visent avant tout à s'adapter aux conditions propres à un lieu sans pour autant imposer une gestion permanente en vue de s'assurer du maintien des conditions justifiant un ajustement. Tout besoin de gestion permanente entraînerait des conditions d'acceptation qui, selon la politique des autorités visées, seraient permises ou non au Niveau 2.

L'ajustement des paramètres physiques fixes ou stables d'un lieu n'exigera généralement pas l'imposition de restrictions en matière d'utilisation des terrains ou de l'eau. L'ajustement des facteurs d'exposition en fonction des caractéristiques des récepteurs humains nécessitera le plus souvent l'imposition de restrictions ou de conditions sans lesquelles il est impossible de contrôler l'exposition humaine. Parmi ces catégories, un certain nombre de facteurs physiques ayant une incidence sur l'exposition humaine pourrait être soumis à certaines restrictions acceptables sur le plan administratif. Les restrictions qui seraient rendues nécessaires à la suite de divers ajustements de Niveau 2 sont décrites à la section 3.2.5.

Si aucune restriction n'est requise, le promoteur peut passer directement au Niveau 2, ce qui aboutira à une acceptation ou à une fermeture inconditionnelle. S'il faut imposer des restrictions, les parties concernées et les autorités visées doivent être d'avis qu'elles sont acceptables. Au Niveau 2, les autorités doivent premièrement autoriser la fermeture conditionnelle. Deuxièmement, tous les intervenants concernés, notamment le promoteur et les propriétaires fonciers touchés, doivent accepter les restrictions en matière d'utilisation des terrains ou de l'eau

et s'y conformer. S'ils sont satisfaits, le promoteur peut entamer le Niveau 2 en vue d'une gestion conditionnelle. Si les restrictions sont inacceptables, le promoteur doit adopter soit une gestion de lieu adaptée au Niveau 3 (pour respecter la politique des autorités), soit une gestion adaptée au Niveau 1 (si, dans les circonstances, les restrictions ne sont pas acceptables pour d'autres parties concernées).

Dans le cadre des directives du Niveau 2, la détermination des restrictions et leurs répercussions sont examinées plus en détail à la section 3.

### ***2.3.5 Autres considérations liées à la décision de Niveau 1***

Dans le cadre du processus décisionnel décrit aux sections précédentes, le promoteur estimera les coûts d'un assainissement adapté au Niveau 1 ainsi que les avantages liés à l'obtention d'une acceptation ou d'une fermeture inconditionnelle, puis les comparera à plusieurs facteurs liés à une gestion de lieu adaptée au Niveau 2 ou au Niveau 3. Beaucoup de ces facteurs comportent des coûts et d'autres répercussions, particulièrement lorsque s'appliquent des restrictions ou des conditions en matière d'utilisation des terrains. Voici certains de ces facteurs :

- les coûts liés à l'obtention de données supplémentaires à l'appui d'une synthèse et d'un processus décisionnel de Niveau 2 ou de Niveau 3;
- des activités d'évaluation, de synthèse et de production de rapports soutenues, particulièrement si une évaluation des risques est requise;
- un processus réglementaire d'examen et d'approbation plus coûteux pouvant comprendre la consultation des parties concernées;
- les coûts et l'engagement liés à une gestion et à une surveillance à long terme;
- les obligations potentielles et les risques associés à une contamination résiduelle;
- les garanties financières possibles exigées par certaines autorités;
- les coûts de renonciation liés aux restrictions (le cas échéant) en matière d'utilisation des terrains et de l'eau.

Par ailleurs, une gestion adaptée au Niveau 2 ou au Niveau 3 offre des avantages potentiels, comme la possibilité de tirer parti des techniques d'assainissement et du processus d'atténuation naturelle à long terme. De plus, une gestion permanente convient peut-être davantage à des installations d'exploitation qu'un processus d'assainissement adapté au Niveau 1 et une stratégie de fermeture progressive pourrait être rattachée à la durée de vie restante des installations.

Dans le dernier cas et dans le cas de tout scénario de gestion permanente de lieu, les répercussions potentielles hors du lieu contaminé doivent être soumises à une gestion inconditionnelle, à moins que toutes les parties concernées ne consentent aux restrictions.

### **3.0 DIRECTIVES DE GESTION POUR LA MISE EN ŒUVRE DU STANDARD PANCANADIEN – NIVEAU 2**

L'organigramme de la figure 3 illustre de façon schématique le processus de mise en œuvre du Niveau 2.

#### **3.1 Évaluation de Niveau 2**

##### ***3.1.1 Collecte de données supplémentaires à l'appui d'ajustements de paramètres propres au lieu***

Au moment d'amorcer le Niveau 2, le promoteur aura entrepris une évaluation qui, à tout le moins, répond aux exigences de base du Niveau 1 et qui fournit suffisamment de données supplémentaires pour appuyer la décision de passer au Niveau 2. Afin de réaliser la synthèse de Niveau 2, qui consiste essentiellement à remplacer certains paramètres propres à un lieu par les hypothèses par défaut du Niveau 1 ou à éliminer les voies d'exposition qui ne s'appliquent pas au lieu, il faut déterminer les paramètres ajustables pertinents et les quantifier adéquatement, puis confirmer les voies d'exposition en cause.

Afin d'optimiser les efforts et les ressources consacrés à la collecte des données à ce stade, les voies d'exposition principales (selon la synthèse de Niveau 1) doivent être définies (se reporter aux tableaux 4 et 5). Les paramètres ajustables au Niveau 2 n'influeront pas sur toutes les voies d'exposition et tous les récepteurs; par conséquent, selon la ou les principales voies d'exposition, il pourrait être indiqué de ne définir qu'un sous-ensemble de paramètres possibles en fonction de chaque lieu.

Il faut cependant souligner que la décision d'apporter des ajustements de Niveau 2 sous-entend de s'engager à améliorer l'exactitude des évaluations de l'exposition et des risques compte tenu des données propres au lieu. Par conséquent, les valeurs de tous les paramètres facilement quantifiables qui influent sur la voie d'exposition principale doivent être déterminées et appliquées même si l'effet d'un ou de plusieurs paramètres, qui auraient été ajustés de façon indépendante, était d'accroître le niveau potentiel d'exposition. Cette directive est particulièrement pertinente pour des paramètres comme la porosité totale du sol et la teneur en eau, qui peuvent avoir des influences opposées, mais qui en pratique sont corrélés dans une certaine mesure.

Les tableaux 6 et 7 énumèrent les principales voies d'exposition liées au Niveau 1 ainsi que les paramètres ajustables correspondants du Niveau 2 qui sont importants pour chaque voie d'exposition. Le tableau 10 regroupe les paramètres (p. ex. hydrologiques, hydrogéologiques) qui doivent être mesurés et ajustés les uns par rapport aux autres ainsi que les voies d'exposition auxquelles chaque groupe s'applique.

De plus amples renseignements sur les paramètres et la méthode recommandée pour les déterminer figurent à l'annexe C. Quelques considérations ayant trait à la détermination de ces paramètres sont présentées ci-après.

### *Propriétés physiques du sol*

Certaines de ces propriétés sont la texture du sol, la fraction de carbone organique, la porosité du sol ou la densité apparente, et la teneur en eau. La texture du sol aura été déterminée à l'étape du Niveau 1; les autres paramètres peuvent être mesurés au Niveau 2 et utilisés pour les ajustements relatifs à ce Niveau. Suffisamment de mesures doivent être prises pour chaque paramètre afin d'établir, pour chaque unité pédologique ou strate, une valeur représentative correspondant à la voie d'exposition principale. Par exemple, la teneur en eau peut varier avec les saisons et peut également être différente sous les bâtiments. Il est donc nécessaire de prendre des mesures qui sont représentatives de conditions stables à long terme et qui conviennent aux sols dont il est question. Tel qu'il a été mentionné précédemment, il est essentiel de comprendre les voies d'exposition et les processus de devenir et de transport qui leurs sont associés afin de déterminer le type de sol dominant de chaque voie d'exposition.

La perméabilité du sol à la vapeur est liée à la texture des sols, à leur porosité et à leur teneur en eau, et elle n'est habituellement donc pas mesurée de façon indépendante. Ce paramètre influence néanmoins sur la voie d'exposition par infiltration de vapeur et il peut donc être avantageux de le déterminer pour chaque lieu. Étant donné que la perméabilité du sol à la vapeur varie en fonction de sa teneur en eau, il faudrait déterminer une valeur stable à long terme pour ce paramètre.

### *Conditions hydrogéologiques*

Les conditions hydrogéologiques comprennent notamment la profondeur de la nappe phréatique, la conductivité hydraulique, le gradient hydraulique et l'alimentation spécifique. Les trois premiers paramètres sont obtenus en étudiant les eaux souterraines d'un lieu en particulier et le dernier, à partir de données locales sur les précipitations, l'évapotranspiration et l'écoulement. Les données de précipitations peuvent être ajustées au Niveau 2 en fonction des données locales; cependant, les données d'évapotranspiration et d'écoulement peuvent être influencées par des facteurs propres au lieu qui ne sont pas nécessairement contrôlables. Bien que l'alimentation puisse être évaluée à l'échelle régionale, il faudra être prudent au moment de la réévaluation, surtout si l'on prévoit que les conditions propres au lieu exerceront une forte influence. Ainsi, un écoulement de surface inhabituellement fort ou faible, causé par la pente de la ligne d'eau, la couverture de sol ou des sols dont la surface est très perméable, pourrait avoir une grande influence sur l'alimentation et faire en sorte de ne pouvoir être utilisé comme principal paramètre ajustable par l'utilisateur. La séparation verticale entre la limite inférieure des sols contaminés et la nappe phréatique, qui est déterminée indirectement grâce à des mesures hydrogéologiques et des mesures de distribution des contaminants, a un rapport direct avec les voies d'exposition liées aux eaux souterraines.

Lorsque le point de conformité est éloigné du lieu contaminé, les paramètres hydrogéologiques doivent être représentatifs des conditions observées tant sur le lieu que le long de la voie de transport des eaux souterraines.

#### *Dimensions du lieu et distances aux récepteurs*

La longueur et la largeur de la source de contamination sont des paramètres ajustables en ce qui concerne la voie d'exposition sol-eaux souterraines. Ces dimensions sont mesurées parallèlement et perpendiculairement à la direction principale de l'écoulement des eaux souterraines. Lorsque la zone contaminée est restreinte par rapport au lieu même, la distance horizontale entre la source de contamination et la limite amont-aval du lieu peut également être déterminée pour chaque lieu. La distance entre la zone contaminée d'un lieu et d'autres récepteurs peut aussi représenter un paramètre ajustable du Niveau 2. Toutefois, les points de conformité établis ailleurs qu'aux limites du lieu ou sur des plans d'eau de surface fixes imposent généralement des restrictions en matière d'utilisation des terrains et de l'eau, et peuvent donc ne pas être acceptés au Niveau 2.

#### *Composition et distribution des contaminants*

Suffisamment de données supplémentaires sur la caractérisation des hydrocarbures pétroliers seront nécessaires pour appuyer les ajustements à apporter à l'étendue ou à la composition de la contamination par les hydrocarbures pétroliers. Les principaux paramètres ajustables sont les dimensions de la source de contamination (abordées ci-dessus) et la profondeur des limites supérieure et inférieure de la zone de sol contaminée. Par conséquent, une délimitation adéquate de la zone de sol contaminée s'impose; l'information ainsi obtenue sera en outre utile dans le cadre du processus décisionnel relatif au Niveau 2. D'autres paramètres ajustables sont liés à la composition des hydrocarbures pétroliers, notamment en ce qui concerne les concentrations relatives des sous-fractions définies par le groupe de travail américain. Cela peut présenter un intérêt pour les mélanges altérés ou d'autres mélanges d'hydrocarbures pétroliers précis, qui sont reconnus comme étant différents du cas par défaut. De plus amples renseignements sur les mesures liées à la composition des contaminants d'un lieu figurent à l'annexe C.

#### *Autres paramètres ajustables par l'utilisateur*

De nombreux autres paramètres exercent une influence, mais ils ne conviennent peut-être pas à des ajustements de Niveau 2 parce qu'ils sont difficiles à mesurer ou qu'il est impossible de les contrôler de façon générale. Ces paramètres sont résumés au tableau 9. Il s'agit entre autres de la distance latérale à un bâtiment (récepteur inhalation), de la profondeur de l'aquifère libre et des caractéristiques du bâtiment (configuration des fondations, présence de fissures, taux d'échange d'air, etc.).

### ***3.1.2 Mesures directes prises dans des milieux pertinents et servant de base aux ajustements de Niveau 2***

Lorsque les valeurs du Niveau 1 sont déterminées au moyen d'une modélisation du transport des hydrocarbures pétroliers, les concentrations mesurées dans les milieux pertinents le long de la voie d'exposition peuvent remplacer les valeurs modélisées afin de caractériser avec précision l'exposition. Même s'il faut, en théorie, encourager une telle approche dans le cadre des Niveaux 2 et 3, la variabilité potentielle de la méthodologie et de la fiabilité des techniques de mesure directe pourrait en rendre la mise en œuvre incohérente. Il est donc nécessaire de déterminer, conjointement avec les autorités, les utilisations possibles des mesures prises aux points d'exposition. S'il existe un cadre réglementaire qui décrit brièvement les utilisations de telles mesures et qui recommande le protocole permettant de les obtenir et de les appliquer d'une manière cohérente et reproductible, il pourrait alors être possible de mettre ces mesures en œuvre au Niveau 2. Une telle méthode peut également être considérée comme une approche de Niveau 3 adaptée au lieu, en particulier lorsqu'il n'existe aucun protocole.

En ce qui concerne les mesures prises aux points d'exposition, les concentrations sont mesurées aux endroits où les valeurs prévues peuvent être remplacées avec méthode et fiabilité, et lorsque le remplacement des valeurs permet de réduire les incertitudes liées à la modélisation. En règle générale, ces endroits se situeront à des points névralgiques ou à proximité de ces points, le long de la voie d'exposition modélisée (les points de partition dans le milieu en question ou les points d'exposition). Par exemple, les mesures directes des concentrations dans les vapeurs du sol ou des concentrations dans les eaux souterraines le long de la voie d'exposition principale pourraient être utilisées.

Les méthodes de détermination des concentrations d'hydrocarbures pétroliers dans les vapeurs du sol et les eaux souterraines sont décrites à l'annexe C. Si les concentrations sont inférieures aux valeurs prévues par modélisation, il faut démontrer par d'autres moyens que les concentrations n'augmenteront pas au fil du temps. D'autres mesures des concentrations prises au fil du temps, de la délimitation de la source ou du panache de l'amont vers l'aval et de paramètres révélateurs de conditions à l'appui du phénomène d'atténuation naturelle peuvent être utilisées; il faut cependant veiller à respecter les exigences de base selon lesquelles les ajustements du Niveau 2 doivent être pratiques, simples et vérifiables. Ces mesures sont examinées en détail à l'annexe C.

### ***3.1.3 Établissement des mesures de référence pour les activités futures de gestion et de surveillance***

La mise en œuvre du Niveau 2 peut supposer une gestion et une surveillance permanentes du lieu contaminé, notamment s'il faut démontrer que les concentrations d'hydrocarbures pétroliers diminuent avec le temps. Dans de tels cas, il est important, lors de l'évaluation de Niveau 2, de veiller à recueillir des données à des endroits pertinents et de s'assurer que les données obtenues constituent des données de référence adéquates. Les séries chronologiques de mesures des paramètres pertinents devraient se limiter aux concentrations d'hydrocarbures pétroliers sous forme de vapeurs dans le sol et dans les eaux souterraines, mais d'autres paramètres pourraient être mesurés pour donner une indication des conditions et des processus associés à l'atténuation naturelle. Ces mesures sont habituellement prises dans des puits de surveillance dont la construction doit être compatible avec le temps de service prévu des installations.

## **3.2 Synthèse de Niveau 2**

### ***3.2.1 Établissement des conditions d'utilisation des terrains et de l'eau, et des scénarios d'ajustement dans le cadre du Niveau 2***

Avant d'amorcer le Niveau 2, les conditions d'utilisation des terrains et de l'eau auront été établies de manière que le lieu puisse être géré selon au moins une des descriptions génériques d'utilisation des terrains et de l'eau. Les ajustements de Niveau 2 seront apportés par rapport aux valeurs du Niveau 1 qui correspondent à l'utilisation déterminée des terrains et de l'eau.

Les voies d'exposition pertinentes qui correspondent aux catégories génériques d'utilisation des terrains et de l'eau seront définies. Elles comprendront entre autres les voies d'exposition principales du Niveau 1 ainsi que toute autre voie d'exposition qui pourrait devenir importante en raison des ajustements de Niveau 2 proposés. Les tableaux 4, 5, 6 et 7 peuvent servir de guide à cet égard.

Les scénarios du Niveau 2 seront établis en tenant compte des voies d'exposition principales, ce qui nécessitera l'ajustement de paramètres et le remplacement de valeurs appropriées en fonction de l'évaluation de Niveau 2. Les substitutions de paramètres proposées ne doivent pas être limitées par les intervalles donnés à titre indicatif dans le présent guide. Il faut néanmoins souligner que les paramètres à remplacer doivent être représentatifs du lieu et que tous les paramètres potentiellement ajustables qui influent sur la voie d'exposition principale et peuvent être déterminés de manière fiable dans le cadre du Niveau 2, doivent être ajustés de façon à refléter les conditions propres au lieu. Les paramètres qui n'ont pas été déterminés en fonction du lieu auront une valeur constante, soit la valeur par défaut utilisée au Niveau 1. **Tel qu'il a été mentionné précédemment, l'option du Niveau 2 vise à rendre l'évaluation de l'exposition plus précise en utilisant des données propres au lieu lorsqu'elles sont disponibles. Par conséquent, s'il existe une valeur propre à un lieu qui s'avère plus représentative pour un paramètre donné, le promoteur est obligé de l'utiliser si l'option du Niveau 2 est choisie, et ce, même si ce paramètre a un effet contraire aux autres paramètres qui ont fait l'objet**

**d'un ajustement.** Il est particulièrement important que les paramètres qui sont interdépendants en pratique soient ajustés de manière à conserver une relation d'interdépendance réaliste.

Le promoteur doit être prêt à justifier le choix des paramètres à ajuster et des valeurs qui leur sont assignées.

### ***3.2.2 Nouveau calcul des objectifs liés à la santé humaine et à l'environnement fondé sur les paramètres propres au lieu***

L'ajustement des objectifs du Niveau 1 suppose de calculer ou de modéliser l'exposition pour chacune des voies d'exposition principales, selon les procédures décrites à l'annexe D. À titre indicatif, l'influence des principaux paramètres ajustables par l'utilisateur sur les valeurs du Niveau 1 a été déterminée en faisant varier chaque paramètre séparément, dans les limites des intervalles précisés au tableau 8. Les résultats de ces ajustements sont présentés aux tableaux D-5 à D-26 inclusivement (annexe D) et résumés aux tableaux 11 et 12. Étant donné qu'en pratique les paramètres ne varieraient pas de façon indépendante, les valeurs ajustées, présentées ici, ne sont peut-être pas représentatives des valeurs du Niveau 2.

Il importe de comprendre, pour tous les ajustements de Niveau 2, les hypothèses émises qui peuvent limiter la fiabilité des prévisions obtenues par modélisation. En particulier, le modèle doit être utilisé de sorte que les prévisions soient prudentes par rapport aux conditions données d'un lieu donné. Par exemple, des travaux récents sur la solution Domenico servant à la modélisation des eaux souterraines (West *et al.*, 2007; Srinivasan *et al.*, 2007) semblent indiquer que les prévisions sur les eaux souterraines ne sont peut-être pas prudentes, particulièrement à de grandes distances de la source de contamination. De même, en ce qui concerne la voie d'exposition par inhalation de vapeurs, des travaux plus récents laissent supposer que l'intervalle des données d'entrée pour les paramètres doit être limité ou que le rapport entre certains paramètres doit être maintenu pour s'assurer que le modèle demeure fiable (Johnson, 2002 et 2005). Il est important d'être conscient de ces préoccupations et de s'assurer que l'échelle des ajustements apportés au modèle est appropriée.

Certaines considérations importantes liées aux ajustements de Niveau 2 sont examinées pour chacune des voies d'exposition dans les paragraphes suivants.

#### *Santé humaine*

##### a) Ingestion de sol

Étant donné que l'algorithme pour l'ingestion de sol qui est utilisé pour déterminer les valeurs du Niveau 1 repose sur l'ingestion directe de sol contaminé par les hydrocarbures pétroliers, il n'existe aucun paramètre de Niveau 2 ajustable, à l'exception peut-être de la composition. Une variation de la composition de chaque fraction, soit une variation des sous-fractions, pourrait avoir un effet minime sur les concentrations permises dans le sol. Cependant, les valeurs du Niveau 1 fondées sur l'ingestion de sol sont beaucoup plus élevées que celles de nombreuses

autres voies d'exposition; il est donc peu probable que ces voies deviennent des voies d'exposition principales.

#### b) Contact avec la peau

Là encore, la composition est le seul paramètre ajustable au Niveau 2. Néanmoins, le contact du sol avec la peau ne constitue pas une voie d'exposition principale au Niveau 2.

#### c) Inhalation de vapeurs

L'inhalation de vapeurs peut être une voie d'exposition principale pour les fractions F1 et F2, particulièrement pour les sols à grains grossiers. Les paramètres ajustables par l'utilisateur qui exercent une influence sont notamment la fraction de carbone organique du sol, la densité apparente/porosité du sol, la teneur en eau et la distance (profondeur) entre le point le plus rapproché des fondations d'un bâtiment habité et la contamination. De plus, la perméabilité du sol à l'air (ou à la vapeur) est importante dans les cas du flux d'advection, mais elle n'est pas généralement mesurée directement. Il faut mentionner que l'influence des paramètres principaux qui régissent le flux de vapeurs (densité apparente/porosité, teneur en eau) est proportionnelle à la profondeur de la contamination. La composition des hydrocarbures pétroliers peut elle aussi avoir une importance.

Aucune contamination par les hydrocarbures pétroliers ne doit être observée à moins de 30 cm des fondations d'un bâtiment habité pour permettre l'application du Niveau 1. Lorsqu'une telle contamination est cependant observée à cette distance, il est nécessaire de procéder à une évaluation de Niveau 3 et d'entreprendre une gestion adaptée à ce Niveau. Le modèle servant à évaluer la voie d'exposition par inhalation de vapeurs ne peut être utilisé de façon fiable lorsque la distance qui sépare la source et le récepteur est petite.

Les paramètres propres à un bâtiment peuvent être différents des valeurs par défaut, mais ils ne sont pas considérés comme des paramètres ajustables au Niveau 2 étant donné que la structure et l'exploitation futures d'un bâtiment ne sont généralement pas du ressort du promoteur ou des autorités.

#### d) Protection de l'eau potable

Les paramètres dominants pour ce qui est de l'écoulement souterrain sont les propriétés hydrogéologiques de la zone saturée (c.-à-d. la conductivité hydraulique et le gradient hydraulique). La fraction de carbone organique du sol est importante lorsqu'il y a partition des hydrocarbures pétroliers dans les eaux souterraines. L'alimentation spécifique, les dimensions de la source et la distance entre la limite inférieure de la zone de sol contaminée et la nappe phréatique influent sur la dilution à la surface libre de la nappe et, si la distance n'est pas nulle, la densité apparente/porosité et la teneur en eau ont également une influence relative. La composition des hydrocarbures pétroliers peut elle aussi avoir une importance.

Au Niveau 1, on considère que le point de conformité se trouve à la limite amont-aval du lieu contaminé. Une distance de séparation horizontale peut être introduite au Niveau 2; elle devient alors un paramètre exerçant une influence. Il faut mentionner que des points de conformité à l'extérieur des limites de la propriété supposent des restrictions en matière d'utilisation des terrains et de l'eau; le sujet est abordé plus en détail dans une section ultérieure.

### *Environnement*

#### e) Protection de la vie aquatique et de l'eau servant à abreuver le bétail

Les considérations exposées ci-dessus en ce qui a trait à l'eau potable s'appliquent également aux voies d'exposition liées à la vie aquatique et à l'abreuvement du bétail. Cependant, l'établissement de restrictions pour les points de conformité est peut-être inutile; il en est d'ailleurs question dans une section ultérieure. Dans certains cas au Niveau 1, la voie d'exposition relative à la vie aquatique est une voie d'exposition principale pour la fraction F2 et elle pourrait l'être dans d'autres situations dans le cadre d'ajustements de Niveau 2. Par ailleurs, il est peu probable que la voie d'exposition concernant l'abreuvement du bétail devienne une voie d'exposition principale.

Lorsque des plans d'eau de surface sont situés à moins de 10 m d'une contamination par les hydrocarbures pétroliers, il est nécessaire de procéder à une évaluation de Niveau 2 ou de Niveau 3 et d'entreprendre une gestion de lieu adaptée au Niveau correspondant.

#### f) Cycle des substances nutritives, contact écologique avec le sol et ingestion de sol par les récepteurs écologiques

Les valeurs du Niveau 1 relatives à la voie d'exposition par contact écologique avec le sol sont fondées sur les effets observés sur les invertébrés du sol et sur des essais de toxicité pour les espèces végétales réalisés avec certains types de sol. À l'heure actuelle, il n'y a pas lieu d'ajuster numériquement les valeurs en fonction du lieu pour ces voies d'exposition dans le cadre du Niveau 2, car des méthodes essentiellement empiriques ont été utilisées. Il est en effet reconnu que les conditions d'un lieu, particulièrement le type de sol, peuvent influencer sur la disponibilité de composés d'hydrocarbures pétroliers pour les différents récepteurs du sol et sur les effets de ces hydrocarbures sur les processus pédologiques; toutefois, on ne dispose pas d'assez de données à l'heure actuelle pour quantifier les effets liés au type de sol et à d'autres variables dans le contexte du cadre de référence d'une synthèse de Niveau 2. Par conséquent, les modifications aux valeurs du Niveau 1, le cas échéant, ne peuvent être apportées qu'en entreprenant le Niveau 3 ou en excluant la voie d'exposition par contact avec le sol (pour les détails, se reporter à la section 3.2.4 du présent guide). On écarte ainsi la possibilité du Niveau 2 comme option de gestion des lieux lorsque le contact écologique avec le sol constitue alors la principale voie d'exposition. Des études sur les indices de biodisponibilité pour la voie d'exposition par contact écologique avec le sol ont été menées récemment et le fait de recueillir de telles données préalablement à l'achèvement de la synthèse de Niveau 3 de cette voie d'exposition pourrait

fournir de précieux renseignements quant à la faisabilité d'une gestion de lieu adaptée au Niveau 3.

Aucune valeur de Niveau 1 n'a encore été établie pour le cycle des substances nutritives et l'ingestion de sol par les récepteurs écologiques.

### ***3.2.3 Prise de mesures directes dans des milieux pertinents pour les ajustements de Niveau 2***

Les valeurs prévues à l'aide des modèles pertinents de devenir et de transport peuvent remplacer les mesures directes, si celles-ci sont prises dans des milieux appropriés en conformité avec la section 3.1.2 et l'annexe C du guide. Voici des exemples de telles mesures : les concentrations d'hydrocarbures pétroliers en phase gazeuse mesurées dans les gaz du sol près de la source de contamination et les concentrations d'hydrocarbures pétroliers dissous mesurées dans les eaux souterraines à la source de contamination ou à proximité, au point de conformité ou à un point intermédiaire le long de la voie de transport latéral.

Bien que l'utilisation de mesures directes soit une procédure technique qui est fonction des données propres à un lieu, l'utilisation de ces mesures au Niveau 2 et celle de paramètres ajustables par l'utilisateur diffèrent quant au calcul des objectifs visant un lieu en particulier. L'établissement d'objectifs en matière de qualité du sol ou d'assainissement repose sur l'utilisation de modèles du devenir et du transport des contaminants. Ces modèles permettent de définir la relation qui existe entre la concentration des hydrocarbures pétroliers dans le sol à la source de contamination et la concentration à laquelle le récepteur est exposé et donc le risque auquel il s'expose. La relation est en fait utilisée pour déterminer la concentration à la source permise ou les objectifs en matière d'assainissement qui correspondent à une concentration cible d'exposition ou un risque cible. L'ajustement des hypothèses servant à la modélisation entraînerait la modification des objectifs d'assainissement pour le même risque cible.

Si les mesures prises aux points d'exposition peuvent contribuer à l'étalonnage des modèles du devenir et du transport des contaminants, elles ne servent habituellement pas à recalculer les objectifs pour le sol. Elles sont plutôt utilisées conjointement avec des modèles simplifiés, dans la plupart des cas, afin de s'assurer que les fortes concentrations à la source ne dépassent pas le niveau de risque cible. Cela suppose une comparaison des mesures prises aux points d'exposition et des concentrations permises aux points de mesure, lesquelles sont rétrocalculées à partir des modèles.

Lorsqu'elles sont permises par les autorités dans le cadre d'une gestion de lieu adaptée au Niveau 2, les mesures directes ou mesures prises aux points d'exposition s'appliquent aux voies d'exposition suivantes.

#### *Inhalation de vapeurs à l'intérieur*

Trois processus principaux régissent la voie d'exposition par inhalation de vapeurs : la partition des hydrocarbures pétroliers dans la phase gazeuse à partir du sol, le transport en phase gazeuse

entre la source de contamination et le sol à proximité des fondations d'un bâtiment, et l'infiltration ou la dilution entre le sol et l'air à l'intérieur du bâtiment. La mesure des concentrations de vapeurs d'hydrocarbures pétroliers peut réduire l'incertitude et la prudence associées aux modèles génériques des deux premiers processus.

La modélisation du processus d'infiltration/de dilution est nécessaire pour établir les concentrations gazeuses d'hydrocarbures pétroliers qui sont permises aux points de mesure dans le but de maintenir le même niveau de risque pour les récepteurs que celui adopté au Niveau 1. Des hypothèses génériques pour les bâtiments doivent cependant quand même être formulées au Niveau 2. D'autres données peuvent être requises pour appuyer l'utilisation de mesures prises aux points d'exposition, notamment la preuve que les concentrations n'augmenteront probablement pas au fil du temps et que les concentrations d'hydrocarbures pétroliers en périphérie des fondations représentent des concentrations typiquement observées sous le plancher des fondations d'un bâtiment ou l'élaboration d'un plan de gestion pour s'assurer que les conditions demeurent acceptables. Il peut également être utile de déterminer la proportion de chaque sous-fraction d'hydrocarbures pétroliers en phase gazeuse en fonction du lieu. De plus, les mesures doivent être prises de manière fiable et cohérente. Par conséquent, des protocoles de mesure doivent être élaborés pour s'assurer de la cohérence de la détermination et de l'utilisation des concentrations gazeuses souterraines.

Il faut mentionner que la mesure des concentrations d'hydrocarbures pétroliers à l'intérieur des bâtiments n'est pas recommandée dans le cadre d'un ajustement de Niveau 2. En raison des concentrations relativement faibles d'hydrocarbures pétroliers à l'intérieur des bâtiments, lesquelles correspondent à des risques acceptables pour la santé humaine, il n'est pas toujours possible de distinguer entre la contribution de la contamination souterraine et celle de sources naturelles d'hydrocarbures pétroliers à l'intérieur et autour des bâtiments aux concentrations observées à l'intérieur des bâtiments.

L'utilisation de cette approche est examinée plus en détail à l'annexe D.

#### *Protection de l'eau potable souterraine et de l'eau servant à abreuver le bétail*

Les valeurs du Niveau 1 visant la protection de l'eau potable souterraine et de l'eau servant à abreuver le bétail sont fondées sur un simple modèle de dilution qui décrit la relation entre les concentrations d'hydrocarbures pétroliers observées dans le sol et celles observées dans les eaux souterraines directement sous le lieu contaminé. On présume que l'utilisateur d'eau souterraine éventuel se trouve à la limite amont-aval de la source de contamination. Les concentrations d'hydrocarbures pétroliers mesurées dans les eaux souterraines à cet endroit peuvent être directement comparées avec les valeurs permises aux points d'exposition, ce qui permet de ne pas avoir à dépendre outre mesure des hypothèses du modèle de dilution.

Lorsque la source d'eau potable ou la source d'eau pour abreuver le bétail se trouve à l'extérieur de la zone contaminée par les hydrocarbures pétroliers, le recours à la modélisation du transport des eaux souterraines est possible afin de tenir compte du transport latéral de la contamination à

partir de la source des hydrocarbures pétroliers jusqu'au point d'utilisation de l'eau (semblable à la modélisation de l'exposition des espèces d'eau douce ci-après). Ce scénario, s'il est autorisé par les autorités au Niveau 2, nécessite l'imposition de restrictions en matière d'utilisation de l'eau et le consentement des parties concernées. Dans ce cas, les mesures d'hydrocarbures pétroliers dites « prises aux points d'exposition dans les eaux souterraines » peuvent être obtenues au point de conformité défini, à la source ou à un point intermédiaire. Dans les deux derniers cas, la modélisation s'impose pour établir des critères de comparaison aux points de mesure qui correspondent aux concentrations d'hydrocarbures pétroliers permises aux points d'utilisation. Étant donné qu'il n'est pas nécessaire de tenir compte de la partition et du transport des contaminants dans la zone non saturée, le modèle peut être remplacé par un simple modèle de transport advection-dispersion (se reporter à l'annexe D pour plus de détails).

Il faudra démontrer que les concentrations dans les eaux souterraines n'augmenteront pas avec le temps ou élaborer un plan de gestion pour s'assurer qu'elles se maintiennent dans les limites acceptables.

#### *Protection des eaux souterraines ou de l'eau de surface assurant la durabilité de la vie aquatique*

Afin de calculer les valeurs du Niveau 1 visant la protection des eaux souterraines pour les espèces d'eau douce, on procède à une modélisation du transport latéral des eaux souterraines en utilisant une distance horizontale par défaut de 10 m; toutefois, cette distance peut être rajustée en fonction du lieu, tel qu'il est expliqué à la section précédente. Tout comme pour le scénario de l'eau potable, les concentrations d'hydrocarbures pétroliers mesurées dans les eaux souterraines à tout point le long des voies de transport peuvent être utilisées pour réduire la dépendance à la modélisation. Si les points de mesure ne correspondent pas aux points d'utilisation, une certaine modélisation s'impose, mais il n'est pas nécessaire de s'occuper des réactions dans la zone non saturée. Ici aussi il faudra démontrer que les concentrations demeurent stables ou diminuent. Le sujet est abordé plus en détail à l'annexe D.

#### **3.2.4 Autres types d'ajustements de Niveau 2**

##### *Élimination de voies d'exposition et de récepteurs*

Un ajustement des seuils du Niveau 1 en fonction du lieu, qui est fondé sur l'absence ou l'élimination de voies d'exposition ou de récepteurs, peut être permis au Niveau 2 dans certaines circonstances. Les principaux points à considérer à cet égard sont de savoir si les conditions pertinentes d'un lieu sont fixes ou stables et si elles peuvent être prédites ou contrôlées d'une manière générale. Dans bien de cas, il faut entreprendre une gestion du lieu ou établir des contrôles administratifs pour faciliter la sélection des voies d'exposition ou des récepteurs au sein d'une utilisation générique donnée des terrains, ce qui exige l'imposition de conditions ou de limites relatives à la fermeture de ce lieu.

Le fait de vérifier les tendances de migration des contaminants hors du lieu contaminé (ou migration hors site dans le modèle de tableur) constitue un exemple de choix d'une voie d'exposition généralement permis dans le cas d'une utilisation industrielle des terrains. La vérification vise à protéger les terrains adjacents plus sensibles des dépôts de poussières ou de sols contaminés par les hydrocarbures pétroliers provenant de l'érosion des terrains commerciaux ou industriels. Si l'utilisation des terrains avoisinants est similaire (c.-à-d. utilisation commerciale ou industrielle), il peut ne pas être nécessaire de tenir compte de cette voie d'exposition.

Un autre exemple selon lequel l'élimination d'une voie d'exposition ou d'un récepteur est permise, sous réserve de la décision stratégique des autorités concernées, est l'exclusion des organismes du sol et des voies d'exposition connexes dans le cas d'une utilisation commerciale ou industrielle des terrains, et ce, pourvu que le lieu soit entièrement pavé ou recouvert et qu'aucune utilisation productive du système du sol ne soit prévue ou requise. Bien que le recouvrement d'un lieu n'élimine peut-être pas la présence d'organismes du sol, il réduit toutefois la nécessité de disposer d'un écosystème du sol fonctionnel. Si des zones aménagées existent ou sont prévues, la voie d'exposition par contact écologique avec le sol demeurera une voie d'exposition active.

D'autres voies d'exposition pourraient être exclues avec la mise en œuvre de mesures ou de contrôles de gestion dans la mesure où l'utilisation de ces contrôles est autorisée au Niveau 2 au sein d'une région en particulier. Certaines autorités peuvent également choisir de définir des utilisations génériques des terrains qui supposent la présence ou l'absence de voies d'exposition ou de récepteurs pertinents s'ils sont appropriés par rapport à l'emplacement géographique, à l'utilisation des terrains à l'échelle locale et aux tendances en matière d'aménagement.

### *Objectifs d'assainissement des sols en profondeur*

Dans certaines circonstances et pour différentes raisons, il peut être opportun de définir des objectifs de recharge pour l'assainissement des sols en profondeur. Comme il est mentionné précédemment, la profondeur de la contamination est un paramètre qui est peut-être ajustable au Niveau 2 et qui a une incidence sur la concentration permise dans le sol en ce qui a trait à la voie d'exposition par inhalation de vapeurs. De plus, la contamination des sols en profondeur peut faire en sorte de restreindre ou de diminuer l'exposition directe des récepteurs humains et écologiques. Par conséquent, ces voies d'exposition directes peuvent ne pas être considérées ou être modifiées.

Dans la version initiale du standard pancanadien relatif aux hydrocarbures pétroliers dans le sol (2001), un ensemble de recommandations génériques a été établi pour le sous-sol, lequel est défini par le CCME comme étant le sol à une profondeur de plus de 1,5 m. Les valeurs pour le sous-sol étaient fondées sur l'exclusion de la voie d'exposition par contact direct (c.-à-d. contact des récepteurs humains) avec le sol, sur la modification de la valeur du contact écologique avec le sol (vu la nécessité moindre d'une fonction écologique du sol) et sur un nouveau calcul de la valeur relative à la voie d'exposition par inhalation de vapeurs qui s'appuyait sur une distance de séparation accrue entre la zone de contamination et les fondations. Des considérations relatives à

la gestion comme le danger d'explosion et la formation de produits libres ont continué de s'appliquer et sont devenues, dans certains cas, des facteurs limitants à l'établissement de valeurs pour le sous-sol.

L'applicabilité de modifications axées sur la profondeur au Niveau 2 dépend des autorités. Dans certains cas, les cadres réglementaires permettent clairement un nettoyage stratifié selon lequel les sols dépassant une certaine profondeur sont soumis à des critères d'assainissement moins rigoureux. Dans d'autres, il est nécessaire d'imposer des restrictions pour maintenir une condition essentielle (p. ex. la profondeur présumée). La pertinence d'un ajustement des valeurs du contact écologique avec le sol en fonction de la profondeur (contrairement à une simple exclusion de la voie d'exposition) a récemment été remise en question. Par conséquent, les valeurs génériques du sous-sol ne sont plus fournies dans le standard pancanadien.

On pourrait continuer d'élaborer des objectifs d'assainissement propres au lieu pour les sols en profondeur, mais la décision de respecter de tels objectifs au Niveau 2 revient à chacune des autorités. Néanmoins, dans le cadre de l'établissement de valeurs axées sur la profondeur, il faut tenir compte des points suivants :

- Les sols de surface (c.-à-d. la couche de sol supérieure de 1,5 m d'épaisseur) sont considérés comme étant accessibles aux récepteurs écologiques par contact direct.
- La voie d'exposition par contact écologique avec le sol peut être éliminée pour les sols à plus de 3 m de profondeur.
- Les objectifs ayant trait aux sols en ce qui concerne les autres voies d'exposition pertinentes (p. ex. l'inhalation de vapeurs) peuvent être recalculés à l'aide des méthodes habituelles du Niveau 2.
- La voie d'exposition par contact direct avec le sol n'a peut-être pas besoin d'être réévaluée. En général, on considère qu'elle s'applique à toutes les profondeurs en raison d'une possibilité d'excavation des sols en profondeur, puis de leur mise en dépôt à la surface.
- Les limites aux fins de la gestion n'ont peut-être pas besoin d'être réévaluées, car elles s'appliquent en tout temps, indépendamment de la profondeur.

Les autorités détermineront l'approche à adopter pour les sols se situant dans l'intervalle de profondeur de 1,5 m à 3 m et toute condition ou restriction nécessaire pour permettre l'application au Niveau 2 des valeurs établies en fonction de la profondeur.

### ***3.2.5 Détermination des limites et restrictions en matière d'utilisation des terrains et de l'eau***

Tel qu'il est mentionné précédemment, le remplacement des données propres à un lieu par certaines hypothèses génériques ayant servi à calculer les objectifs du Niveau 1 pourrait rendre obligatoire la gestion du lieu, laquelle, par ricochet, entraînerait des restrictions en matière d'utilisation des terrains et de l'eau et la nécessité d'obtenir une acceptation réglementaire conditionnelle. Selon un des objectifs énoncés relativement aux ajustements de Niveau 2, ces ajustements doivent favoriser un processus décisionnel clair et cohérent en matière d'utilisation des terrains et de l'eau. Pour cette raison, la plupart des paramètres ajustables par l'utilisateur qui ont été définis sont des paramètres fixes ou stables qui permettraient aux lieux faisant l'objet d'une gestion adaptée au Niveau 2 de s'autogérer sur le fondement d'utilisations génériques des terrains et de l'eau. Toutefois, un certain nombre de variables propres au lieu et ayant une incidence sur l'exposition et, en définitive, sur les objectifs d'assainissement devront être gérées directement. Dans quelle mesure une telle gestion peut être adaptée au Niveau 2 est une décision qui appartient à chaque autorité et qui dépend de son cadre réglementaire concernant les lieux contaminés. Le standard pancanadien relatif aux hydrocarbures pétroliers dans le sol fournit le cadre de travail général pour la fermeture inconditionnelle ou conditionnelle d'un lieu, ou pour l'acceptation réglementaire, au Niveau 2.

Le tableau 13 présente un résumé des paramètres ajustables ou potentiellement ajustables au Niveau 2 ainsi que certains autres facteurs régissant l'exposition, qui peuvent être modifiés au Niveau 3. Les répercussions de chaque paramètre sur les restrictions en matière d'utilisation des terrains et de l'eau, et les impératifs de gestion connexes sont également présentés.

Indépendamment du fait que de telles conditions soient indiquées ou non au Niveau 2, toute restriction en matière d'utilisation des terrains et de l'eau doit obtenir l'assentiment de l'ensemble des parties concernées. Il s'agit notamment du promoteur, des organismes de réglementation, du propriétaire foncier et de toute partie autorisée à utiliser les eaux souterraines ou l'eau de surface potentiellement contaminée. Dans la plupart des cas, l'imposition de restrictions comportera des exigences en matière de notification qui pourraient inclure l'enregistrement du titre foncier et le dépôt d'un plan de gestion des risques accessible au public. Des dispositions en matière de garanties financières pourraient être requises.

### ***3.2.6 Ajustements propres au lieu non indiqués au Niveau 2***

Bien que certains ajustements propres au lieu qui comportent des impératifs de gestion puissent être permis par les autorités au Niveau 2, de nombreux autres ajustements ne seraient pas indiqués au Niveau 2, en aucun cas, et nécessiteraient une gestion de lieu adaptée au Niveau 3. Voici certains de ces ajustements :

- les ajustements de paramètres qui ne répondent pas aux trois exigences de base d'un ajustement de Niveau 2 (les facteurs qui ne peuvent être mesurés ni vérifiés, qui n'appuient pas un processus décisionnel clair et cohérent en matière d'utilisation des terrains et de l'eau, et qui ne peuvent être appliqués de manière simple et directe);

- les ajustements aux caractéristiques des récepteurs humains et écologiques, sauf lorsqu'ils concernent une catégorie supplémentaire d'utilisation générique des terrains qui a été établie par les autorités;
- l'exclusion de voies d'exposition ou de récepteurs sans l'adoption de dispositions de gestion appropriées qui seraient acceptables dans le cadre du Niveau 2;
- le fait de prendre en considération des processus comme la biodégradation et le phénomène d'atténuation naturelle, sauf lorsque ceux-ci peuvent être décrits par des relations prudentes et bien établies, et qu'il a été démontré qu'ils étaient applicables au lieu en particulier, ou sauf lorsqu'ils peuvent être décrits par une atténuation naturelle modérée intégrée dans le modèle de transport des eaux souterraines pour les voies d'exposition liées à la protection de ces eaux.

### **3.3 Décision de Niveau 2**

Le processus décisionnel du Niveau 2, qui consiste en un certain nombre de nœuds de décision, est illustré de façon schématique par l'organigramme présenté dans la moitié inférieure de la figure 3. Le processus et les critères liés à chaque nœud de décision sont expliqués dans les paragraphes suivants.

#### ***3.3.1 Comparaison des conditions et des objectifs définis au Niveau 2***

Initialement, les données sur les hydrocarbures pétroliers recueillies à propos du lieu sont comparées avec les objectifs numériques rajustés, établis au Niveau 2. Si aucun dépassement n'est observé à ce stade, le lieu peut être considéré comme étant en conformité avec le Niveau 2, sous réserve des restrictions en matière d'utilisation des terrains et de l'eau. Si aucune restriction en matière d'utilisation des terrains ou de l'eau n'est requise, aucune autre mesure n'est alors nécessaire. De plus, si aucun dépassement n'est observé, le promoteur s'engage dans un processus décisionnel par lequel il pèse le pour et le contre d'une gestion adaptée au Niveau 2 et d'une gestion adaptée au Niveau 3. Comme il a déjà été expliqué dans le présent guide, il peut être permis, dans certaines circonstances, de soustraire les valeurs de fond des hydrocarbures pétroliers avant de procéder à des comparaisons avec les objectifs du Niveau 2.

#### ***3.3.2 Évaluation de la faisabilité et de la pertinence d'une gestion de lieu adaptée au Niveau 2***

La faisabilité de gestion de lieu pour le Niveau 2 du point de vue pratique et économique est le premier facteur à considérer. Comme dans le cas du Niveau 1, les techniques d'assainissement seront évaluées selon leur capacité pratique et technologique à répondre aux objectifs d'assainissement requis et à respecter les coûts connexes. Si une gestion de lieu adaptée au Niveau 2 est réalisable d'un point de vue pratique et technologique, une décision sera prise en comparant les avantages et les coûts d'une gestion adaptée au Niveau 2 et ceux d'une gestion

adaptée au Niveau 3. Voici certains facteurs à considérer : les coûts d'assainissement à court et à long terme, les avantages et les coûts liés à la productivité retrouvée d'une terre, les obligations financières relatives à une gestion à long terme ainsi que les coûts supplémentaires informatiques, de recherche et de réglementation associés à une gestion de lieu adaptée au Niveau 3. Compte tenu des conditions du lieu en particulier, il faudra en outre déterminer si une gestion de lieu adaptée au Niveau 3 offre des possibilités ou des avantages que ne présentera pas une gestion adaptée au Niveau 2.

Si le promoteur conclut qu'une gestion de lieu adaptée au Niveau 2 est réalisable et rentable, et qu'il choisit de mettre en œuvre ce niveau de gestion, il doit aborder la question des restrictions et des conditions. Si une gestion de lieu adaptée au Niveau 2 est considérée comme étant irréalisable ou inopportune, le promoteur évaluera l'applicabilité d'une gestion adaptée au Niveau 3.

### ***3.3.3 Évaluation des conditions liées à une gestion de lieu adaptée au Niveau 2***

Selon l'examen des hypothèses et des ajustements ayant servi à établir les objectifs du Niveau 2, on évalue la nécessité d'imposer des restrictions en matière d'utilisation des terrains et de l'eau (section 3.2.5). S'il ne s'avère pas nécessaire d'imposer des restrictions, la gestion de lieu adaptée au Niveau 2 est alors considérée comme étant inconditionnelle; ainsi, après vérification ou confirmation, une telle gestion est acceptée de façon inconditionnelle.

Si des restrictions sont indiquées, elles doivent être acceptées par les parties concernées qui peuvent notamment tenir compte de ce qui suit :

- le promoteur doit être disposé à accepter les conditions imposées, y compris leurs effets potentiels sur la valeur de la propriété, et doit s'engager à se soumettre aux impératifs actuels de gestion;
- les propriétaires fonciers concernés doivent comprendre le processus axé sur les risques et consentir à toute restriction en matière d'utilisation des terrains et de l'eau pouvant s'appliquer à leur propriété;
- les organismes de réglementation doivent accepter les objectifs du Niveau 2, s'assurer que les conditions sont conformes au cadre réglementaire de la région, être convaincus qu'une entente avec les parties concernées a été conclue et recommander un mécanisme visant à faire en sorte que les exigences futures en matière de gestion et de notification soient satisfaites.

Si les restrictions en matière d'utilisation des terrains et de l'eau sont acceptables pour toutes les parties concernées, la gestion de lieu adaptée au Niveau 2 sera acceptée conditionnellement, sous réserve d'une vérification ou d'une confirmation des mesures d'assainissement ou de gestion nécessaires. Si les parties concernées jugent les restrictions inacceptables, la gestion de lieu conditionnelle adaptée au Niveau 2 sera refusée. Dans une telle situation, le promoteur doit

aborder les restrictions de l'une des deux façons suivantes. Il peut retourner à une synthèse de Niveau 2 et en restreindre les ajustements à des paramètres qui n'entraîneront pas de restrictions, ce qui mènera ainsi à une acceptation inconditionnelle du Niveau 2. Sinon, il peut souhaiter, si possible, retourner au Niveau 1; la conformité à ce niveau est alors automatiquement inconditionnelle.

### ***3.3.4 Évaluation de la possibilité d'une gestion de lieu adaptée au Niveau 3***

Étant donné le peu de possibilités d'inclure des données propres au lieu au Niveau 2, les paramètres et les hypothèses font peut-être en sorte que le scénario d'exposition du Niveau 2 demeure prudent par rapport aux conditions du lieu. Il existe peut-être d'autres facteurs propres au lieu qui pourraient atténuer l'exposition et permettre d'établir des objectifs d'assainissement moins rigoureux. Dans ce cas, ces facteurs pourraient être incorporés au Niveau 3. Voici des exemples de conditions propres au lieu pouvant atténuer l'exposition qui pourraient être incorporées au Niveau 3 :

- les caractéristiques des récepteurs humains qui sont représentatives d'un lieu et gérables, comme la fréquence d'exposition;
- la configuration et l'emplacement actuels du bâtiment;
- les restrictions limitant l'accès à la population;
- la nature de l'utilisation actuelle de l'eau, l'endroit dont il est question et les perspectives de gestion de l'utilisation future.

Par ailleurs, l'exposition pourrait être atténuée par la mise en œuvre de mesures de gestion conçues pour contrôler l'exposition ou la migration hors du lieu contaminé, comme l'élimination de certaines voies d'exposition au moyen de contrôles artificiels (p. ex. barrières physiques, commandes hydrauliques).

Si on juge que les facteurs propres au lieu ne peuvent atténuer l'exposition ou qu'il est impossible de gérer l'exposition autrement, une gestion de lieu adaptée au Niveau 3 sera considérée comme non viable et le promoteur devra alors adopter une gestion adaptée au Niveau 1 ou au Niveau 2.

Cependant, s'il est possible de diminuer l'exposition grâce à une gestion de lieu adaptée au Niveau 3, le promoteur devra évaluer les coûts, les avantages et les répercussions des restrictions avant de prendre la décision d'aller de l'avant avec une gestion de Niveau 3. Pour un lieu donné, l'évaluation détaillée des risques pour la santé humaine et des risques écologiques est considérablement plus approfondie que les ajustements de Niveau 2 ou l'évaluation préalable des risques en ce qui concerne le processus d'examen, les données requises, les calculs, la modélisation et les examens réglementaires. Par exemple, il faudra probablement établir, dans le cadre de l'évaluation des risques écologiques propres au lieu et associés aux hydrocarbures pétroliers, des données de toxicité particulières aux récepteurs, au type de sol et à la composition des hydrocarbures pétroliers. En général, l'évaluation des risques propres au lieu est un outil puissant et flexible en vue d'élaborer des stratégies de gestion des risques appropriées et efficaces pour les lieux contaminés par les hydrocarbures pétroliers. Le promoteur devra

toutefois s'informer des exigences liées à une telle approche avant de s'engager à adopter une gestion de lieu adaptée au Niveau 3. Il existe différents documents d'orientation qui présentent en détail les exigences liées à une évaluation des risques propres au lieu, lesquelles sont résumées à la section 4 du présent guide.

Si les avantages d'une évaluation des risques propres au lieu et d'une gestion des risques ne l'emportent pas sur les restrictions, les coûts et le fardeau réglementaire, le promoteur retournera à une gestion de lieu adaptée au Niveau 2. Si une gestion de lieu adaptée au Niveau 3 est considérée comme étant avantageuse, toutes les parties concernées doivent évaluer, du moins de façon préliminaire, l'acceptabilité des restrictions et des conditions qui y sont associées avant d'adopter une telle gestion. Des directives relatives aux restrictions et aux autres conditions en matière d'utilisation des terrains et de l'eau sont fournies dans des sections précédentes du présent guide. S'il est peu probable que les parties concernées acceptent les restrictions liées à une gestion de lieu adaptée au Niveau 3, là encore, le promoteur retournera à une gestion adaptée au Niveau 1 ou au Niveau 2.

#### **4.0 DIRECTIVES DE GESTION POUR LA MISE EN ŒUVRE DU STANDARD PANCANADIEN – NIVEAU 3**

Le Niveau 3 comporte la réalisation d'une évaluation des risques propres au lieu et l'élaboration d'un plan de gestion des risques. L'établissement de directives détaillées concernant l'évaluation des risques pour la santé humaine et des risques écologiques dépasse la portée du présent guide. De telles directives figurent dans de nombreux documents à l'appui (p. ex. US EPA, 1989 et 1997a; Santé Canada, 2004a et 2006; CCME, 1996a, 1996b et 2006), et plusieurs provinces ont également élaboré des directives en matière d'évaluation des risques. Les étapes de base sont résumées dans la présente section et illustrées à la figure 4. Les activités techniques du Niveau 3 doivent être menées par des professionnels qualifiés du domaine de l'évaluation des risques pour la santé humaine et des risques écologiques, ce qui comprend notamment la caractérisation des lieux contaminés, la toxicologie, la modélisation du devenir et du transport des contaminants, l'exposition et la gestion des risques.

##### **4.1 Collecte des données pour le Niveau 3**

Les renseignements essentiels à la mise en œuvre du Niveau 3 comprennent notamment des informations permettant de bien caractériser le lieu et les hydrocarbures pétroliers, des données utiles à la modélisation du devenir et du transport des contaminants, des données sur les caractéristiques des récepteurs, des données de toxicité et d'autres renseignements nécessaires à la quantification des risques propres au lieu et à l'établissement d'objectifs d'assainissement.

Les données requises dépendront des voies d'exposition et des récepteurs principaux, de la disponibilité et de l'applicabilité des données pertinentes obtenues auprès d'autres sources (p. ex. des données de toxicité) et des méthodes adoptées pour les calculs liés à l'évaluation des risques (se reporter à la section 4.2.4 pour obtenir une comparaison des méthodes probabilistes et déterministes). L'élaboration d'un protocole détaillé de collecte des données pour le Niveau 3 dépasse la portée du présent guide. Toutefois, le promoteur doit chercher à vérifier, avec un certain degré de confiance, ce qui suit :

- l'ampleur et l'étendue de la contamination par les hydrocarbures pétroliers (selon la fraction d'hydrocarbures pétroliers et, le cas échéant, la sous-fraction);
- les caractéristiques physiques, chimiques et hydrogéologiques du sol et de l'eau souterraine du lieu;
- les caractéristiques du bâtiment, le cas échéant;
- les récepteurs humains et écologiques ainsi que les facteurs d'exposition qui leur sont associés; dans le cas des récepteurs écologiques, il peut être nécessaire de dresser un inventaire complet des espèces présentes avant de déterminer les récepteurs importants;
- les données de toxicité propres au récepteur qui, dans le cas des récepteurs écologiques, pourraient nécessiter des essais de toxicité et, à des niveaux d'évaluation du risque écotoxicologique plus poussés, l'échantillonnage et l'analyse des tissus.

Lorsqu'il est probable qu'une gestion de lieu adaptée au Niveau 3 soit fondée sur le phénomène d'atténuation naturelle, la biodégradation, l'épuisement des sources et d'autres mécanismes de transformation, il faudra obtenir suffisamment de preuves de ces processus et des conditions qui leur sont propices.

De plus, la collecte des données pour le Niveau 3 doit fournir suffisamment de renseignements de base pour la surveillance à long terme des paramètres pertinents dans le cadre d'un scénario de gestion des risques.

## **4.2 Évaluation des risques pour la santé humaine et des risques écologiques propres au lieu**

L'utilisateur doit consulter d'autres ouvrages pour obtenir des directives détaillées concernant l'évaluation des risques pour la santé humaine et des risques écologiques. Les étapes de base d'une évaluation des risques sont néanmoins résumées ci-après.

### ***4.2.1 Énoncé du problème***

L'énoncé du problème consiste en une détermination des contaminants pouvant poser un problème potentiel (soit, dans le cas présent, les hydrocarbures pétroliers, bien que d'autres contaminants puissent être présents et étudiés dans le cadre de l'évaluation des risques). On détermine les récepteurs humains et écologiques potentiels ainsi que les voies d'exposition. Une voie d'exposition complète doit comporter un mécanisme de rejet des produits chimiques dans le milieu de transport, une voie de transport à partir de la source de contamination jusqu'au récepteur et une voie d'absorption à l'endroit où se trouve le récepteur. À ce stade-ci, les voies d'exposition incomplètes peuvent être éliminées en fonction du lieu et les voies d'exposition complètes ou potentiellement complètes sont incorporées dans un modèle conceptuel du lieu qui sert de base aux étapes ultérieures de l'évaluation.

### ***4.2.2 Évaluation de la toxicité/évaluation du danger***

L'évaluation de la toxicité ou évaluation du danger consiste à établir une relation dose-réaction ou une valeur de seuil toxicologique ou fondée sur les effets pour tous les contaminants préoccupants. En règle générale, les valeurs de toxicité des contaminants les plus souvent décelés sont tirées d'ouvrages publiés ou de sources gouvernementales comme Santé Canada (2004b), Environnement Canada et l'Environmental Protection Agency des États-Unis (US EPA). En ce qui concerne l'évaluation des risques pour la santé humaine, les relations dose-réaction sont en général utilisées pour les substances cancérigènes ou les composés sans seuil d'exposition. Pour les hydrocarbures pétroliers, étant donné que les composés cancérigènes comme le benzène sont gérés séparément, les fractions recommandées sont traitées comme des composés avec seuil d'exposition et une dose de référence leur est attribuée. Il s'agit en fait de doses journalières que peuvent recevoir les récepteurs sur une base continue sans s'exposer à des risques sérieux d'effets néfastes. La façon dont sont établies les doses de référence est décrite dans le document de justification scientifique (CCME, 2008).

Dans le cas de l'évaluation des risques écologiques, les données publiées qui sont fondées sur les effets ne sont habituellement disponibles que pour un nombre restreint d'espèces utilisées pour les essais, et ce, en raison de la grande variété des récepteurs potentiels. Les procédures de sélection et d'utilisation des données publiées pour déterminer les doses seuils produisant un effet ou les critères pour différents récepteurs sont présentées par le CCME (1996b et 2006). Dans le cas des hydrocarbures pétroliers, ce processus se complique parce que les contaminants étudiés sont des mélanges. Le document de justification scientifique décrit l'élaboration des critères d'écotoxicité pour les hydrocarbures pétroliers. Pour l'évaluation des risques écologiques propres au lieu ou propres au récepteur, il peut être nécessaire de compléter ces valeurs en consultant d'autres ouvrages et, le cas échéant, en effectuant des essais de toxicité.

#### ***4.2.3 Évaluation de l'exposition***

L'évaluation de l'exposition consiste à établir une relation entre la concentration du contaminant à la source et l'absorption du contaminant par le récepteur ou l'exposition de ce dernier au contaminant, en considérant le devenir et le transport du contaminant ainsi que les caractéristiques comportementales du récepteur. Pour les voies d'exposition directes, l'évaluation de l'exposition suppose de considérer que l'absorption est une fonction directe de la concentration à la source à laquelle est exposé le récepteur. Pour les voies d'exposition indirectes, l'évaluation de l'exposition suppose habituellement de modéliser les mécanismes de devenir et de transport des contaminants, y compris la partition entre plusieurs milieux. Les mesures aux points d'exposition peuvent contribuer à réduire le degré d'incertitude relatif à la modélisation. Les modèles et les algorithmes qu'il est recommandé d'utiliser au Canada pour les voies d'exposition principales sont décrits dans des documents du CCME (1996a, 2006) et de Santé Canada (2004a). Le document de l'American Society for Testing and Materials (ASTM, 1995) présente d'autres méthodes. Les méthodes servant à calculer les valeurs des hydrocarbures pétroliers pour le Niveau 1 sont décrites dans le document de justification scientifique (CCME, 2008) et résumées à l'annexe B. Les données sur les caractéristiques des récepteurs pour la population canadienne ont été compilées par Richardson (1997) et sont résumées par le CCME (2006) et Santé Canada (2004a).

#### ***4.2.4 Caractérisation des risques***

La caractérisation des risques consiste à combiner l'absorption prévue des contaminants préoccupants et les données de toxicité établies en vue d'obtenir une expression du risque. Pour les hydrocarbures pétroliers, les risques pour la santé humaine sont exprimés en indice de risques et les risques écologiques, en coefficient d'exposition. Si les hypothèses émises dans le cadre de l'évaluation des risques sont suffisamment prudentes, le fait d'obtenir des indices de risque ou des coefficients d'exposition inférieurs à un, en fonction de toutes les sources d'exposition, signifie donc que le risque d'effets néfastes est négligeable. En ce qui concerne l'exposition humaine, d'autres sources d'exposition sont prises en considération en assignant un coefficient de pondération du sol (appelé « facteur d'allocation du sol » dans le modèle de tableur; p. ex. 0,2 ou 0,5) aux différentes expositions aux sols contaminés par les hydrocarbures pétroliers. Les

coefficients de pondération du sol utilisés pour calculer les valeurs du Niveau 1 sont décrits dans le document de justification scientifique (CCME, 2008).

Dans le cadre de la caractérisation des risques, le rétrocalcul des concentrations à la source correspondant aux niveaux cibles de risques s'effectue à l'aide des relations établies entre la concentration à la source et les risques. Ainsi, les objectifs d'assainissement axés sur les risques pour un lieu sont établis pour chacune des voies d'exposition et chacun des récepteurs. La principale voie d'exposition est déterminée en fonction de l'objectif applicable le plus faible, qui devient alors le principal objectif du lieu.

L'évaluation des risques propres à un lieu peut être réalisée à l'aide de méthodes déterministes ou probabilistes. Bien que les méthodes déterministes aient servi à établir les valeurs du Niveau 1 pour les hydrocarbures pétroliers et qu'elles soient implicites dans les procédures d'ajustement du Niveau 2, au Canada, on a de plus en plus recours aux méthodes probabilistes pour effectuer des évaluations de risques propres aux lieux, particulièrement en ce qui concerne la santé humaine. Les méthodes probabilistes offrent une méthode logique et défendable permettant de tenir compte de l'incertitude et de la variabilité naturelle des hypothèses clés, comme les conditions du lieu et les caractéristiques des récepteurs. Elles offrent également une perspective qui peut faciliter la prise de décision en matière de gestion des risques du point de vue du niveau de protection ou de prudence. Il faut néanmoins faire preuve de prudence lorsqu'on compare les résultats d'une analyse probabiliste à ceux d'une analyse déterministe étant donné que les différentes méthodes servant à déterminer les hypothèses d'entrée, même parmi les évaluations de risques déterministes, peuvent mener à différents niveaux de protection de la santé humaine et de l'environnement. Les méthodes probabilistes sont examinées plus en détail à l'annexe E.

### **4.3 Élaboration d'un plan d'assainissement ou de gestion des risques et d'un plan de surveillance à long terme**

Les résultats de l'évaluation des risques propres au lieu sont utilisés pour élaborer une stratégie d'assainissement ou de gestion des risques. De façon générale, les options qui s'offrent au promoteur à ce stade, lesquelles comportent toutes certains impératifs de gestion, sont résumées ci-après.

- *Mesures correctives pour les principaux objectifs propres au lieu en matière d'assainissement*

Des mesures correctives à court ou à long terme doivent être prises pour atteindre les objectifs d'assainissement établis relativement à un lieu donné. Il est nécessaire de poser des conditions en matière de restrictions et de gestion afin de s'assurer que les caractéristiques physiques ainsi que celles liées à l'utilisation des terrains et aux récepteurs sont semblables aux caractéristiques présumées dans l'évaluation des risques. Si des techniques correctives sont utilisées à long terme, il faut effectuer une surveillance en permanence afin d'évaluer les progrès des activités d'assainissement et de s'assurer que la contamination qui était présente avant l'achèvement de ces activités n'a aucune répercussion néfaste.

- *Combinaison de la gestion des risques associés aux voies d'exposition principales et des activités d'assainissement*  
En se servant de la gestion des risques pour réduire ou éliminer l'exposition attribuable à la voie d'exposition principale, d'autres voies d'exposition moins importantes peuvent alors régir les objectifs d'assainissement. Il est ainsi possible de réduire les activités et les coûts d'assainissement.
- *Gestion des risques à long terme*  
Dans certaines circonstances, il peut être possible et avantageux de prendre des mesures de gestion des risques, sans prévoir de mesure d'assainissement, afin d'offrir une protection à long terme aux récepteurs et d'éliminer des voies d'exposition. Voici des exemples de telles situations : les installations d'exploitation, les lieux où l'on compte sur une atténuation naturelle à long terme ou ceux où les activités d'assainissement ne peuvent être entreprises en pratique qu'à la fermeture du lieu ou dans le cadre de son réaménagement. Dans ces cas, il est nécessaire d'assurer une surveillance pour veiller à ce que les conditions n'empirent pas avec le temps et à ce que les mesures de gestion des risques soient efficaces.

Dans les cas précédents, particulièrement ceux pour lesquels aucune mesure d'assainissement active n'est envisagée, il faut tenir compte des considérations axées sur la non-toxicité décrites à la section 1.6 (p. ex. les dangers d'explosion, les considérations d'ordre esthétique et l'évitement des produits en phase libre).

## **5.0 ACCEPTATION RÉGLEMENTAIRE**

### **5.1 Exigences de vérification**

Lorsque les activités d'assainissement sont terminées de manière à pouvoir respecter les valeurs établis pour le Niveau 1 ou le Niveau 2, les organismes de réglementation approuvent ou acceptent généralement les mesures d'assainissement sous réserve d'une vérification appropriée ou d'une confirmation. En règle générale, l'approbation ou l'acceptation est accordée au moyen d'un certificat de conformité, d'un certificat de remise en état, d'une lettre d'intention, d'un compte rendu de l'état du lieu ou de tout document semblable, au gré des autorités. Ces approbations peuvent être sans conditions (approbations inconditionnelles) ou, dans certains cas, conditionnelles (voir la section 1.7). Dans tous les cas, le promoteur doit cependant démontrer à l'organisme de réglementation que les valeurs de Niveau 1 ou de Niveau 2 appropriés ont été atteints ou, de façon plus générale, que les objectifs en matière de protection de la santé et de l'environnement ont été atteints.

Cette démonstration peut généralement se faire grâce à un échantillonnage ou à une analyse de confirmation approprié à la méthode d'assainissement, ainsi qu'à de l'information obtenue au cours des évaluations de Niveau 1 et de Niveau 2. Par exemple, l'excavation de terre dont les concentrations d'hydrocarbures pétroliers sont supérieures aux objectifs d'assainissement pertinents serait accompagnée d'une analyse des échantillons prélevés aux limites des travaux d'excavation. Les résultats de l'évaluation de Niveau 1 ou de Niveau 2 donneraient davantage l'assurance que les sols contaminés ont été entièrement délimités. Chacune des autorités peut exiger certaines données aux fins de vérification ou de confirmation des mesures d'assainissement, même si on peut considérer que l'objectif général de l'évaluation de confirmation est identique à celui de l'évaluation de Niveau 1 ou de Niveau 2 du point de vue de la caractérisation ou de la délimitation des hydrocarbures pétroliers. Des exigences semblables en matière de confirmation peuvent être associées à la réalisation de travaux d'assainissement de Niveau 3, bien que l'acceptation relative à ce Niveau soit presque toujours conditionnelle.

Les méthodes de caractérisation, les stratégies d'échantillonnage et les méthodes de détection des hydrocarbures pétroliers sont présentées aux annexes A et C. Certaines autorités peuvent recommander des méthodes et des protocoles précis pour l'évaluation et la vérification, y compris le recours à des méthodes statistiques pour déterminer la conformité dans une strate ou une unité pédologique en particulier (se reporter notamment à BC MOE, 2005).

### **5.2 Exigences en matière de gestion de lieu associées à l'acceptation conditionnelle**

La distinction entre une acceptation inconditionnelle et une acceptation conditionnelle ainsi que les exigences et les conséquences liées à une fermeture conditionnelle aux Niveaux 2 et 3 ont été abordées dans des sections précédentes du présent guide (voir les sections 1.6, 2.3.4 et 3.2.5). Elles sont résumées ci-dessous dans le contexte de l'acceptation réglementaire.

L'acceptation ou la fermeture inconditionnelle est généralement accordée lorsqu'une administration générique de l'utilisation des terrains suffit à faire en sorte que les standards numériques du Niveau 1 ou les valeurs rajustées du Niveau 2 demeurent appropriés à un lieu en particulier. Des conditions peuvent être imposées pour certaines catégories de gestion de lieu qui doivent être soumises à des contrôles afin de s'assurer du maintien des hypothèses ayant servi à l'établissement des objectifs des Niveaux 2 et 3. Ces contrôles peuvent comprendre notamment des systèmes artificiels, qui sont conçus pour limiter l'exposition attribuable à une ou plusieurs voies d'exposition par des moyens physiques comme des barrières, ou des contrôles administratifs, qui visent à limiter l'exposition grâce à des restrictions en matière d'utilisation des terrains et de l'eau.

D'un point de vue réglementaire, tout contrôle artificiel ou administratif sera assorti de plusieurs exigences :

- des dispositions doivent être prises pour permettre au promoteur de maintenir en bon état et d'exploiter les systèmes artificiels aussi longtemps que nécessaire pour qu'ils remplissent leur fonction et maintiennent les risques pour la santé humaine et l'environnement à des niveaux acceptables;
- le promoteur ou son successeur doit s'assurer que le lieu répondra aux exigences en matière d'utilisation générique des terrains ou, qu'en fin de compte, il aura une telle utilisation après avoir fait l'objet de travaux d'assainissement. Dans certains cas, les autorités imposeront à cette fin des exigences en matière de garanties financières;
- tous les contrôles qui occasionnent des restrictions en matière d'utilisation des terrains ou de l'eau doivent avoir reçu l'accord de toutes les parties concernées, notamment le promoteur, les autorités, le propriétaire foncier et toute partie autorisée à utiliser de l'eau ou un terrain potentiellement contaminé;
- un mécanisme doit être en place pour veiller à aviser les parties concernées actuelles et futures des conditions, des contrôles et des exigences de gestion.

Les mécanismes qui permettent aux autorités d'imposer ces exigences dépendent du cadre réglementaire prévu pour les lieux contaminés et des politiques connexes de gestion des risques de chacune des autorités.

## 6.0 RÉFÉRENCES

- [AENV] Alberta Environment. 2001. Risk Management Guidelines for Petroleum Storage Tank Sites. Science and Standards Division. Octobre 2001.
- [ASTM] American Society for Testing and Materials. 1995. Standard Guide for Risk-Based Corrective Action Applied at Petroleum Release Sites. E 1739-95.
- [BC Environment] British Columbia. Ministry of Environment. 1996. Overview of CSST Procedures for the Derivation of Soil Quality Matrix Standards for Contaminated Sites. Risk Assessment Unit, Environmental Protection Department. Accès : [http://www.env.gov.bc.ca/epd/remediation/standards\\_criteria/standards/overview\\_of\\_csst.htm](http://www.env.gov.bc.ca/epd/remediation/standards_criteria/standards/overview_of_csst.htm) [consulté en mars 2006].
- [BC MOE] British Columbia Ministry of Environment. 2005. Technical Guidance on Contaminated Sites. Accès : <http://www.env.gov.bc.ca/epd/remediation/guidance/index.htm>. [consulté en mars 2006].
- [CCME] Conseil canadien des ministres de l'Environnement. 1994. Manuel d'évaluation de la subsurface des lieux contaminés. Programme national d'assainissement des lieux contaminés. Rapport du CCME : EPC-NCSR-48F. N° de publication : 1145. Accès : [http://www.ccme.ca/assets/pdf/pn\\_1145\\_fr.pdf](http://www.ccme.ca/assets/pdf/pn_1145_fr.pdf)
- [CCME] Conseil canadien des ministres de l'Environnement. 1996a. Protocole d'élaboration de recommandations pour la qualité des sols en fonction de l'environnement et de la santé humaine. Rapport du CCME : EPC-101F. Accès : <http://www.ccme.ca/publications/publicationarchives.fr.html#430>
- [CCME] Conseil canadien des ministres de l'Environnement. 1996b. Cadre pour l'évaluation du risque écotoxicologique : Orientation générale. Programme national d'assainissement des lieux contaminés. En 108-4/10-1996F, ISBN 0-662-81017-1. N° de publication : 1196. Accès : [http://www.ccme.ca/assets/pdf/pn\\_1196\\_fr.pdf](http://www.ccme.ca/assets/pdf/pn_1196_fr.pdf)
- [CCME] Conseil canadien des ministres de l'Environnement. 2001. Méthode de référence pour le standard pancanadien relatif aux hydrocarbures pétroliers dans le sol : méthode du Niveau 1. ISBN 1-896997-01-5. N° de publication : 1310. Accès : [http://www.ccme.ca/assets/pdf/final\\_phc\\_method\\_rvsd\\_f.pdf](http://www.ccme.ca/assets/pdf/final_phc_method_rvsd_f.pdf)
- [CCME] Conseil canadien des ministres de l'Environnement. 2003. Standard pancanadien relatif aux hydrocarbures pétroliers : modèle de tableur. Accès : [http://www.ccme.ca/ourwork/soil.fr.html?category\\_id=43](http://www.ccme.ca/ourwork/soil.fr.html?category_id=43) [consulté en mars 2006].
- [CCME] Conseil canadien des ministres de l'Environnement. 2006. Protocole d'élaboration de recommandations pour la qualité des sols en fonction de l'environnement et de la santé humaine. ISBN-10 1-896997-46-5 PDF, ISBN-13 978-1-896997-46-9 PDF. N° de publication : 1333. Accès : [http://www.ccme.ca/assets/pdf/sg\\_protocol\\_1333\\_f.pdf](http://www.ccme.ca/assets/pdf/sg_protocol_1333_f.pdf)
- [CCME] Conseil canadien des ministres de l'Environnement. 2008. Canada Wide Standard for Petroleum Hydrocarbons in Soil: Scientific Rationale. ISBN 978-1-896997-77-3 PDF. N° de publication : 1399. Accès : [http://www.ccme.ca/ourwork/soil.fr.html?category\\_id=43#301](http://www.ccme.ca/ourwork/soil.fr.html?category_id=43#301)
- Domenico, P.A. 1987. An analytical model for multidimensional transport of a decaying contaminant species. *Journal of Hydrology* 91:49-58.
- Edwards, D.A., Androit, M.D., Amoruso, M.A., Tummey, A.C., Bevan, C.J., Tveit, A., Hayes, L.A., Youngren, S.H., Nakles, D.V. 1997. Development of Fraction Specific Reference Doses (RfDs) and Reference Concentrations (RfCs) for Total Petroleum Hydrocarbons (TPH). Volume 4 of the Total Petroleum Hydrocarbon Criteria Working Group Series. Amherst (MA) : Amherst Scientific Publishers. 137 p.
- Environnement Canada. 2002. Normales et moyennes climatiques au Canada 1971-2000. Accès : [http://www.climate.weatheroffice.ec.gc.ca/climate\\_normals/index\\_f.html](http://www.climate.weatheroffice.ec.gc.ca/climate_normals/index_f.html) [consulté en mars 2006].
- Golder Associates. 2004. Soil Vapour Intrusion Guidance for Health Canada Screening Level Risk Assessment (SLRA). Rapport de l'entrepreneur préparé pour Santé Canada, Burnaby (C.-B.). Ébauche.
- Gustafson, J.G., Tell, J.G., Orem, D. 1997. Selection of Representative TPH Fractions Based on Fate and Transport Considerations. Volume 3 of the Total Petroleum Hydrocarbon Criteria Working Group Series. Amherst (MA) : Amherst Scientific Publishers. 102 p.
- Johnson, P.C., Ettinger, R.A. 1991. Heuristic model for predicting the intrusion rate of contaminant vapors into buildings. *Environ. Sci. Technol.* 25:1445-1452.
- Johnson, P.C. 2002. Identification of Critical Parameters for the Johnson and Ettinger (1991) Vapour Intrusion Model, API Technical Bulletin #17.

- Johnson, P.C. 2005. Identification of application-specific critical inputs for the 1991 Johnson and Ettinger vapor intrusion algorithm. *Groundwater Monitoring & Remediation* 25(1):63-78.
- [MEEO] Ministère de l'Environnement et de l'Énergie de l'Ontario. 1996. Guidance on Sampling and Analytical Methods for Use at Contaminated Sites in Ontario. Version 1.1. Direction de l'élaboration des normes. Décembre 1996.
- Richardson, G.M. 1996. Deterministic versus Probabilistic Risk Assessment: Strengths and Weaknesses in a Regulatory Context. *Hum Ecol Risk Assess* 2(1):44-54.
- Richardson, G.M. 1997. Compendium of Canadian Human Exposure Factors for Risk Assessment. Ottawa (Ont.) : O'Connor Associates Environmental Inc.
- Santé Canada. 2004a. L'évaluation du risque pour les lieux contaminés fédéraux au Canada – Partie I : L'évaluation quantitative préliminaire des risques (ÉQPR) pour la santé humaine. Services d'évaluation de la santé environnementale, Programme de la sécurité des milieux.
- Santé Canada. 2004b. L'évaluation du risque pour les lieux contaminés fédéraux au Canada – Partie II : Les valeurs toxicologiques de référence (VTR) de Santé Canada. Services d'évaluation de la santé environnementale, Programme de la sécurité des milieux.
- Santé Canada. 2006. Federal Contaminated Site Risk Assessment in Canada, Part V: Guidance on Complex Site-Specific Human Health Risk Assessment of Chemicals (SSRA<sub>Chem</sub>). Rapport de l'entrepreneur préparé par Meridian Environmental Inc. Ébauche.
- Srinivasan, V., Clement, T.P., Lee, K.K. 2007. Domenico Solution—Is it valid? *Ground Water* 45(2):136-146.
- [US EPA] United States Environmental Protection Agency. 1989. Risk Assessment Guidance for Superfund - Volume 1 - Human Health Evaluation Manual (Part A). Washington (DC) : Office of Emergency and Remedial Response. EPA/540/1-89/002. Interim Final. Décembre 1999.
- [US EPA] United States Environmental Protection Agency. 1997a. Ecological Risk Assessment Guidance for Superfund: Process for Designing and Conducting Ecological Risk Assessments. Office of Solid Waste and Emergency Response. EPA 540-R-97-006. Interim Final.
- [US EPA] United States Environmental Protection Agency. 1997b. Field Methods for the Analysis of Petroleum Hydrocarbons. *In*: Expedited Site Assessment Tools for Underground Storage Tank Sites: A Guide for Regulators (Chapter 6). EPA 510-B-97-001.
- [US EPA] United States Environmental Protection Agency. 1997c. User's Guide for the Johnson and Ettinger (1991) Model for Subsurface Vapor Intrusion Into Buildings. Document préparé par Environmental Quality Management, Inc. Office of Emergency and Remedial Response. Septembre 1997.
- [US EPA] United States Environmental Protection Agency. 2001. Risk Assessment Guidance for Superfund: Volume III – Part A, Process for Conducting Probabilistic Risk Assessment. Office of Emergency and Remedial Response. EPA 540-R-02-002.
- [US EPA] United States Environmental Protection Agency. 2003. User's Guide for Evaluating Subsurface Vapor Intrusion Into Buildings. Document rédigé par Environmental Quality Management Inc. pour l'Office of Emergency and Remedial Response, Washington, DC.
- West, M.R., Kueper, B.H., Unga, M.J. 2007. On the use and error of approximation in the Domenico (1987) solution. *Ground Water* 45(2):126-135.

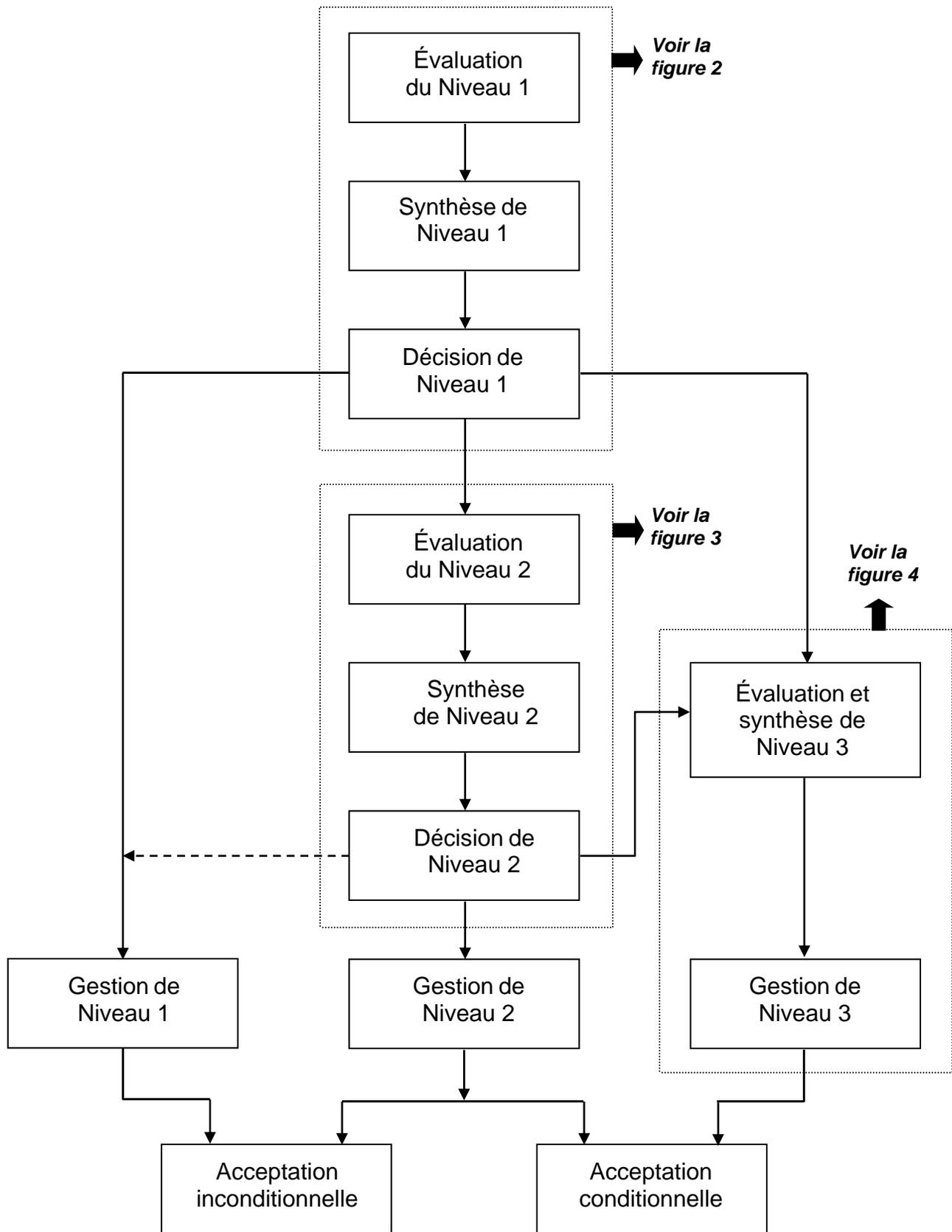
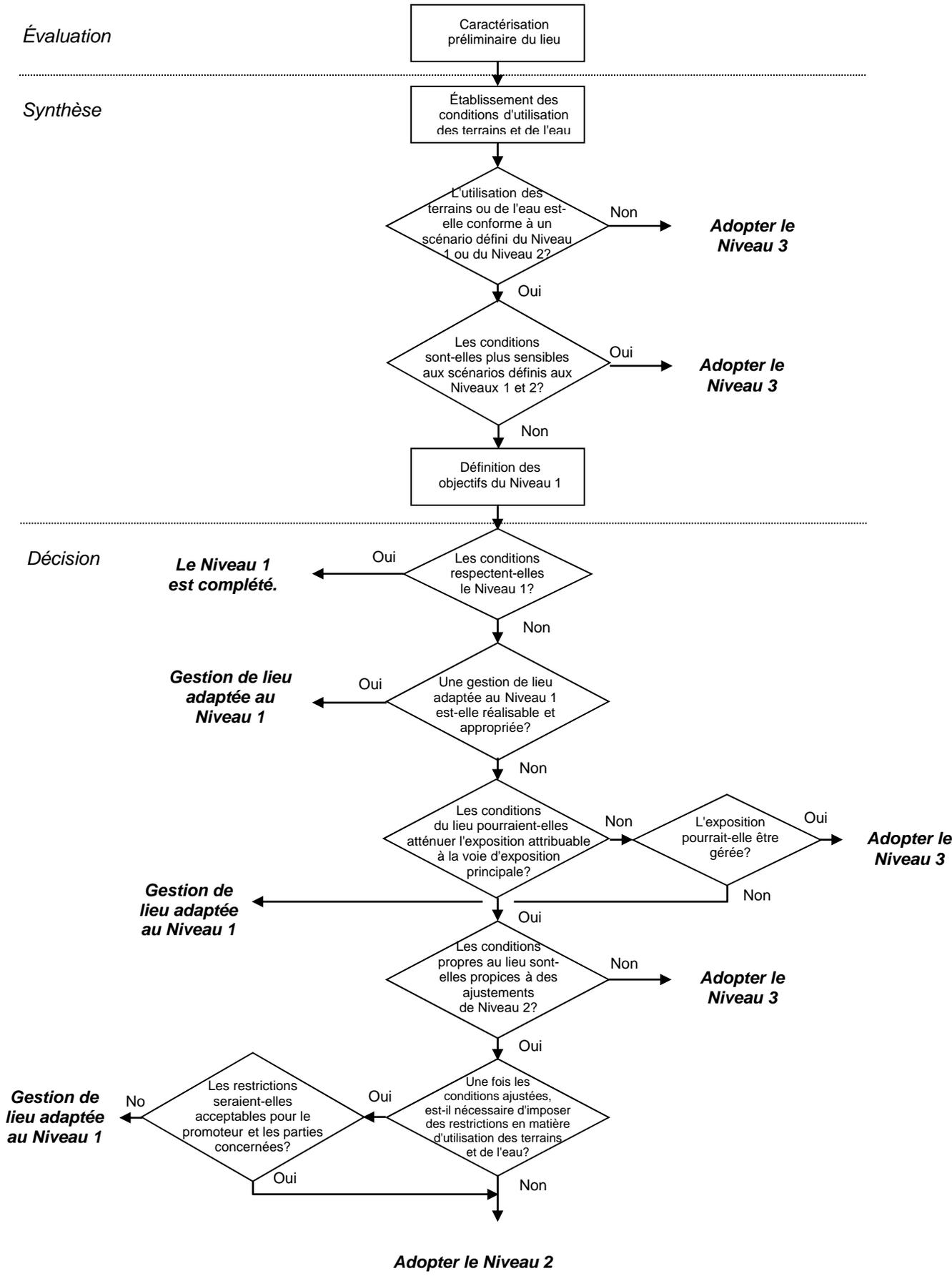


Figure 1 : Cadre de mise en œuvre du standard pancanadien relatif aux hydrocarbures pétroliers dans le sol



**Figure 2 : Organigramme développé – Niveau 1**

Évaluation

Synthèse

Décision

Adopter le Niveau 1

Gestion de lieu adaptée au Niveau 2 (inconditionnelle)

Gestion de lieu adaptée au Niveau 2 (conditionnelle)

Adopter le Niveau 3

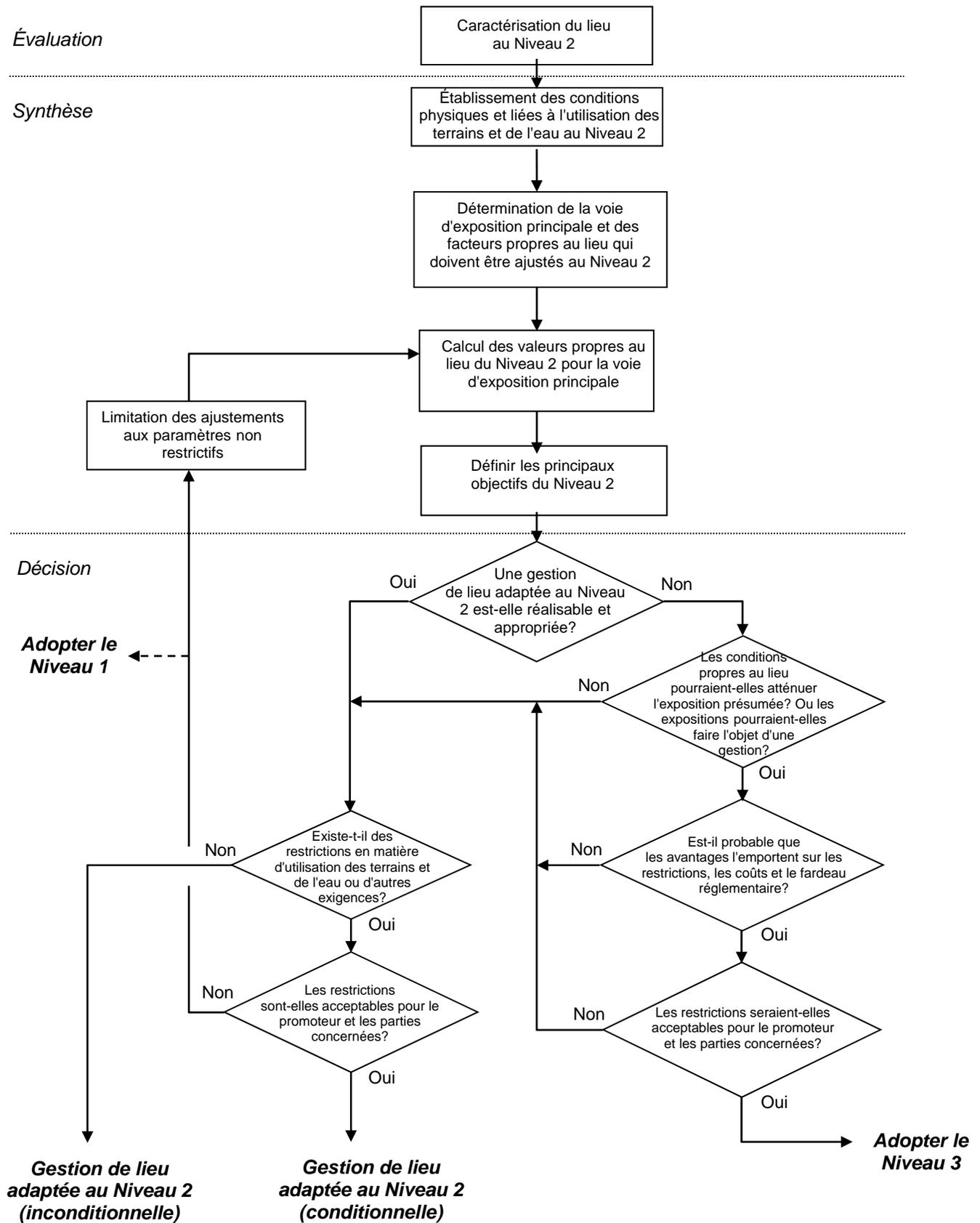
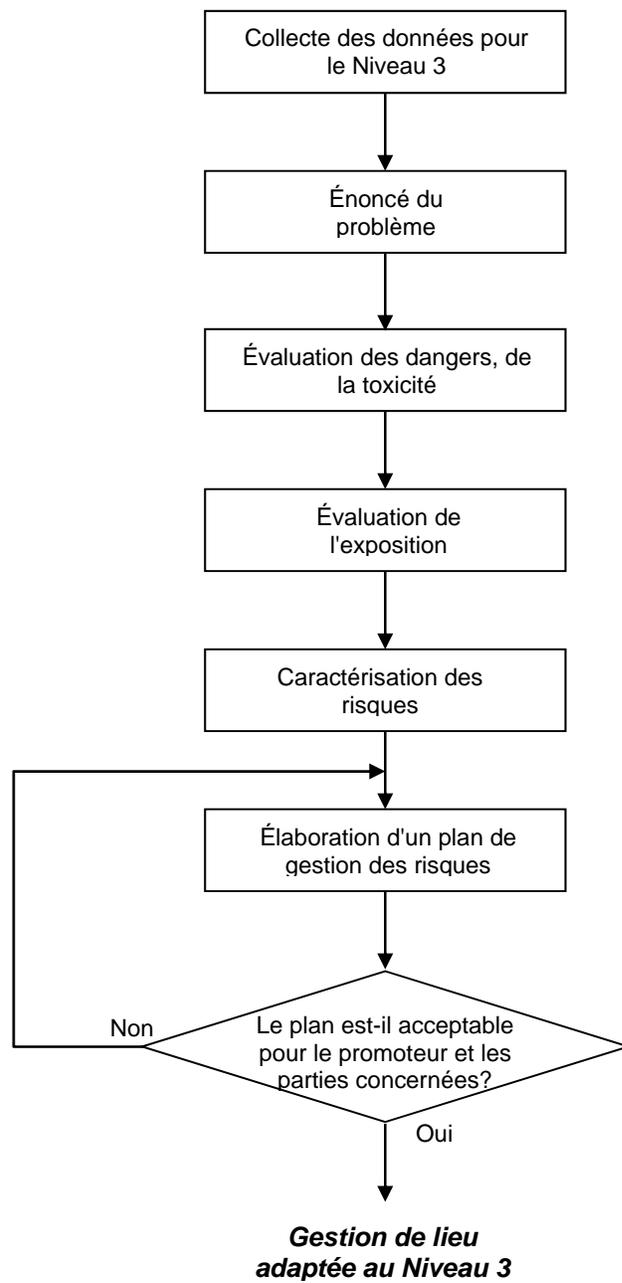


Figure 3 : Organigramme développé – Niveau 2



**Figure 4 : Organigramme développé – Niveau 3**

# TABLEAUX

**TABLEAU 1**

**UTILISATIONS DES TERRAINS, RÉCEPTEURS CLÉS ET VOIES D'EXPOSITION**

| Voie d'exposition  | Utilisation agricole  | Utilisation résidentielle/parc  | Utilisation commerciale   | Utilisation industrielle   |
|--|---|---|---|--|
| Contact avec le sol  | Cycle des substances nutritives <sup>e</sup><br>Invertébrés du sol<br>Plantes cultivées<br>Bétail/faune <sup>b</sup><br>Être humain (tout-petit) <sup>a</sup> | Cycle des substances nutritives <sup>e</sup><br>Invertébrés<br>Plantes<br>Faune <sup>b</sup><br>Être humain (tout-petit) <sup>a</sup> | Cycle des substances nutritives <sup>e</sup><br>Invertébrés<br>Plantes<br>Faune <sup>b</sup><br>Être humain (tout-petit) <sup>a</sup> | Cycle des substances nutritives <sup>e</sup><br>Invertébrés<br>Plantes<br>Être humain (adulte) |
| Ingestion de sol et d'aliments   | Herbivores <sup>d</sup><br>Être humain (tout-petit) <sup>a</sup>  | (faune) <sup>b</sup><br>Être humain (tout-petit) <sup>a</sup>   | (faune) <sup>b</sup><br>Être humain (tout-petit) <sup>a</sup>   | (faune) <sup>b</sup><br>Être humain (adulte)   |
| Eau souterraine/<br>eau de surface                                     | Vie aquatique/abreuvement du bétail<br>Être humain (tout-petit) <sup>a</sup>  | Vie aquatique<br>Être humain (tout-petit) <sup>a</sup>  | Vie aquatique<br>Être humain (tout-petit) <sup>a</sup>  | Vie aquatique<br>Être humain (adulte)  |
| Pénétration de vapeurs à l'intérieur                                   | Être humain (tout-petit) <sup>a,c</sup>   | Être humain (tout-petit) <sup>a</sup>   | Être humain (tout-petit) <sup>a</sup>   | Être humain (adulte)   |
| Fruits et légumes frais, viandes et lait produits sur place            | Être humain (tout-petit) <sup>a,f</sup>   | Être humain (tout-petit) <sup>a,f</sup><br>• Fruits et légumes frais seulement  |   |  |
| Migration de poussières et de particules de sol hors du lieu contaminé |   |   | Être humain /milieu naturel <sup>d</sup>  | Être humain/milieu naturel <sup>d</sup>  |

a – Santé Canada entend par tout-petit un enfant âgé de 7 mois à 4 ans. Ce groupe d'âge est généralement exposé à la dose la plus importante par unité de poids corporel et représente donc un récepteur déterminant aux fins de l'évaluation des risques pour la santé humaine et de l'élaboration de recommandations relatives aux utilisations des terrains qui peuvent être fréquentes.

b – Les données sur l'ingestion et le contact avec la peau relatives à la faune et au bétail peuvent être particulièrement importantes en ce qui concerne les hydrocarbures pétroliers (p. ex. le mazoutage des plumes, même si cet aspect devrait être abordé lors de l'évaluation initiale visant entre autres à déterminer la présence de liquides non aqueux), mais il est peu probable qu'il y ait suffisamment de données pour élaborer des recommandations qui tiennent compte de cette voie d'exposition.

c – Un site agricole peut comprendre une maison de ferme. Sous réserve de la politique d'une administration, la voie d'exposition par pénétration de vapeurs à l'intérieur peut être exclue s'il n'y a aucune résidence à moins de 30 m de la contamination ou aucune possibilité qu'une résidence soit bâtie à une telle distance dans le futur.

d – La migration de poussières et de particules de sol hors du lieu contaminé repose sur la voie d'exposition la plus sensible pour les propriétés environnantes.

e – L'intention du CCME est de prendre en considération le cycle des substances nutritives, le cycle de l'énergie et, pour les terres agricoles, l'ingestion d'aliments par l'être humain et l'ingestion d'aliments et de sol par les herbivores. Toutefois, les données disponibles ne suffisent pas pour le moment à permettre de calculer les niveaux quantitatifs de sol pour ces voies d'exposition.

f – Dans la plupart des cas, on ne s'attend pas à une bioaccumulation d'hydrocarbures pétroliers à de fortes concentrations dans les fruits et légumes frais, la viande et le lait, bien qu'on observe une bioaccumulation de quelques hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) dans une certaine mesure; à l'heure actuelle, les données disponibles sont insuffisantes pour évaluer de façon générale cette voie d'exposition.

**TABLEAU 2**  
**CONCENTRATIONS D'HYDROCARBURES PÉTROLIERS (mg/kg de sol) SELON LA VOIE**  
**D'EXPOSITION, ÉTABLIES POUR LE 1<sup>ER</sup> VOLET ET POUR LES SOLS DE SURFACE À**  
**GRAINS GROSSIERS**

| Utilisation des terrains   | Voies d'exposition   | F1  | F2                                      | F3                                      | F4                     |      |
|--|--|---|---|---|------------------------|------|
|  |  | (C <sub>6</sub> -C <sub>10</sub> )                | (C <sub>&gt;10</sub> -C <sub>16</sub> ) | (C <sub>&gt;16</sub> -C <sub>34</sub> ) | (C <sub>&gt;34</sub> ) |      |
| Agricole   | Contact direct (ingestion + contact avec la peau)                  | 12 000  | 6 800                                   | 15 000                                  | 21 000                 |      |
|  | Inhalation de vapeurs (intérieur, sous-sol)                        | 40  | 190                                     | s.o.                                    | s.o.                   |      |
|  | Inhalation de vapeurs (intérieur, dalle sur terre-plein)           | 30  | 150                                     | s.o.                                    | s.o.                   |      |
|  | Protection de l'eau souterraine potable                            | 240   | 320                                     | s.o.                                    | s.o.                   |      |
|  | Protection de l'eau souterraine pour la vie aquatique <sup>a</sup> | 970   | 380                                     | s.o.                                    | s.o.                   |      |
|  | Protection de l'eau souterraine pour l'abreuvement du bétail       | 5 300   | 14 000                                  | s.o.                                    | s.o.                   |      |
|  | Cycle des substances nutritives                                    | NC  | NC                                      | NC                                      | NC                     |      |
|  | Contact écologique avec le sol                                     | 210   | 150                                     | 300                                     | 2 800                  |      |
|  | Ingestion de sol – écologique                                      | NC  | NC                                      | NC                                      | NC                     |      |
|  | Consommation de fruits et de légumes frais, de viande et de lait   | NC  | NC                                      | NC                                      | NC                     |      |
|  | Limites aux fins de la gestion <sup>b</sup>                        | 700   | 1 000                                   | 2 500                                   | 10 000                 |      |
| Résidentielle  | Contact direct (ingestion + contact avec la peau)                  | 12 000  | 6 800                                   | 15 000                                  | 21 000                 |      |
|  | Inhalation de vapeurs (intérieur, sous-sol)                        | 40  | 190                                     | s.o.                                    | s.o.                   |      |
|  | Inhalation de vapeurs (intérieur, dalle sur terre-plein)           | 30  | 150                                     | s.o.                                    | s.o.                   |      |
|  | Protection de l'eau souterraine potable                            | 240   | 320                                     | s.o.                                    | s.o.                   |      |
|  | Protection de l'eau souterraine pour la vie aquatique <sup>a</sup> | 970   | 380                                     | s.o.                                    | s.o.                   |      |
|  | Cycle des substances nutritives                                    | NC  | NC                                      | NC                                      | NC                     |      |
|  | Contact écologique avec le sol                                     | 210   | 150                                     | 300                                     | 2 800                  |      |
|  | Consommation de fruits et de légumes frais                         | NC  | NC                                      | NC                                      | NC                     |      |
|  | Limites aux fins de la gestion <sup>b</sup>                        | 700   | 1 000                                   | 2 500                                   | 10 000                 |      |
|  | Commerciale  | Contact direct (ingestion + contact avec la peau) | 19 000                                  | 10 000                                  | 23 000                 | RES  |
|  |  | Inhalation de vapeurs (intérieur)                 | 320                                     | 1 700                                   | s.o.                   | s.o. |
| Protection de l'eau souterraine potable                            |  | 240   | 320                                     | s.o.                                    | s.o.                   |      |
| Protection de l'eau souterraine pour la vie aquatique <sup>a</sup> |  | 970   | 380                                     | NC                                      | NC                     |      |
| Cycle des substances nutritives                                    |  | NC  | NC                                      | NC                                      | NC                     |      |
| Contact écologique avec le sol                                     |  | 320   | 260                                     | 1 700                                   | 3 300                  |      |
| Migration hors du lieu contaminé                                   |  | s.o.  | s.o.                                    | 4 300                                   | RES                    |      |
| Limites aux fins de la gestion <sup>b</sup>                        |  | 700   | 1 000                                   | 3 500                                   | 10 000                 |      |
| Industrielle   |  | Contact direct (ingestion + contact avec la peau) | RES                                     | RES                                     | RES                    | RES  |
|  | Inhalation de vapeurs (intérieur)                                  | 320   | 1 700                                   | s.o.                                    | s.o.                   |      |
|  | Protection de l'eau souterraine potable                            | 240   | 320                                     | s.o.                                    | s.o.                   |      |
|  | Protection de l'eau souterraine pour la vie aquatique <sup>a</sup> | 970   | 380                                     | NC                                      | NC                     |      |
|  | Cycle des substances nutritives                                    | NC  | NC                                      | NC                                      | NC                     |      |

|   |      |       |       |        |
|---|------|-------|-------|--------|
| Contact écologique avec le sol              | 320  | 260   | 1 700 | 3 300  |
| Migration hors du lieu contaminé            | s.o. | s.o.  | 4 300 | RES    |
| Limites aux fins de la gestion <sup>b</sup> | 700  | 1 000 | 3 500 | 10 000 |

s.o. – Sans objet. La valeur calculée est supérieure à 1 000 000 mg/kg ou la voie d'exposition est exclue.

RES – Formation d'hydrocarbures pétroliers résiduels. La valeur calculée est supérieure à 30 000 mg/kg et à la limite de solubilité pour la fraction d'hydrocarbures pétroliers.

NC – Non calculé. Données insuffisantes pour effectuer le calcul.

a – On suppose que le plan d'eau de surface est à 10 m du lieu.

b – Comprend d'autres considérations comme la formation de substances en phase libre, les dangers d'explosion et les effets sur l'infrastructure enfouie.

**TABLEAU 3**

**CONCENTRATIONS D'HYDROCARBURES PÉTROLIERS (mg/kg de sol) SELON LA VOIE D'EXPOSITION, ÉTABLIES POUR LE 1<sup>ER</sup> VOLET ET POUR LES SOLS DE SURFACE À GRAINS FINS**

| Utilisation des terrains   | Voies d'exposition   | F1  | F2                                      | F3                                      | F4                     |      |
|--|--|---|---|---|------------------------|------|
|  |  | (C <sub>6</sub> -C <sub>10</sub> )                | (C <sub>&gt;10</sub> -C <sub>16</sub> ) | (C <sub>&gt;16</sub> -C <sub>34</sub> ) | (C <sub>&gt;34</sub> ) |      |
| Agricole   | Contact direct (ingestion + contact avec la peau)                  | 12 000  | 6 800                                   | 15 000                                  | 21 000                 |      |
|  | Inhalation de vapeurs (intérieur, sous-sol)                        | 710   | 3 600                                   | s.o.                                    | s.o.                   |      |
|  | Inhalation de vapeurs (intérieur, dalle sur terre-plein)           | 610   | 3 100                                   | s.o.                                    | s.o.                   |      |
|  | Protection de l'eau souterraine potable                            | 170   | 230                                     | s.o.                                    | s.o.                   |      |
|  | Protection de l'eau souterraine pour la vie aquatique <sup>a</sup> | RES   | RES                                     | s.o.                                    | s.o.                   |      |
|  | Protection de l'eau souterraine pour l'abreuvement du bétail       | 4 200   | 10 000                                  | s.o.                                    | s.o.                   |      |
|  | Cycle des substances nutritives                                    | NC  | NC                                      | NC                                      | NC                     |      |
|  | Contact écologique avec le sol                                     | 210   | 150                                     | 1 300                                   | 5 600                  |      |
|  | Ingestion de sol – écologique                                      | NC  | NC                                      | NC                                      | NC                     |      |
|  | Consommation de fruits et de légumes frais, de viande et de lait   | NC  | NC                                      | NC                                      | NC                     |      |
|  | Limites aux fins de la gestion <sup>b</sup>                        | 800   | 1 000                                   | 3 500                                   | 10 000                 |      |
| Résidentielle  | Contact direct (ingestion + contact avec la peau)                  | 12 000  | 6 800                                   | 15 000                                  | 21 000                 |      |
|  | Inhalation de vapeurs (intérieur, sous-sol)                        | 710   | 3 600                                   | s.o.                                    | s.o.                   |      |
|  | Inhalation de vapeurs (intérieur, dalle sur terre-plein)           | 610   | 3 100                                   | s.o.                                    | s.o.                   |      |
|  | Protection de l'eau souterraine potable                            | 170   | 230                                     | s.o.                                    | s.o.                   |      |
|  | Protection de l'eau souterraine pour la vie aquatique <sup>a</sup> | RES   | RES                                     | s.o.                                    | s.o.                   |      |
|  | Cycle des substances nutritives                                    | NC  | NC                                      | NC                                      | NC                     |      |
|  | Contact écologique avec le sol                                     | 210   | 150                                     | 1 300                                   | 5 600                  |      |
|  | Consommation de fruits et de légumes frais                         | NC  | NC                                      | NC                                      | NC                     |      |
|  | Limites aux fins de la gestion <sup>b</sup>                        | 800   | 1 000                                   | 3 500                                   | 10 000                 |      |
|  | Commerciale  | Contact direct (ingestion + contact avec la peau) | 19 000                                  | 10 000                                  | 23 000                 | RES  |
|  |  | Inhalation de vapeurs (intérieur)                 | 4 600                                   | 23 000                                  | s.o.                   | s.o. |
| Protection de l'eau souterraine potable                            |  | 170   | 230                                     | s.o.                                    | s.o.                   |      |
| Protection de l'eau souterraine pour la vie aquatique <sup>a</sup> |  | RES   | RES                                     | s.o.                                    | s.o.                   |      |
| Cycle des substances nutritives                                    |  | NC  | NC                                      | NC                                      | NC                     |      |
| Contact écologique avec le sol                                     |  | 320   | 260                                     | 2 500                                   | 6 600                  |      |
| Migration hors du lieu contaminé                                   |  | s.o.  | s.o.                                    | 19 000                                  | RES                    |      |
| Limites aux fins de la gestion <sup>b</sup>                        |  | 800   | 1 000                                   | 5 000                                   | 10 000                 |      |
| Industrielle   | Contact direct (ingestion + contact avec la peau)                  | RES   | RES                                     | RES                                     | RES                    |      |
|  | Inhalation de vapeurs (intérieur)                                  | 4 600   | 23 000                                  | s.o.                                    | s.o.                   |      |
|  | Protection de l'eau souterraine potable                            | 170   | 230                                     | s.o.                                    | s.o.                   |      |
|  | Protection de l'eau souterraine pour la vie aquatique <sup>a</sup> | RES   | RES                                     | s.o.                                    | s.o.                   |      |
|  | Cycle des substances nutritives                                    | NC  | NC                                      | NC                                      | NC                     |      |

|   |      |       |        |        |
|---|------|-------|--------|--------|
| Contact écologique avec le sol              | 320  | 260   | 2 500  | 6 600  |
| Migration hors du lieu contaminé            | s.o. | s.o.  | 19 000 | RES    |
| Limites aux fins de la gestion <sup>b</sup> | 800  | 1 000 | 5 000  | 10 000 |

s.o. – Sans objet. La valeur calculée est supérieure à 1 000 000 mg/kg ou la voie d'exposition est exclue.

RES – Formation d'hydrocarbures pétroliers résiduels. La valeur calculée est supérieure à 30 000 mg/kg et à la limite de solubilité pour la fraction d'hydrocarbures pétroliers.

NC – Non calculé. Données insuffisantes pour effectuer le calcul.

a – On suppose que le plan d'eau de surface est à 10 m du lieu.

b – Comprend d'autres considérations comme la formation de substances en phase libre, les dangers d'explosion et les effets sur l'infrastructure enfouie.

**TABLEAU 4**

**PRINCIPALES VOIES D'EXPOSITION AU 1<sup>er</sup> VOLET POUR LES SOLS À GRAINS GROSSIERS<sup>a</sup>**

| <b>UTILISATION DES TERRAINS</b> | <b>F1 (C<sub>6</sub>-C<sub>10</sub>)</b>   | <b>F2 (C<sub>&gt;10</sub>-C<sub>16</sub>)</b>  | <b>F3 (C<sub>&gt;16</sub>-C<sub>34</sub>)</b>  | <b>F4 (C<sub>&gt;34</sub>)</b>  |
|---------------------------------|--|--|--|---|
| Agricole                        | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Inhalation de vapeurs</li> <li>2. Contact écologique avec le sol</li> <li>3. Protection de l'eau souterraine potable</li> <li>4. Limites aux fins de la gestion</li> <li>5. Protection de l'eau souterraine pour la vie aquatique</li> <li>6. Protection de l'eau souterraine pour le bétail</li> <li>7. Contact direct</li> </ol> | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Contact écologique avec le sol</li> <li>2. Inhalation de vapeurs</li> <li>3. Protection de l'eau souterraine potable</li> <li>4. Protection de l'eau souterraine pour la vie aquatique</li> <li>5. Limites aux fins de la gestion</li> <li>7. Contact direct</li> <li>6. Protection de l'eau souterraine pour le bétail</li> </ol> | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Contact écologique avec le sol</li> <li>2. Limites aux fins de la gestion</li> <li>3. Contact direct</li> </ol>  | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Contact écologique avec le sol</li> <li>2. Limites aux fins de la gestion</li> <li>3. Contact direct</li> </ol> |
| Résidentielle                   | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Inhalation de vapeurs</li> <li>2. Contact écologique avec le sol</li> <li>3. Protection de l'eau souterraine potable</li> <li>4. Limites aux fins de la gestion</li> <li>5. Protection de l'eau souterraine pour la vie aquatique</li> <li>6. Contact direct</li> </ol>  | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Contact écologique avec le sol</li> <li>2. Inhalation de vapeurs</li> <li>3. Protection de l'eau souterraine potable</li> <li>4. Protection de l'eau souterraine pour la vie aquatique</li> <li>5. Limites aux fins de la gestion</li> <li>6. Contact direct</li> </ol>  | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Contact écologique avec le sol</li> <li>2. Limites aux fins de la gestion</li> <li>3. Contact direct</li> </ol>  | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Contact écologique avec le sol</li> <li>2. Limites aux fins de la gestion</li> <li>3. Contact direct</li> </ol> |
| Commerciale                     | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Protection de l'eau souterraine potable</li> <li>2. Contact écologique avec le sol</li> <li>3. Inhalation de vapeurs</li> <li>4. Limites aux fins de la gestion</li> <li>5. Protection de l'eau souterraine pour la vie aquatique</li> <li>6. Contact direct</li> </ol>  | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Contact écologique avec le sol</li> <li>2. Protection de l'eau souterraine potable</li> <li>3. Protection de l'eau souterraine pour la vie aquatique</li> <li>4. Limites aux fins de la gestion</li> <li>5. Inhalation de vapeurs</li> <li>6. Contact direct</li> </ol>  | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Contact écologique avec le sol</li> <li>2. Limites aux fins de la gestion</li> <li>3. Migration hors du lieu contaminé</li> <li>4. Contact direct</li> </ol> | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Contact écologique avec le sol</li> <li>2. Limites aux fins de la gestion</li> </ol>                            |
| Industrielle                    | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Protection de l'eau souterraine potable</li> <li>2. Contact écologique avec le sol</li> <li>3. Inhalation de vapeurs</li> <li>4. Limites aux fins de la gestion</li> <li>5. Protection de l'eau souterraine pour la vie aquatique</li> </ol>   | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Contact écologique avec le sol</li> <li>2. Protection de l'eau souterraine potable</li> <li>3. Protection de l'eau souterraine pour la vie aquatique</li> <li>4. Limites aux fins de la gestion</li> <li>5. Inhalation de vapeurs</li> </ol>   | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Contact écologique avec le sol</li> <li>2. Limites aux fins de la gestion</li> <li>3. Migration hors du lieu contaminé</li> </ol>                            | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Contact écologique avec le sol</li> <li>2. Limites aux fins de la gestion</li> </ol>                            |

a – Les voies d'exposition sont classées selon les niveaux propres au lieu au 1<sup>er</sup> volet (du plus faible au plus élevé); celles dont les niveaux sont « RES » ou « s.o. » sont exclues.

**TABLEAU 5**

**PRINCIPALES VOIES D'EXPOSITION AU 1<sup>er</sup> VOLET POUR LES SOLS À GRAINS FINS<sup>a</sup>**

| <b>UTILISATION DES TERRAINS</b> | <b>F1 (C<sub>6</sub>-C<sub>10</sub>)</b>   | <b>F2 (C<sub>&gt;10</sub>-C<sub>16</sub>)</b>  | <b>F3 (C<sub>&gt;16</sub>-C<sub>34</sub>)</b>  | <b>F4 (C<sub>&gt;34</sub>)</b>  |
|---------------------------------|--|--|--|---|
| Agricole                        | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Protection de l'eau souterraine potable</li> <li>2. Contact écologique avec le sol</li> <li>3. Inhalation de vapeurs</li> <li>4. Limites aux fins de la gestion</li> <li>5. Protection de l'eau souterraine pour le bétail</li> <li>6. Contact direct</li> </ol> | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Contact écologique avec le sol</li> <li>2. Protection de l'eau souterraine potable</li> <li>3. Limites aux fins de la gestion</li> <li>4. Inhalation de vapeurs</li> <li>5. Contact direct</li> <li>6. Protection de l'eau souterraine pour le bétail</li> </ol> | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Contact écologique avec le sol</li> <li>2. Limites aux fins de la gestion</li> <li>3. Contact direct</li> </ol>  | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Contact écologique avec le sol</li> <li>2. Limites aux fins de la gestion</li> <li>3. Contact direct</li> </ol> |
| Résidentielle                   | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Protection de l'eau souterraine potable</li> <li>2. Contact écologique avec le sol</li> <li>3. Inhalation de vapeurs</li> <li>4. Limites aux fins de la gestion</li> <li>5. Contact direct</li> </ol>  | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Contact écologique avec le sol</li> <li>2. Protection de l'eau souterraine potable</li> <li>3. Limites aux fins de la gestion</li> <li>4. Inhalation de vapeurs</li> <li>5. Contact direct</li> </ol>  | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Contact écologique avec le sol</li> <li>2. Limites aux fins de la gestion</li> <li>3. Contact direct</li> </ol>  | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Contact écologique avec le sol</li> <li>2. Limites aux fins de la gestion</li> <li>3. Contact direct</li> </ol> |
| Commerciale                     | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Protection de l'eau souterraine potable</li> <li>2. Contact écologique avec le sol</li> <li>3. Limites aux fins de la gestion</li> <li>4. Inhalation de vapeurs</li> <li>5. Contact direct</li> </ol>  | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Protection de l'eau souterraine potable</li> <li>2. Contact écologique avec le sol</li> <li>3. Limites aux fins de la gestion</li> <li>4. Contact direct</li> <li>5. Inhalation de vapeurs</li> </ol>  | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Contact écologique avec le sol</li> <li>2. Limites aux fins de la gestion</li> <li>3. Migration hors du lieu contaminé</li> <li>4. Contact direct</li> </ol> | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Contact écologique avec le sol</li> <li>2. Limites aux fins de la gestion</li> </ol>                            |
| Industrielle                    | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Protection de l'eau souterraine potable</li> <li>2. Contact écologique avec le sol</li> <li>3. Limites aux fins de la gestion</li> <li>4. Inhalation de vapeurs</li> </ol>   | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Protection de l'eau souterraine potable</li> <li>2. Contact écologique avec le sol</li> <li>3. Limites aux fins de la gestion</li> <li>4. Inhalation de vapeurs</li> </ol>   | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Contact écologique avec le sol</li> <li>2. Limites aux fins de la gestion</li> <li>3. Migration hors du lieu contaminé</li> </ol>                            | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Contact écologique avec le sol</li> <li>2. Limites aux fins de la gestion</li> </ol>                            |

a – Les voies d'exposition sont classées selon les niveaux propres au lieu au 1<sup>er</sup> volet (du plus faible au plus élevé); celles dont les niveaux sont « RES » ou « s.o. » sont exclues.

**TABLEAU 6**  
**INFLUENCE DES PRINCIPAUX PARAMÈTRES AJUSTABLES AU 2<sup>e</sup> VOLET SUR LES VOIES D'EXPOSITION**  
**SOLS À GRAINS GROSSIERS**

| Utilisation des terrains | Voie d'exposition ou récepteur                | PARAMÈTRE                       |                      |                          |                               |                          |                         |                      |                       |   |  |                                      | Autres commentaires |     |
|--------------------------|---|---------------------------------|----------------------|--------------------------|-------------------------------|--------------------------|-------------------------|----------------------|-----------------------|---|--|--------------------------------------|---------------------|-----|
|                          |   | Perméabilité du sol à la vapeur | Teneur en eau du sol | Densité apparente du sol | Fraction de carbone organique | Conductivité hydraulique | Alimentation spécifique | Gradient hydraulique | Longueur de la source | Profondeur de la contamination <sup>f</sup> | Profondeur de l'eau souterraine <sup>e</sup> | Distance aux récepteurs <sup>b</sup> |                     |     |
| Agricole                 | Exposition directe                            | -                               | -                    | -                        | -                             | -                        | -                       | -                    | -                     | -   | -  | -                                    | -                   | a   |
|                          | Eau potable                                   | -                               | -                    | O                        | XX                            | Xc                       | OO                      | Xc                   | O                     | -   | -  | -                                    | -                   |     |
|                          | Inhalation de vapeurs (dalle sur terre-plein) | OO                              | XX                   | X                        | XX                            | -                        | -                       | -                    | -                     | XX  | -  | -                                    | -                   |     |
|                          | Inhalation de vapeurs (sous-sol)              | OO                              | XX                   | X                        | XX                            | -                        | -                       | -                    | -                     | -   | -  | -                                    | -                   |     |
|                          | Vie aquatique                                 | -                               | X                    | X                        | XX                            | OO                       | OO                      | OO                   | O                     | -   | -  | XX                                   | -                   |     |
|                          | Bétail  | -                               | O                    | O                        | XX                            | XX                       | OO                      | XX                   | O                     | -   | -  | XX                                   | -                   | a   |
|                          | Contact écologique avec le sol                | -                               | -                    | -                        | -                             | -                        | -                       | -                    | -                     | -   | -  | -                                    | -                   | d   |
| Niveau de gestion        | -   | -                               | -                    | -                        | -                             | -                        | -                       | -                    | -                     | -   | -  | -                                    | d                   |     |
| Résidentielle            | Exposition directe                            | -                               | -                    | -                        | -                             | -                        | -                       | -                    | -                     | -   | -  | -                                    | -                   | a   |
|                          | Eau potable                                   | -                               | -                    | O                        | XX                            | Xc                       | OO                      | Xc                   | O                     | -   | -  | -                                    | -                   |     |
|                          | Inhalation de vapeurs (dalle sur terre-plein) | OO                              | XX                   | X                        | XX                            | -                        | -                       | -                    | -                     | XX  | -  | -                                    | -                   |     |
|                          | Inhalation de vapeurs (sous-sol)              | OO                              | XX                   | X                        | XX                            | -                        | -                       | -                    | -                     | -   | -  | -                                    | -                   |     |
|                          | Vie aquatique                                 | -                               | X                    | X                        | XX                            | OO                       | OO                      | OO                   | O                     | -   | -  | XX                                   | -                   |     |
|                          | Contact écologique avec le sol                | -                               | -                    | -                        | -                             | -                        | -                       | -                    | -                     | -   | -  | -                                    | -                   | d   |
|                          | Niveau de gestion                             | -                               | -                    | -                        | -                             | -                        | -                       | -                    | -                     | -   | -  | -                                    | -                   | d   |
| Commerciale              | Exposition directe                            | -                               | -                    | -                        | -                             | -                        | -                       | -                    | -                     | -   | -  | -                                    | -                   | a   |
|                          | Eau potable                                   | -                               | -                    | O                        | XX                            | Xc                       | OO                      | Xc                   | O                     | XX  | -  | -                                    | -                   |     |
|                          | Inhalation de vapeurs (dalle sur terre-plein) | OO                              | X                    | X                        | XX                            | -                        | -                       | -                    | -                     | -   | -  | -                                    | -                   |     |
|                          | Vie aquatique                                 | -                               | X                    | X                        | XX                            | OO                       | OO                      | OO                   | O                     | -   | -  | XX                                   | -                   |     |
|                          | Contact écologique avec le sol                | -                               | -                    | -                        | -                             | -                        | -                       | -                    | -                     | -   | -  | -                                    | -                   | d   |
|                          | Niveau de gestion                             | -                               | -                    | -                        | -                             | -                        | -                       | -                    | -                     | -   | -  | -                                    | -                   | d   |
|                          | Migration hors du lieu contaminé              | -                               | -                    | -                        | -                             | -                        | -                       | -                    | -                     | -   | -  | -                                    | -                   | a,g |
| Industrielle             | Exposition directe                            | -                               | -                    | -                        | -                             | -                        | -                       | -                    | -                     | -   | -  | -                                    | -                   | a   |
|                          | Eau potable                                   | -                               | -                    | O                        | XX                            | Xc                       | OO                      | Xc                   | O                     | XX  | -  | -                                    | -                   |     |
|                          | Inhalation de vapeurs (dalle sur terre-plein) | OO                              | X                    | X                        | XX                            | -                        | -                       | -                    | -                     | -   | -  | -                                    | -                   |     |
|                          | Vie aquatique                                 | -                               | X                    | X                        | XX                            | OO                       | OO                      | OO                   | O                     | -   | -  | XX                                   | -                   |     |
|                          | Contact écologique avec le sol                | -                               | -                    | -                        | -                             | -                        | -                       | -                    | -                     | -   | -  | -                                    | -                   | d   |
|                          | Niveau de gestion                             | -                               | -                    | -                        | -                             | -                        | -                       | -                    | -                     | -   | -  | -                                    | -                   | d   |
|                          | Migration hors du lieu contaminé              | -                               | -                    | -                        | -                             | -                        | -                       | -                    | -                     | -   | -  | -                                    | -                   | a,g |

- XX Très grande influence; le fait d'augmenter la valeur du paramètre fait augmenter le niveau du 2<sup>e</sup> volet.
- X Influence quelconque; le fait d'augmenter la valeur du paramètre fait augmenter le niveau du 2<sup>e</sup> volet.
- OO Très grande influence; le fait d'augmenter la valeur du paramètre fait diminuer le niveau du 2<sup>e</sup> volet.
- O Influence quelconque; le fait d'augmenter la valeur du paramètre fait diminuer le niveau du 2<sup>e</sup> volet.
- Aucune influence.
- a La voie d'exposition ne sera habituellement pas déterminante.
- b La distance peut entraîner des restrictions en matière d'utilisation des terrains et de l'eau.
- c Influence importante si le transport latéral est pris en considération.
- d Données disponibles insuffisantes pour des modifications au 2<sup>e</sup> volet.
- e Le paramètre n'a une influence importante que si la migration dans la zone non saturée a lieu.
- f Le paramètre n'a une influence importante que si la contamination est observée à une profondeur supérieure à celle de la dalle sur terre-plein ou du sous-sol.
- g Est fonction de la principale voie d'exposition des terrains à vocation résidentielle.

**TABLEAU 7**  
**INFLUENCE DES PRINCIPAUX PARAMÈTRES AJUSTABLES AU 2<sup>e</sup> VOLET SUR LES VOIES D'EXPOSITION**  
**SOLS À GRAINS FINS**

| Utilisation des terrains | Voie d'exposition ou récepteur                | PARAMÈTRE                       |                      |                          |                               |                          |                         |                      |                       |   |  |                                      | Autres commentaires |     |
|--------------------------|---|---------------------------------|----------------------|--------------------------|-------------------------------|--------------------------|-------------------------|----------------------|-----------------------|---|--|--------------------------------------|---------------------|-----|
|                          |   | Perméabilité du sol à la vapeur | Teneur en eau du sol | Densité apparente du sol | Fraction de carbone organique | Conductivité hydraulique | Alimentation spécifique | Gradient hydraulique | Longueur de la source | Profondeur de la contamination <sup>f</sup> | Profondeur de l'eau souterraine <sup>e</sup> | Distance aux récepteurs <sup>b</sup> |                     |     |
| Agricole                 | Exposition directe                            | -                               | -                    | -                        | -                             | -                        | -                       | -                    | -                     | -   | -  | -                                    | -                   | a   |
|                          | Eau potable                                   | -                               | -                    | -                        | XX                            | XX                       | Oc                      | XX                   | Oc                    | -   | -  | -                                    | -                   | -   |
|                          | Inhalation de vapeurs (dalle sur terre-plein) | OO                              | O                    | X                        | XX                            | -                        | -                       | -                    | -                     | X   | -  | -                                    | -                   | -   |
|                          | Inhalation de vapeurs (sous-sol)              | OO                              | O                    | X                        | XX                            | -                        | -                       | -                    | -                     | -   | -  | -                                    | -                   | -   |
|                          | Vie aquatique                                 | -                               | -                    | -                        | XX                            | -                        | -                       | OO                   | -                     | -   | -  | XX                                   | -                   | a   |
|                          | Bétail  | -                               | O                    | O                        | XX                            | XX                       | OO                      | XX                   | OO                    | -   | -  | XX                                   | -                   | a   |
|                          | Contact écologique avec le sol                | -                               | -                    | -                        | -                             | -                        | -                       | -                    | -                     | -   | -  | -                                    | -                   | d   |
| Niveau de gestion        | -   | -                               | -                    | -                        | -                             | -                        | -                       | -                    | -                     | -   | -  | -                                    | d                   |     |
| Résidentielle            | Exposition directe                            | -                               | -                    | -                        | -                             | -                        | -                       | -                    | -                     | -   | -  | -                                    | -                   | a   |
|                          | Eau potable                                   | -                               | -                    | -                        | XX                            | XX                       | O                       | XX                   | O                     | -   | -  | -                                    | -                   | -   |
|                          | Inhalation de vapeurs (dalle sur terre-plein) | OO                              | O                    | X                        | XX                            | -                        | -                       | -                    | -                     | X   | -  | -                                    | -                   | -   |
|                          | Inhalation de vapeurs (sous-sol)              | OO                              | O                    | X                        | XX                            | -                        | -                       | -                    | -                     | -   | -  | -                                    | -                   | -   |
|                          | Vie aquatique                                 | -                               | -                    | -                        | XX                            | -                        | -                       | OO                   | -                     | -   | -  | XX                                   | -                   | a   |
|                          | Contact écologique avec le sol                | -                               | -                    | -                        | -                             | -                        | -                       | -                    | -                     | -   | -  | -                                    | -                   | d   |
|                          | Niveau de gestion                             | -                               | -                    | -                        | -                             | -                        | -                       | -                    | -                     | -   | -  | -                                    | -                   | d   |
| Commerciale              | Exposition directe                            | -                               | -                    | -                        | -                             | -                        | -                       | -                    | -                     | -   | -  | -                                    | -                   | a   |
|                          | Eau potable                                   | -                               | -                    | -                        | XX                            | XX                       | O                       | XX                   | O                     | -   | -  | -                                    | -                   | -   |
|                          | Inhalation de vapeurs (dalle sur terre-plein) | OO                              | O/X                  | X                        | XX                            | -                        | -                       | -                    | -                     | X   | -  | -                                    | -                   | -   |
|                          | Vie aquatique                                 | -                               | -                    | -                        | XX                            | -                        | -                       | OO                   | -                     | -   | -  | XX                                   | -                   | a   |
|                          | Contact écologique avec le sol                | -                               | -                    | -                        | -                             | -                        | -                       | -                    | -                     | -   | -  | -                                    | -                   | d   |
|                          | Niveau de gestion                             | -                               | -                    | -                        | -                             | -                        | -                       | -                    | -                     | -   | -  | -                                    | -                   | d   |
|                          | Migration hors du lieu contaminé              | -                               | -                    | -                        | -                             | -                        | -                       | -                    | -                     | -   | -  | -                                    | -                   | a,g |
| Industrielle             | Exposition directe                            | -                               | -                    | -                        | -                             | -                        | -                       | -                    | -                     | -   | -  | -                                    | -                   | a   |
|                          | Eau potable                                   | -                               | -                    | -                        | XX                            | XX                       | O                       | XX                   | O                     | -   | -  | -                                    | -                   | -   |
|                          | Inhalation de vapeurs (dalle sur terre-plein) | OO                              | O/X                  | X                        | XX                            | -                        | -                       | -                    | -                     | X   | -  | -                                    | -                   | -   |
|                          | Vie aquatique                                 | -                               | -                    | -                        | XX                            | -                        | -                       | OO                   | -                     | -   | -  | XX                                   | -                   | a   |
|                          | Contact écologique avec le sol                | -                               | -                    | -                        | -                             | -                        | -                       | -                    | -                     | -   | -  | -                                    | -                   | d   |
|                          | Niveau de gestion                             | -                               | -                    | -                        | -                             | -                        | -                       | -                    | -                     | -   | -  | -                                    | -                   | d   |
|                          | Migration hors du lieu contaminé              | -                               | -                    | -                        | -                             | -                        | -                       | -                    | -                     | -   | -  | -                                    | -                   | a,g |

- XX Très grande influence; le fait d'augmenter la valeur du paramètre fait augmenter le niveau du 2<sup>e</sup> volet.
- X Influence quelconque; le fait d'augmenter la valeur du paramètre fait augmenter le niveau du 2<sup>e</sup> volet.
- OO Très grande influence; le fait d'augmenter la valeur du paramètre fait diminuer le niveau du 2<sup>e</sup> volet.
- O Influence quelconque; le fait d'augmenter la valeur du paramètre fait diminuer le niveau du 2<sup>e</sup> volet.
- Aucune influence.
- a La voie d'exposition ne sera habituellement pas déterminante.
- b La distance peut entraîner des restrictions en matière d'utilisation des terrains et de l'eau.
- c Influence importante si le transport latéral est pris en considération.
- d Données disponibles insuffisantes pour des modifications au 2<sup>e</sup> volet.
- e Le paramètre n'a une influence importante que si la migration dans la zone non saturée a lieu.
- f Le paramètre n'a une influence importante que si la contamination est observée à une profondeur supérieure à celle de la dalle sur terre-plein ou du sous-sol.
- g Est fonction de la principale voie d'exposition des terrains à vocation résidentielle.

**TABLEAU 8**

**PRINCIPAUX PARAMÈTRES AJUSTABLES AU 2<sup>e</sup> VOLET ET INTERVALLES INDICATIFS**

| PARAMÈTRE  | VALEUR PAR DÉFAUT                                    | INTERVALLE INDICATIF  |
|--|--|---|
| <i>Paramètres mesurés</i>  |  |   |
| Densité apparente (g/cm <sup>3</sup> )   | g/g : 1,7<br>g/f : 1,4                               | g/g : 1,5 – 1,8<br>g/f : 1,3 – 1,6  |
| Teneur en eau (M <sub>e</sub> /M <sub>s</sub> )  | g/g : 0,07<br>g/f : 0,12                             | g/g : 0,03 – 0,15<br>g/f : 0,07 – 0,16  |
| Fraction de carbone organique (g/g)  | 0,005  | g/g : 0,0005 – 0,007<br>g/f : 0,0005 – 0,03   |
| Perméabilité du sol à la vapeur (cm <sup>2</sup> )   | g/g : 5 × 10 <sup>-8</sup><br>g/f : 10 <sup>-9</sup> | g/g : 10 <sup>-6</sup> – 10 <sup>-8</sup><br>g/f : 10 <sup>-8</sup> – 10 <sup>-12</sup> |
| Conductivité hydraulique en milieu saturé (m/a)  | g/g : 320<br>g/f : 32                                | g/g : 32 – 3 200<br>g/f : 0,032 – 32  |
| Alimentation (m/a)   | g/g : 0,28<br>g/f : 0,20                             | 0,005 – 0,5   |
| Gradient hydraulique (sans unité)  | 0,028  | 0,001 – 0,1   |
| Profondeur de la contamination/distance à la contamination (m) <sup>a</sup>                | 0,3  | 0 – 10  |
| Épaisseur de la contamination (m) <sup>b</sup>   | 3  | 0,5 – 5   |
| Profondeur de l'eau souterraine (m) <sup>c</sup>   | 3  | 0 – 10  |
| Longueur du lieu (m) – parallèlement à l'écoulement de l'eau souterraine                   | 10   | 5 – 30  |
| Largeur du lieu (m) – perpendiculairement à l'écoulement de l'eau souterraine <sup>b</sup> | 10   | 5 – 30  |
| Distance à l'eau de surface à proximité (m) <sup>b</sup>                                   | 10   | 0 – 500   |
| Distance à l'eau potable ou à l'eau servant à abreuver le bétail (m)                       | 0  | 0 – 500   |
| <i>Paramètres calculés</i>   |  |   |
| Porosité efficace  | g/g : 0,36<br>g/f : 0,47                             | Voir la note d  |
| Porosité humide (vides remplis d'eau)  | g/g : 0,119<br>g/f : 0,168                           | Voir la note e  |
| Distance entre la contamination et l'eau souterraine (m) <sup>b</sup>                      | 0  | Voir la note f  |

g/g – sol à grains grossiers

g/f – sol à grains fins

a – distance au point le plus rapproché des fondations d'un bâtiment habité

b – paramètre servant seulement au calcul du lessivage jusqu'aux eaux souterraines et du transport jusqu'aux plans d'eau de surface à proximité

c – profondeur au-dessous du niveau du sol

d – calculé à partir de la densité apparente, en supposant une masse volumique du sol de 2,65

e – calculé à partir de la densité apparente et de la teneur en eau

f – calculé à partir de la profondeur de la contamination, de la profondeur de l'eau souterraine et de l'épaisseur de la contamination

**TABLEAU 9**  
**AUTRES PARAMÈTRES AJUSTABLES AU 2<sup>e</sup> VOLET**

| PARAMÈTRE   | VALEUR PAR DÉFAUT DU 1 <sup>er</sup> VOLET              |
|---|---|
| <i>Caractéristiques du lieu</i>   |   |
| Distance (latérale ou verticale) entre la contamination par les hydrocarbures pétroliers et le récepteur inhalation (m)             | 0,3   |
| Température moyenne annuelle du sol (K)   | 294   |
| <i>Caractéristiques du sol/de l'eau souterraine</i>   |   |
| Profondeur efficace de la couche de mélange (m)   | calculée  |
| Profondeur de l'aquifère libre (m)  | 5   |
| <i>Caractéristiques du bâtiment</i>   |   |
| Longueur (cm)   | R, A : 1 225 C, I : 2 000                               |
| Largeur (cm)  | R, A : 1 225 C, I : 1 500                               |
| Aire (cm <sup>2</sup> )   | R, A : 1,5 × 10 <sup>6</sup> C, I : 3 × 10 <sup>6</sup> |
| Hauteur, y compris le sous-sol (cm)   | R, A : 360 C, I : 300                                   |
| Épaisseur des fondations (cm)   | 11,25   |
| Distance entre la sous-fondation et le cylindre théorique (cm)<br>= profondeur de la surface inférieure de la dalle sur terre-plein | Sous-sol : 244<br>Dalle sur terre-plein : 11,25         |
| Changements d'air par heure   | R, A : 0,5 C, I : 0,9                                   |
| Différence de pression (g/cm•s <sup>2</sup> )   | R, A : 40 C, I : 20                                     |
| Diffusivité dans les fissures (cm <sup>2</sup> /s)  | calculée  |
| Aire des fissures (cm <sup>2</sup> )  | R, A : 994,5 C, I : 1 846                               |

A – utilisation agricole des terrains  
R – utilisation résidentielle des terrains  
C – utilisation commerciale des terrains  
I – utilisation industrielle des terrains

**TABLEAU 10**

**PRINCIPAUX PARAMÈTRES AJUSTABLES AU 2<sup>e</sup> VOLET SELON LA VOIE D'EXPOSITION**

| <b>VOIE D'EXPOSITION PRINCIPALE</b>  | <b>REGROUPEMENT DE PARAMÈTRES</b>   | <b>PARAMÈTRES MESURÉS</b>   |
|--|-------------------------------------|---|
| Protection de l'eau souterraine potable, protection de l'eau souterraine pour la vie aquatique | Hydrogéologiques (zone saturée)     | Densité apparente du sol<br>Fraction de carbone organique<br>Conductivité hydraulique et gradient hydraulique <sup>a</sup>  |
|  | Hydrogéologiques (zone non saturée) | Densité apparente du sol et teneur en eau <sup>a,b</sup><br>Fraction de carbone organique <sup>c</sup><br>Profondeur de l'eau souterraine <sup>b</sup>  |
|  | Dimensions de la source             | Longueur (parallèlement à l'écoulement de l'eau souterraine)<br>Largeur (perpendiculairement à l'eau souterraine) <sup>d</sup><br>Épaisseur de la contamination <sup>b</sup><br>Distance entre la contamination et la nappe phréatique <sup>b</sup> |
|  | Hydrologiques                       | Précipitations, évapotranspiration et ruissellement <sup>a</sup><br>Nombre de jours où la température à la surface du sol est < 0 °C <sup>b</sup>   |
|  | Chimiques                           | Composition des hydrocarbures pétroliers  |
| Inhalation de vapeurs  | Hydrogéologiques                    | Densité apparente du sol <sup>e</sup> et teneur en eau <sup>a</sup><br>Fraction de carbone organique <sup>c</sup><br>Perméabilité de la zone non saturée du sol à la vapeur   |
|  | Dimensions de la source             | Profondeur de la contamination ou distance à la contamination   |
|  | Chimiques                           | Composition des hydrocarbures pétroliers  |
| Contact écologique avec le sol   |                                     | Aucun paramètre ajustable par l'utilisateur   |
| Ingestion de sol   | Chimiques                           | Composition des hydrocarbures pétroliers  |

a – Les paramètres sont liés et doivent être examinés ensemble

b – requis seulement si le sol contaminé n'est pas en contact direct avec l'eau souterraine

c – mesuré dans la zone de partition des contaminants

d – requis seulement pour le transport latéral de l'eau souterraine

e – La densité apparente du sol est requise dans la zone de partition des contaminants et dans la zone non saturée (pour calculer la porosité du sol dans la zone non saturée ou zone vadose)

**TABLEAU 11**  
**RÉSUMÉ DES EFFETS CARACTÉRISTIQUES DE CERTAINS AJUSTEMENTS DE 2<sup>e</sup> VOLET**  
**SOLS À GRAINS GROSSIERS (mg/kg)<sup>a</sup>**

| PARAMÈTRE ET INTERVALLE   | UTILISATION DES TERRAINS | F1<br>(C <sub>6</sub> - C <sub>10</sub> ) | F2<br>(C <sub>&gt;10</sub> - C <sub>16</sub> ) | F3<br>(C <sub>&gt;16</sub> - C <sub>34</sub> ) | F4<br>(C <sub>&gt;34</sub> - C <sub>50</sub> ) |
|---|--------------------------|---|--|--|--|
| Valeurs par défaut  | A                        | 30  | 150  | 300  | 2 800  |
|   | R                        | 30  | 150  | 300  | 2 800  |
|   | C                        | 240                                       | 260  | 1 700  | 3 300  |
|   | I                        | 240                                       | 260  | 1 700  | 3 300  |
| Perméabilité à la vapeur variant de 10 <sup>-8</sup> cm <sup>2</sup> à 10 <sup>-6</sup> cm <sup>2</sup>                   | A                        | 20 - 5 <sup>c</sup>                       | 96 - 26 <sup>b,c</sup>                         | 300  | 2 800  |
|   | R                        | 20 - 5 <sup>c</sup>                       | 96 - 26 <sup>b,c</sup>                         | 300  | 2 800  |
|   | C                        | 180 - 50 <sup>c</sup>                     | 260 - 250 <sup>b</sup>                         | 1 700  | 3 300  |
|   | I                        | 180 - 50 <sup>c</sup>                     | 260 - 250 <sup>b</sup>                         | 1 700  | 3 300  |
| Teneur en eau variant de 0,03 g/g à 0,15 g/g  | A                        | 20 - 100 <sup>b</sup>                     | 120 - 150 <sup>b</sup>                         | 300  | 2 800  |
|   | R                        | 20 - 100 <sup>b</sup>                     | 120 - 150 <sup>b</sup>                         | 300  | 2 800  |
|   | C                        | 240                                       | 260  | 1 700  | 3 300  |
|   | I                        | 240                                       | 260  | 1 700  | 3 300  |
| Densité apparente du sol variant de 1,5 g/cm <sup>3</sup> à 1,8 g/cm <sup>3</sup>   | A                        | 20 - 30                                   | 130 - 150 <sup>b</sup>                         | 300  | 2 800  |
|   | R                        | 20 - 30                                   | 130 - 150 <sup>b</sup>                         | 300  | 2 800  |
|   | C                        | 240 - 230                                 | 260  | 1 700  | 3 300  |
|   | I                        | 240 - 230                                 | 260  | 1 700  | 3 300  |
| Fraction de carbone organique variant de 0,0005 g/g à 0,007 g/g   | A                        | 4,7 - 40 <sup>b</sup>                     | 3,9 - 150 <sup>b</sup>                         | 300  | 2 800  |
|   | R                        | 4,7 - 40 <sup>b</sup>                     | 3,9 - 150 <sup>b</sup>                         | 300  | 2 800  |
|   | C                        | 4,7 - 320 <sup>b</sup>                    | 3,9 - 260 <sup>b</sup>                         | 1 700  | 3 300  |
|   | I                        | 4,7 - 320 <sup>b</sup>                    | 3,9 - 260 <sup>b</sup>                         | 1 700  | 3 300  |
| Conductivité hydraulique variant de 32 m/a à 3 200 m/a  | A                        | 30  | 150 - 67 <sup>b</sup>                          | 300  | 2 800  |
|   | R                        | 30  | 150 - 67 <sup>b</sup>                          | 300  | 2 800  |
|   | C                        | 160 - 36 <sup>b,c</sup>                   | 210 - 67 <sup>b,c</sup>                        | 1 700  | 3 300  |
|   | I                        | 160 - 36 <sup>b,c</sup>                   | 210 - 67 <sup>b,c</sup>                        | 1 700  | 3 300  |
| Alimentation de l'aquifère variant de 0,005 m/a à 0,5 m/a   | A                        | 30  | 150  | 300  | 2 800  |
|   | R                        | 30  | 150  | 300  | 2 800  |
|   | C                        | 320 - 220 <sup>b</sup>                    | 260  | 1 700  | 3 300  |
|   | I                        | 320 - 220 <sup>b</sup>                    | 260  | 1 700  | 3 300  |
| Gradient hydraulique variant de 0,001 à 0,1   | A                        | 30  | 150 - 94 <sup>b</sup>                          | 300  | 2 800  |
|   | R                        | 30  | 150 - 94 <sup>b</sup>                          | 300  | 2 800  |
|   | C                        | 110 - 97 <sup>b,c</sup>                   | 150 - 94 <sup>b,c</sup>                        | 1 700  | 3 300  |
|   | I                        | 110 - 97 <sup>b,c</sup>                   | 150 - 94 <sup>b,c</sup>                        | 1 700  | 3 300  |
| Longueur du lieu variant de 5 m à 30 m  | A                        | 30  | 150  | 300  | 2 800  |
|   | R                        | 30  | 150  | 300  | 2 800  |
|   | C                        | 240 - 220                                 | 260  | 1 700  | 3 300  |
|   | I                        | 240 - 220                                 | 260  | 1 700  | 3 300  |
| Profondeur de la contamination/distance à la contamination variant de 0 m à 10 m au-dessous du niveau du sol <sup>d</sup> | A                        | 30 - 150 <sup>b</sup>                     | 150  | 300  | 2 800  |
|   | R                        | 30 - 150 <sup>b</sup>                     | 150  | 300  | 2 800  |
|   | C                        | 240                                       | 260  | 1 700  | 3 300  |
|   | I                        | 240                                       | 260  | 1 700  | 3 300  |
| Profondeur de l'eau souterraine <sup>e</sup> variant de 3 m à 10 m  | A                        | 30  | 150  | 300  | 2 800  |
|   | R                        | 30  | 150  | 300  | 2 800  |
|   | C                        | 240                                       | 260  | 1 700  | 3 300  |
|   | I                        | 240                                       | 260  | 1 700  | 3 300  |
| Distance aux récepteurs de l'eau souterraine <sup>f</sup> variant de 0 m à 500 m  | A                        | 4,2 - 30 <sup>b</sup>                     | 5,3 - 150 <sup>b</sup>                         | 300  | 2 800  |
|   | R                        | 4,2 - 30 <sup>b</sup>                     | 5,3 - 150 <sup>b</sup>                         | 300  | 2 800  |
|   | C                        | 4,2 - 320 <sup>b</sup>                    | 5,3 - 260 <sup>b</sup>                         | 1 700  | 3 300  |
|   | I                        | 4,2 - 320 <sup>b</sup>                    | 5,3 - 260 <sup>b</sup>                         | 1 700  | 3 300  |

a - On suppose, pour tous les résultats, que toutes les voies d'exposition sont actives, y compris les voies d'exposition liées à l'eau souterraine et à l'eau de surface.

b - Changements à la voie d'exposition principale.

c – Les valeurs inférieure et supérieure de l'intervalle sont toutes deux inférieures à la valeur par défaut parce que le paramètre a un effet contraire sur les voies d'exposition liées à la protection de l'eau souterraine potable et de l'eau souterraine pour la vie aquatique.

d – Distance minimale présumée de 30 cm entre la contamination et les fondations du bâtiment

e – Faire varier la profondeur de l'eau souterraine de façon qu'elle passe de 3 m à 10 m fait varier de 0 m à 7 m la distance de séparation entre la contamination et l'eau souterraine.

f – Distance à l'eau de surface (pour la vie aquatique en eau douce), au consommateur d'eau potable et à l'eau servant à abreuver le bétail.

A – agricole

R – résidentielle

C – commerciale

I – industrielle

**TABLEAU 12**  
**RÉSUMÉ DES EFFETS CARACTÉRISTIQUES DE CERTAINS AJUSTEMENTS DE 2<sup>e</sup> VOLET**  
**SOLS À GRAINS FINS (mg/kg)<sup>a</sup>**

| PARAMÈTRE ET INTERVALLE   | UTILISATION DES TERRAINS | F1<br>(C <sub>6</sub> – C <sub>10</sub> ) | F2<br>(C <sub>&gt;10</sub> – C <sub>16</sub> ) | F3<br>(C <sub>&gt;16</sub> – C <sub>34</sub> ) | F4<br>(C <sub>&gt;34</sub> – C <sub>50</sub> ) |
|---|--------------------------|---|--|--|--|
| Valeurs par défaut  | A                        | 170                                       | 150  | 1 300  | 5 600  |
|   | R                        | 170                                       | 150  | 1 300  | 5 600  |
|   | C                        | 170                                       | 230  | 2 500  | 6 600  |
|   | I                        | 170                                       | 230  | 2 500  | 6 600  |
| Perméabilité à la vapeur variant de 10 <sup>-12</sup> cm <sup>2</sup> à 10 <sup>-8</sup> cm <sup>2</sup>                  | A                        | 170 – 20 <sup>b</sup>                     | 150 – 87 <sup>b</sup>                          | 1 300  | 5 600  |
|   | R                        | 170 – 20 <sup>b</sup>                     | 150 – 87 <sup>b</sup>                          | 1 300  | 5 600  |
|   | C                        | 170                                       | 230  | 2 500  | 6 600  |
|   | I                        | 170                                       | 230  | 2 500  | 6 600  |
| Teneur en eau variant de 0,07 g/g à 0,16 g/g  | A                        | 170                                       | 150  | 1 300  | 5 600  |
|   | R                        | 170                                       | 150  | 1 300  | 5 600  |
|   | C                        | 170                                       | 230  | 2 500  | 6 600  |
|   | I                        | 170                                       | 230  | 2 500  | 6 600  |
| Densité apparente du sol variant de 1,3 g/cm <sup>3</sup> à 1,6 g/cm <sup>3</sup>   | A                        | 170                                       | 150  | 1 300  | 5 600  |
|   | R                        | 170                                       | 150  | 1 300  | 5 600  |
|   | C                        | 170                                       | 230  | 2 500  | 6 600  |
|   | I                        | 170                                       | 230  | 2 500  | 6 600  |
| Fraction de carbone organique variant de 0,0005 g/g à 0,03 g/g  | A                        | 22 – 210 <sup>b</sup>                     | 25 – 150 <sup>b</sup>                          | 1 300  | 5 600  |
|   | R                        | 22 – 210 <sup>b</sup>                     | 25 – 150 <sup>b</sup>                          | 1 300  | 5 600  |
|   | C                        | 22 – 320 <sup>b</sup>                     | 25 – 260 <sup>b</sup>                          | 2 500  | 6 600  |
|   | I                        | 22 – 320 <sup>b</sup>                     | 25 – 260 <sup>b</sup>                          | 2 500  | 6 600  |
| Conductivité hydraulique variant de 0,032 m/a à 32 m/a <sup>c</sup>   | A                        | 71 – 170                                  | 95 – 150 <sup>b</sup>                          | 1 300  | 5 600  |
|   | R                        | 71 – 170                                  | 95 – 150 <sup>b</sup>                          | 1 300  | 5 600  |
|   | C                        | 71 – 170                                  | 95 – 230                                       | 2 500  | 6 600  |
|   | I                        | 71 – 170                                  | 95 – 230                                       | 2 500  | 6 600  |
| Alimentation de l'aquifère variant de 0,005 m/a à 0,5 m/a   | A                        | 210 – 130 <sup>b</sup>                    | 150  | 1 300  | 5 600  |
|   | R                        | 210 – 130 <sup>b</sup>                    | 150  | 1 300  | 5 600  |
|   | C                        | 320 – 130 <sup>b</sup>                    | 260 – 170 <sup>b</sup>                         | 2 500  | 6 600  |
|   | I                        | 320 – 130 <sup>b</sup>                    | 260 – 170 <sup>b</sup>                         | 2 500  | 6 600  |
| Gradient hydraulique variant de 0,001 à 0,1   | A                        | 77 – 210 <sup>b</sup>                     | 100 – 150 <sup>b</sup>                         | 1 300  | 5 600  |
|   | R                        | 77 – 210 <sup>b</sup>                     | 100 – 150 <sup>b</sup>                         | 1 300  | 5 600  |
|   | C                        | 77 – 220                                  | 100 – 260 <sup>b</sup>                         | 2 500  | 6 600  |
|   | I                        | 77 – 220                                  | 100 – 260 <sup>b</sup>                         | 2 500  | 6 600  |
| Longueur du lieu variant de 5 m à 30 m  | A                        | 200 – 120                                 | 150  | 1 300  | 5 600  |
|   | R                        | 200 – 120                                 | 150  | 1 300  | 5 600  |
|   | C                        | 200 – 120                                 | 260 – 170                                      | 2 500  | 6 600  |
|   | I                        | 200 – 120                                 | 260 – 170                                      | 2 500  | 6 600  |
| Profondeur de la contamination/distance à la contamination variant de 0 m à 10 m au-dessous du niveau du sol <sup>d</sup> | A                        | 170                                       | 150  | 1 300  | 5 600  |
|   | R                        | 170                                       | 150  | 1 300  | 5 600  |
|   | C                        | 170                                       | 230  | 2 500  | 6 600  |
|   | I                        | 170                                       | 230  | 2 500  | 6 600  |
| Profondeur de l'eau souterraine <sup>e</sup> variant de 3 m à 10 m  | A                        | 170                                       | 150  | 1 300  | 5 600  |
|   | R                        | 170                                       | 150  | 1 300  | 5 600  |
|   | C                        | 170                                       | 230  | 2 500  | 6 600  |
|   | I                        | 170                                       | 230  | 2 500  | 6 600  |
| Distance aux récepteurs de l'eau souterraine <sup>f</sup> variant de 0 m à 500 m  | A                        | 3,3 – 210 <sup>b</sup>                    | 3,9 – 150 <sup>b</sup>                         | 1 300  | 5 600  |
|   | R                        | 3,3 – 210 <sup>b</sup>                    | 3,9 – 150 <sup>b</sup>                         | 1 300  | 5 600  |
|   | C                        | 3,3 – 320 <sup>b</sup>                    | 3,9 – 260 <sup>b</sup>                         | 2 500  | 6 600  |
|   | I                        | 3,3 – 320 <sup>b</sup>                    | 3,9 – 260 <sup>b</sup>                         | 2 500  | 6 600  |

a – On suppose, pour tous les résultats, que toutes les voies d'exposition sont actives, y compris les voies d'exposition liées à l'eau souterraine et à l'eau de surface.

b – Changements à la voie d'exposition principale.

- c – Une conductivité hydraulique inférieure à 32 m/a peut entraîner un rendement insuffisant pour l'approvisionnement en eau d'un puits domestique ou l'approvisionnement en eau pour le bétail.
- d – Distance minimale présumée de 30 cm entre la contamination et les fondations du bâtiment.
- e – Faire varier la profondeur de l'eau souterraine de façon qu'elle passe de 3 m à 10 m fait varier de 0 m à 7 m la distance de séparation entre la contamination et l'eau souterraine.
- f – Distance à l'eau de surface (pour la vie aquatique en eau douce), au consommateur d'eau potable et à l'eau servant à abreuver le bétail.
- A – agricole                      R – résidentielle                      C – commerciale                      I – industrielle

**TABLEAU 13**  
**PARAMÈTRES AJUSTABLES PAR L'UTILISATEUR ENTRAÎNANT**  
**DES RESTRICTIONS EN MATIÈRE D'UTILISATION DES TERRAINS ET DE L'EAU OU DES**  
**IMPÉRATIFS DE GESTION**

| Paramètre  | Restrictions en matière d'utilisation des terrains et de l'eau | Impératifs de gestion  | Volet auquel des ajustements sont indiqués <sup>a</sup> |
|--|--|--|---|
| Perméabilité du sol à la vapeur                            | Non  | Non  | 2 <sup>e</sup> volet                                    |
| Densité apparente du sol/ teneur en eau                    | Non  | Non  | 2 <sup>e</sup> volet                                    |
| Fraction de carbone organique                              | Non  | Non  | 2 <sup>e</sup> volet                                    |
| Profondeur de la contamination                             | b  | Garantie que le sol ne sera pas perturbé par des travaux d'excavation, etc.  | 1 <sup>er</sup> ou 2 <sup>e</sup> volet <sup>e</sup>    |
| Séparation entre la contamination et les eaux souterraines | Non  | Non  | 2 <sup>e</sup> volet                                    |
| Conductivité hydraulique                                   | Non  | Non <sup>d</sup>   | 2 <sup>e</sup> volet                                    |
| Gradient hydraulique                                       | Non  | Non <sup>d</sup>   | 2 <sup>e</sup> volet                                    |
| Alimentation spécifique                                    | Non  | On présume que la valeur du ruissellement/de l'évapotranspiration tient compte de la préservation du couvert végétal.                        | 2 <sup>e</sup> volet <sup>f</sup>                       |
| Distance à la limite de propriété                          | Non  | La propriété doit faire l'objet d'une gestion permanente.  | 2 <sup>e</sup> volet                                    |
| Distance à l'eau de surface                                | Non  | Non <sup>d</sup>   | 2 <sup>e</sup> volet                                    |
| Distance à l'utilisateur d'eau souterraine                 | Oui  | Aucune utilisation des eaux souterraines dans la zone de gestion   | 3 <sup>e</sup> volet                                    |
| Dimensions de la source                                    | Non  | Non  | 2 <sup>e</sup> volet                                    |
| Composition des hydrocarbures pétroliers                   | Non  | Non  | 2 <sup>e</sup> volet                                    |
| Distance au bâtiment                                       | Oui  | Aucune construction dans la zone de gestion  | 3 <sup>e</sup> volet                                    |
| Configuration du bâtiment                                  | Oui  | Aucun changement à la configuration du bâtiment ou aux systèmes mécaniques   | 3 <sup>e</sup> volet                                    |
| Récepteurs écologiques ou voies d'exposition connexes      | c  | Restrictions relatives à l'accès ou préservation des conditions permettant l'exclusion (p. ex. le pavage du site)                            | 2 <sup>e</sup> ou 3 <sup>e</sup> volet                  |
| Facteurs liés à l'exposition écologique                    | c  | Comme ci-dessus  | 2 <sup>e</sup> ou 3 <sup>e</sup> volet <sup>g</sup>     |
| Récepteurs humains ou voies d'exposition connexes          | Oui  | Contrôles artificiels (p. ex. barrières) ou contrôles administratifs (restrictions en matière d'utilisation des terrains ou accès restreint) | 3 <sup>e</sup> volet                                    |
| Facteurs liés à l'exposition humaine                       | Oui  | Contrôles administratifs (restrictions en matière d'utilisation des terrains ou accès restreint)   | 3 <sup>e</sup> volet                                    |

a – Sous réserve des politiques et des exigences de chacune des autorités.

b – Des restrictions peuvent être nécessaires aux endroits où les activités de construction peuvent perturber le sol.

c – Des restrictions ne peuvent être permises que dans le cas d'utilisations précises des terrains (p. ex. élimination du contact écologique avec le sol sous les sites industriels pavés).

d – Certaines autorités peuvent imposer des exigences en matière de surveillance.

e – Un nettoyage stratifié peut être permis au 1<sup>er</sup> volet dans certaines régions.

f – Les autorités peuvent permettre un ajustement des précipitations au 2<sup>e</sup> volet en fonction de la région; le ruissellement est peut-être un facteur de 3<sup>e</sup> volet.

g – Le remplacement des récepteurs importants constitue un ajustement de 3<sup>e</sup> volet; l'exclusion restreinte des voies d'exposition des récepteurs peut être permise par les autorités seulement au 2<sup>e</sup> volet (p. ex. élimination du contact écologique avec le sol sous les sites industriels pavés).

# ANNEXES

## ANNEXE A : EXIGENCES LIÉES À L'ÉVALUATION DE NIVEAU 1

### A.1 Introduction

L'élaboration d'un protocole détaillé en vue de l'évaluation environnementale des lieux dépasse la portée du présent document. Pour obtenir de plus amples renseignements sur le sujet, divers documents ont été publiés, notamment le *Manuel d'évaluation de la subsurface des lieux contaminés* du Conseil canadien des ministres de l'environnement (CCME) [CCME, 1994]. De nombreuses autorités régionales ont également publié des directives à l'égard des études sur l'environnement (p. ex. AENV, 2001; BC MOE, 2005; MEEQ, 1996). Néanmoins, d'autres directives concernant des aspects de l'évaluation environnementale tout particulièrement liés au standard pancanadien relatif aux hydrocarbures pétroliers dans le sol sont présentées dans le présent document.

En général, les évaluations environnementales des lieux comportent trois phases, mais il arrive parfois que deux de ces phases ou plus soient combinées.

- La phase I comprend l'examen des conditions du lieu et de l'historique de la propriété et la collecte non intrusive de données (en incluant peut-être des levés géophysiques) en vue de déterminer s'il y a une possibilité que le lieu soit contaminé et fournir des données permettant d'orienter toute étude intrusive.
- La phase II consiste en une étude intrusive initiale, généralement centrée sur les sources potentielles de contamination, qui vise à déterminer si les sources de contamination présentes dépassent les critères d'examen préalable pertinents (dans ce cas-ci les objectifs du Niveau 1) et à définir dans les grandes lignes les conditions du sol et des eaux souterraines.
- La phase III consiste en des études intrusives plus poussées pour délimiter et caractériser la contamination, et obtenir des renseignements détaillés sur les conditions du sol et des eaux souterraines.

Dans le contexte du standard pancanadien, les phases I et II font tout au moins partie de l'évaluation de Niveau 1. Les exigences en matière de renseignements et les méthodes générales utilisées dans le cadre d'une évaluation de Niveau 1 sont décrites ci-après.

### A.2 Utilisation des terrains et vulnérabilité

Les objectifs du Niveau 1 tiennent compte de quatre catégories génériques d'utilisation des terrains : agricole, résidentielle/parc, commerciale et industrielle. La définition de ces utilisations figure à la section 1.2.

Dans le cadre de l'évaluation du lieu, il faut déterminer la catégorie d'utilisation des terrains pour s'assurer que les objectifs pertinents du Niveau 1 sont appliqués au lieu. Le choix de la catégorie d'utilisation doit non seulement prendre en considération l'utilisation actuelle du lieu, mais également son utilisation future éventuelle. Il pourrait alors être nécessaire d'obtenir des

renseignements sur la propriété concernant le zonage des terrains, particulièrement en milieu urbain.

Dans le cadre de la détermination de l'utilisation des terrains, il faut envisager la possibilité que les eaux souterraines sous-jacentes soient utilisées comme source d'eau potable. Ainsi, les éléments suivants doivent être considérés :

- la source actuelle d'eau potable sur place (le cas échéant);
- les puits d'eau présents à proximité du lieu;
- la profondeur au-dessous du niveau du sol et le rendement de l'aquifère utilisable ou potentiellement utilisable;
- les plans d'eau de surface à proximité qui pourraient servir de sources d'eau potable.

L'utilisation future éventuelle ainsi que l'utilisation actuelle des eaux souterraines sous-jacentes comme source d'eau potable doivent être prises en compte. Si, les eaux souterraines sont actuellement utilisées comme source d'eau potable ou s'il est raisonnable de penser qu'elles pourraient l'être dans le futur, les objectifs du Niveau 1 pour le lieu doivent alors comprendre des niveaux de protection pour les eaux souterraines potables.

La présence de plans d'eau de surface à proximité du lieu doit être évaluée. Si des plans d'eau de surface sont présents en permanence et s'il est possible que les eaux souterraines s'écoulant sous le lieu se déversent dans les eaux de surface, les objectifs du Niveau 1 applicables au lieu devront alors comprendre des niveaux de protection des eaux souterraines pour la vie aquatique présente dans les eaux de surface à proximité. Il serait également peut-être utile de considérer les plans d'eau de surface transitoires s'il est probable qu'ils subviennent aux besoins de la vie aquatique. En milieu agricole, l'utilisation potentielle des eaux souterraines ou des eaux de surface adjacentes pour abreuver le bétail sera également évaluée.

La distance au-delà de laquelle les puits d'eau souterraine ou les plans d'eau de surface ne sont pas à considérer est une question de jugement professionnel au Niveau 1. En règle générale, les puits d'eau souterraine et les plans d'eau de surface situés à moins de 500 m de la contamination par les hydrocarbures pétroliers doivent être repérés. Dans certains cas, il pourrait être nécessaire de tenir compte des puits d'eau plus éloignés, particulièrement les puits municipaux pouvant avoir une importante zone de captage des eaux.

### **A.3 Conditions physiques**

#### *Généralités*

Il est nécessaire de recueillir des données sur les conditions physiques du lieu pour déterminer les voies de migration potentielles des contaminants, les seuils appropriés du Niveau 1 et les stratégies d'assainissement pertinentes le cas échéant.

Avant de procéder à une reconnaissance du sol en profondeur, il faudrait prendre note de diverses caractéristiques générales d'un lieu, dont les suivantes :

- l'emplacement et les dimensions du lieu;
- l'emplacement des sources potentielles (existantes ou historiques) de contamination;
- la topographie et le réseau de drainage du lieu;
- l'emplacement des plans d'eau de surface à proximité;
- l'emplacement des récepteurs humains et écologiques sur le lieu ou adjacents à celui-ci;
- l'emplacement, l'état et l'utilisation des puits d'eau souterraine situés à moins de 500 m;
- la présence, l'emplacement et le type de bâtiments et d'autres constructions;
- l'emplacement et la profondeur des services publics souterrains qui peuvent servir de voies de migration préférentielles des contaminants ou être touchés par la contamination attribuable aux hydrocarbures pétroliers.

Voici d'autres caractéristiques physiques d'un lieu qui devraient être évaluées dans le cadre d'une étude intrusive :

- les conditions du sol dans l'ensemble du lieu, y compris la lithostratigraphie du sol, les variations spatiales de types de sol et d'épaisseurs, et la présence d'éléments structuraux comme les fissures et les fractures;
- la profondeur des eaux souterraines et la direction principale de l'écoulement des eaux souterraines dans chaque unité hydrogéologique.

### ***Classification des textures de sol***

Une fois la reconnaissance du sol en profondeur terminée, le sol peut être classé en tant que sol à grains grossiers ou sol à grains fins. Des membres qualifiés du personnel doivent procéder à une classification initiale sur le terrain des sols observés. La classification doit être confirmée au moyen d'analyses en laboratoire des échantillons de sol clés afin de déterminer la taille des grains. On entend par sol à grains grossiers un sol dont la taille médiane des grains est supérieure à 75  $\mu\text{m}$  (c.-à-d. que plus de 50 % de l'échantillon est retenu par une passoire dont les perforations sont de 75  $\mu\text{m}$ ); la taille médiane des grains d'un sol à grains fins est inférieure à 75  $\mu\text{m}$ .

La plupart des régions présenteront une lithostratigraphie hétérogène. Dans ces cas-là, il est particulièrement important de noter la profondeur et l'épaisseur des unités stratigraphiques afin de déterminer la profondeur des eaux souterraines et de définir les configurations spatiales comme la continuité latérale. La profondeur approximative des unités stratigraphiques peut être déterminée à partir des déblais de forage ou par une inspection visuelle des forages d'essai de sol excavé. L'utilisation de cuillères à fente, de technologies de fonçage de puits ou d'autres méthodes permettant de recueillir des échantillons relativement non remaniés permettra de déterminer avec plus de précision la profondeur et de diminuer la probabilité que des unités de sol mince ne soient pas échantillonnées. La détermination de la classification des textures de sol doit être effectuée pour toutes les unités de sol qui présentent une importance en ce qui concerne les voies d'exposition principales. Le jugement scientifique d'un professionnel pourrait d'ailleurs être requis pour déterminer ces voies d'exposition.

Tel qu'il a déjà été mentionné, des décisions doivent être prises au sujet de la texture du sol afin de définir les risques les plus probables liés aux voies d'exposition préoccupantes. Dans de nombreux cas, le transport dépend davantage de l'emplacement de l'unité de sol par rapport à la voie d'exposition préoccupante que de la taille de l'unité. Par exemple, le sol qui se trouve à environ 1 à 2 m sous les fondations d'un bâtiment est celui qui influence le plus la pénétration des vapeurs à l'intérieur et les petites unités de sol à grains relativement grossiers au-dessous de la nappe phréatique peuvent agir comme voies préférentielles pour le transport de l'eau souterraine.

#### **A.4 Caractérisation de la contamination**

La caractérisation et la délimitation de la contamination doivent être réalisées durant l'évaluation de Niveau 1. Bien que chacune des autorités détermine ses exigences particulières en matière de données de caractérisation de la contamination, des directives générales sont présentées ci-après.

Le CCME (2001) a élaboré une méthode de référence pour analyser les fractions d'hydrocarbures pétroliers présentes dans le sol. La méthode comprend l'analyse des hydrocarbures pétroliers volatils (F1) par extraction au méthanol et chromatographie en phase gazeuse ainsi que l'analyse des hydrocarbures pétroliers extractibles (F2, F3 et F4) par extraction par solvant et par chromatographie en phase gazeuse avec détecteur à ionisation de flamme. Avant d'être analysé, l'extrait est habituellement soumis à un nettoyage au gel de silice. Si des hydrocarbures supérieurs à C<sub>50</sub> sont présents en quantités appréciables, la détermination par gravimétrie sert à mesurer les hydrocarbures pétroliers résiduels (désignés comme étant la fraction F4G). Si une détermination par gravimétrie est effectuée, le résultat de l'analyse par chromatographie en phase gazeuse des hydrocarbures C<sub>>34</sub> à C<sub>50</sub> ou le résultat gravimétrique (celui dont la valeur est la plus élevée) est comparé avec l'objectif du Niveau 1 pour la fraction F4. Les substances appelées « BTEX » (soit le benzène, le toluène, l'éthylbenzène et les xylènes) sont analysées simultanément et soustraites de la fraction F1. Certains hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) devraient également être soustraits s'ils sont présents en quantités suffisantes pour avoir une incidence sur les résultats d'analyse des hydrocarbures pétroliers. Le naphthalène est soustrait du résultat de la fraction F2, tandis que le phénanthrène, le benzo[*a*]anthracène, le benzo[*b*]fluoranthène, le benzo[*k*]fluoranthène, le benzo[*a*]pyrène, le fluoranthène, le dibenzo[*a,h*]anthracène, l'indéno[1,2,3-*c,d*]pyrène et le pyrène sont soustraits du résultat de la fraction F3. Les BTEX et les HAP doivent être étudiés séparément. Le protocole d'analyse du CCME requiert l'homologation de la méthode de référence. Les exigences en matière d'homologation peuvent varier d'une région à l'autre. Il faut donc communiquer avec les autorités locales pour s'assurer que le protocole d'homologation approprié est respecté.

Comme il est précisé dans la méthode de référence, les sols qui présentent une teneur élevée en carbone organique naturel (comme la tourbe) ou ceux qui ont été bio restaurés avec du fumier peuvent donner des concentrations d'hydrocarbures pétroliers faussement élevées comme résultats d'analyse. S'il y a des raisons de soupçonner que certains sols peuvent avoir une forte teneur en carbone organique, il peut être indiqué de recueillir des échantillons de sol de fond (c.-à-d. sol non contaminé) à proximité de la zone de contamination aux fins d'analyse de la teneur en carbone organique. Lorsque les concentrations d'hydrocarbures pétroliers des sols

contaminés par les hydrocarbures pétroliers sont supérieures aux seuils pertinents du Niveau 1 et que la teneur en carbone organique du sol est élevée, il s'agit alors de soustraire les concentrations d'hydrocarbures pétroliers mesurées dans les sols non contaminés de celles mesurées dans les sols contaminés afin d'obtenir une estimation des concentrations actuelles d'hydrocarbures pétroliers. La soustraction doit être effectuée avant que les échantillons de sol ne soient soumis à un nettoyage au gel de silice, le cas échéant. Il est important de prendre note que les échantillons de sol non contaminé qui sont choisis doivent être constitués de sol semblable à celui des échantillons de sol contaminé pour assurer la validité de la soustraction; les échantillons de sol non contaminé doivent également ne pas être contaminés par des hydrocarbures pétroliers.

### ***Distribution spatiale et distribution en profondeur***

Dans le cadre des études sur l'environnement d'un lieu contaminé, il faut déterminer l'étendue latérale et verticale de la contamination par les hydrocarbures pétroliers. La distribution en profondeur des hydrocarbures pétroliers est généralement déterminée en faisant en sorte que les trous de forage ou les forages d'essai soient effectués plus profondément que la zone de contamination par les hydrocarbures pétroliers. Quant à la distribution spatiale, elle est habituellement déterminée en s'éloignant progressivement des lieux d'essais contaminés (peu importe la direction), et ce, jusqu'à ce que des concentrations d'hydrocarbures pétroliers inférieures aux objectifs du Niveau 1 soient mesurées dans les échantillons de sol. La sélection des points d'échantillonnage doit s'appuyer sur le jugement scientifique d'un professionnel afin de s'assurer de la pertinence des données utilisées pour la délimitation. Les voies d'écoulement préférentielles et la direction de l'écoulement de l'eau souterraine doivent être prises en compte au moment de choisir les points d'échantillonnage. Les autorités peuvent fixer des exigences liées à l'espacement entre les échantillons pour confirmer la délimitation (p. ex. BC MOE, 2005).

Lorsqu'on est aux prises avec d'importantes zones contaminées ou que la source de la contamination est inconnue ou mal définie, il peut être indiqué de procéder à un échantillonnage par quadrillage. Pour ce faire, on utilisera généralement une méthode d'analyse (voir plus loin), suivie d'un échantillonnage plus détaillé pour caractériser les points névralgiques et confirmer la délimitation.

Il est à noter qu'une évaluation de Niveau 2 ou de Niveau 3 s'impose si la contamination est observée à moins de 30 cm de la dalle d'un bâtiment ou à moins de 10 m d'un plan d'eau de surface.

### ***Stratégies d'échantillonnage représentatives***

Les préoccupations d'ordre économique et pratique restreignent le nombre d'échantillons qui, de façon raisonnable, peuvent être soumis à des analyses de laboratoire visant à mesurer les concentrations d'hydrocarbures pétroliers. Il est donc important de veiller au choix d'échantillons appropriés pour les analyses en laboratoire.

Les échantillons de sol doivent être discrets et n'être prélevés que dans une seule strate et à partir d'un seul emplacement. Aux fins de la délimitation de l'étendue verticale ou latérale des hydrocarbures, les échantillons ne doivent pas être des échantillons composites, bien que ces

derniers soient acceptables pour la détermination des concentrations moyennes des fractions F2 à F4 d'hydrocarbures pétroliers dans une région donnée. Les échantillons composites ne donnent généralement pas de résultats significatifs pour la fraction F1 étant donné que les hydrocarbures pétroliers volatils s'évaporent facilement au cours du processus de mélange des échantillons.

Pour confirmer la délimitation verticale ou latérale de la contamination par les hydrocarbures pétroliers, des échantillons représentatifs de la pire éventualité et ayant été recueillis sur les bords du panache d'hydrocarbures pétroliers doivent être analysés en laboratoire. Si les résultats d'analyse indiquent que les concentrations d'hydrocarbures pétroliers sont inférieures aux objectifs du Niveau 1, on peut alors généralement présumer que la contamination par ces substances s'arrête au point d'échantillonnage ou avant celui-ci. Les échantillons de sol doivent également être recueillis à proximité de la source de contamination afin de déterminer les concentrations maximales d'hydrocarbures pétroliers. Le nombre d'échantillons de laboratoire requis peut être laissé au jugement scientifique d'un professionnel, bien que certaines autorités aient des exigences précises à cet égard. Selon le ministère de l'Environnement de la Colombie-Britannique (BC MCE, 2005), par exemple, un échantillon discret représente 10 m<sup>3</sup> de sol prélevé dans une plage de profondeurs comprise entre 0,2 m et 1,0 m.

Grâce aux méthodes de détection (voir plus loin), il est possible de déterminer quels sont les échantillons représentatifs de la pire éventualité à un site d'essais ou d'évaluer de façon qualitative et préliminaire l'étendue de la contamination par les hydrocarbures pétroliers. Les méthodes de détection seules, sans analyse de laboratoire à l'appui, ne suffisent cependant pas à caractériser ou délimiter la contamination par les hydrocarbures pétroliers du point de vue du standard pancanadien relatif aux hydrocarbures pétroliers dans le sol.

Les méthodes d'échantillonnage et de préparation sont détaillées dans l'ouvrage du CCME (2001), dont les points clés sont résumés ci-après :

- les échantillons doivent être recueillis par du personnel qualifié au moyen de procédures standard et documentées;
- les échantillons doivent être remaniés le moins possible et être déposés dans des bocaux d'échantillons avec un minimum de manipulation;
- si possible, les échantillons ne doivent pas être prélevés dans des sols exposés à la lumière provenant directement du soleil (il peut être indiqué d'enlever le sol de surface avant de procéder à l'échantillonnage);
- les bocaux d'échantillons doivent être remplis de sol (sans espace libre), correctement scellés, refroidis à une température de 4 °C, puis transportés au laboratoire dès que possible;
- tous les bocaux d'échantillons doivent être clairement étiquetés et indiquer notamment le point d'échantillonnage ou la source de l'échantillon, ainsi que la date et l'heure de l'échantillonnage;
- des procédures qui respectent la chaîne de possession doivent être appliquées lorsqu'il est possible que les échantillons servent d'éléments de preuve dans le cadre d'une enquête.

## *Méthodes de détection*

L'utilisation de méthodes de détection pour évaluer qualitativement et semi-quantitativement les hydrocarbures pétroliers présents dans le sol permet de réaliser des études sur l'environnement plus efficaces par rapport aux coûts et de faciliter la prise de décision sur le terrain. Quelques méthodes de détection sont examinées brièvement dans la présente section. D'autres publications offrent des méthodes et des renseignements supplémentaires (p. ex. US EPA, 1997b). Par ailleurs, des analyses de confirmation effectuées en laboratoire doivent venir appuyer les méthodes de détection.

### *Détecteurs de gaz combustible*

Les détecteurs de gaz combustible sont des appareils capables de mesurer les concentrations d'hydrocarbures dans l'air ou les vapeurs. Ils sont souvent utilisés comme méthode de détection des hydrocarbures pétroliers dans le sol; un échantillon de sol est placé dans un sac ou un bocal hermétique en laissant un espace libre dans le haut. Après avoir généralement laissé reposer l'échantillon pendant une période stable (habituellement de 15 minutes à 2 heures), on utilise un détecteur de gaz combustible pour mesurer les hydrocarbures dans l'espace libre. Les détecteurs de gaz combustible sont relativement faciles à utiliser et donnent rapidement des résultats. Ils ne sont cependant efficaces que pour mesurer les hydrocarbures pétroliers volatils (surtout la fraction F1) et ne donnent donc de résultats significatifs que lorsque les hydrocarbures pétroliers de la fraction F1, comme l'essence, sont présents en concentrations importantes.

### *Méthode d'analyse turbidimétrique*

La méthode d'analyse turbidimétrique (méthode 9074 de l'US EPA) suppose l'extraction des hydrocarbures d'un petit échantillon de sol à l'aide d'un solvant à base de méthanol. Le liquide obtenu est placé dans une fiole pendant 10 minutes, puis transféré dans un turbidimètre. Le faisceau lumineux traversant l'échantillon est mesuré, et le résultat est comparé à une courbe d'étalonnage. La méthode ne requiert qu'une formation minimale. Elle permet surtout de détecter les hydrocarbures des fractions F2 et F3, tandis que les hydrocarbures volatils (fraction F1) risquent de s'évaporer pendant le processus de collecte et de préparation des échantillons.

### *Autres méthodes de détection*

Il existe plusieurs autres méthodes de détection, par exemple, l'utilisation de différents tubes de détection, des détecteurs infrarouges portatifs et des chromatographes en phase gazeuse portatifs ou le recours aux essais colorimétriques et aux immunessais sur le terrain. Beaucoup de méthodes de détection sur le terrain sont particulières à certains composés ou types d'hydrocarbures donnés, ce qui en restreint l'application. L'ouvrage de l'US EPA (1997b) décrit en détail ces méthodes et plusieurs autres.

## ANNEXE B : FONDEMENTS DU NIVEAU 1

### B.1 Généralités

Le calcul détaillé des seuils du Niveau 1 figure dans le document de justification scientifique (CCME, 2008). La présente section résume les paramètres par défaut du modèle ayant servi à calculer les seuils du Niveau 1.

### B.2 Récepteurs et voies d'exposition

Les voies d'exposition et les récepteurs qui ont été pris en considération pour le calcul des seuils du Niveau 1 relatifs à chacune des utilisations des terrains sont résumés au tableau B-1. Toutefois, il est à noter que les seuils du Niveau 1 n'ont pas été calculés pour certains récepteurs et certaines voies d'exposition en raison de l'insuffisance des données disponibles.

#### *Combinaisons récepteur-voie d'exposition non considérées dans les scénarios génériques*

Certaines voies d'exposition et certains récepteurs ne sont pas considérés dans les scénarios génériques. Les voies d'exposition et les récepteurs présentés au tableau B-1 reposent sur des scénarios types pour chacune des utilisations des terrains. S'il existe des voies d'exposition ou des récepteurs qui n'ont pas été pris en compte au Niveau 1, le promoteur est tenu de les définir et de procéder à une évaluation adaptée au Niveau 2 ou au Niveau 3, au besoin.

### B.3 Critères du Niveau 1 selon la voie d'exposition ou le récepteur

Les critères du Niveau 1 liés à chaque catégorie d'utilisation des terrains en fonction de la voie d'exposition ou du récepteur sont présentés aux tableaux B-2 et B-3. Le plus petit nombre indiqué pour l'utilisation des terrains, en tenant compte des voies d'exposition applicables ayant trait à l'eau souterraine et à l'eau de surface, représente l'objectif de Niveau 1 pour un lieu.

### B.4 Paramètres et hypothèses (par défaut) du Niveau 1

Les paramètres par défaut ayant servi à calculer les seuils du Niveau 1 sont présentés aux tableaux B-4 à B-9. Il s'agit entre autres des propriétés physiques, chimiques et toxicologiques des sous-fractions d'hydrocarbures pétroliers, des caractéristiques des récepteurs, des conditions physiques du lieu (comme les propriétés du sol) et des caractéristiques du bâtiment. Les procédures liées à l'ajustement de ces paramètres au Niveau 2 sont décrites à l'annexe D.

**TABLEAU B-1**

**UTILISATIONS DES TERRAINS, RÉCEPTEURS CLÉS ET VOIES D'EXPOSITION**

| Voie d'exposition  | Utilisation agricole  | Utilisation résidentielle/parc  | Utilisation commerciale   | Utilisation industrielle   |
|--|---|---|---|--|
| Contact avec le sol  | Cycle des substances nutritives <sup>e</sup><br>Invertébrés du sol<br>Plantes cultivées<br>Bétail/faune <sup>b</sup><br>Être humain (tout-petit) <sup>a</sup> | Cycle des substances nutritives <sup>e</sup><br>Invertébrés<br>Plantes<br>Faune <sup>b</sup><br>Être humain (tout-petit) <sup>a</sup> | Cycle des substances nutritives <sup>e</sup><br>Invertébrés<br>Plantes<br>Faune <sup>b</sup><br>Être humain (tout-petit) <sup>a</sup> | Cycle des substances nutritives <sup>e</sup><br>Invertébrés<br>Plantes<br>Être humain (adulte) |
| Ingestion de sol et d'aliments   | Herbivores <sup>e</sup><br>Être humain (tout-petit) <sup>a</sup>  | (faune) <sup>b</sup><br>Être humain (tout-petit) <sup>a</sup>   | (faune) <sup>b</sup><br>Être humain (tout-petit) <sup>a</sup>   | (faune) <sup>b</sup><br>Être humain (adulte)   |
| Eau souterraine/<br>eau de surface                                     | Vie aquatique/abreuvement du bétail<br>Être humain (tout-petit) <sup>a</sup>  | Vie aquatique<br>Être humain (tout-petit) <sup>a</sup>  | Vie aquatique<br>Être humain (tout-petit) <sup>a</sup>  | Vie aquatique<br>Être humain (adulte)  |
| Pénétration de vapeurs à l'intérieur                                   | Être humain (tout-petit) <sup>a,c</sup>   | Être humain (tout-petit) <sup>a</sup>   | Être humain (tout-petit) <sup>a</sup>   | Être humain (adulte)   |
| Fruits et légumes frais, viandes et lait produits sur place            | Être humain (tout-petit) <sup>a,f</sup>   | Être humain (tout-petit) <sup>a,f</sup><br>• Fruits et légumes frais seulement  |   |  |
| Migration de poussières et de particules de sol hors du lieu contaminé |   |   | Être humain/milieu naturel <sup>d</sup>   | Être humain/milieu naturel <sup>d</sup>  |

a – Santé Canada entend par tout-petit un enfant âgé de 7 mois à 4 ans. Ce groupe d'âge est généralement exposé à la dose la plus importante par unité de poids corporel et représente donc un récepteur déterminant aux fins de l'évaluation des risques pour la santé humaine et de l'élaboration de recommandations relatives aux utilisations des terrains qui peuvent être fréquentes.

b – Les données sur l'ingestion et le contact par la peau relatives à la faune et au bétail peuvent être particulièrement importantes en ce qui concerne les hydrocarbures pétroliers (p. ex. le mazoutage des plumes, même si cet aspect devrait être abordé lors de l'évaluation initiale visant entre autres à déterminer la présence de liquides non aqueux), mais il est peu probable qu'il y ait suffisamment de données pour élaborer des recommandations qui tiennent compte de cette voie d'exposition.

c – Un site agricole peut comprendre une maison de ferme. Sous réserve de la politique d'une administration, la voie d'exposition par pénétration de vapeurs à l'intérieur peut être exclue s'il n'y a aucune résidence à moins de 30 m de la contamination ou aucune possibilité qu'une résidence soit bâtie à une telle distance dans le futur.

d – La migration de poussières et de particules de sol hors du lieu contaminé repose sur la voie d'exposition la plus sensible pour les propriétés environnantes.

e – L'intention du CCME est de prendre en considération le cycle des substances nutritives, le cycle de l'énergie et, pour les terres agricoles, l'ingestion d'aliments par l'être humain et l'ingestion d'aliments et de sol par les herbivores. Toutefois, les données disponibles ne suffisent pas pour le moment à permettre de calculer les valeurs quantitatives de sol pour ces voies d'exposition.

f – Dans la plupart des cas, on ne s'attend pas à une bioaccumulation des hydrocarbures pétroliers à de fortes concentrations dans les fruits et les légumes frais, la viande et le lait, bien qu'on puisse observer une bioaccumulation restreinte de certains hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP); à l'heure actuelle, les données disponibles sont insuffisantes pour évaluer de façon générale cette voie d'exposition.

**TABLEAU B-2**

**CONCENTRATIONS D'HYDROCARBURES PÉTROLIERS (mg/kg de sol) SELON LA VOIE  
D'EXPOSITION, ÉTABLIES POUR LE NIVEAU 1 ET POUR LES SOLS DE  
SURFACE À GRAINS GROSSIERS**

| Utilisation des terrains   | Voies d'exposition  | F1  | F2                                      | F3                                      | F4                     |      |
|--|---|---|---|---|------------------------|------|
|  |   | (C <sub>6</sub> -C <sub>10</sub> )                | (C <sub>&gt;10</sub> -C <sub>16</sub> ) | (C <sub>&gt;16</sub> -C <sub>34</sub> ) | (C <sub>&gt;34</sub> ) |      |
| Agricole   | Contact direct (ingestion + contact avec la peau)                         | 12 000  | 6 800                                   | 15 000                                  | 21 000                 |      |
|  | Inhalation de vapeurs (intérieur, sous-sol)                               | 40  | 190                                     | s.o.                                    | s.o.                   |      |
|  | Inhalation de vapeurs (intérieur, dalle sur terre-plein)                  | 30  | 150                                     | s.o.                                    | s.o.                   |      |
|  | Protection de l'eau souterraine potable                                   | 240   | 320                                     | s.o.                                    | s.o.                   |      |
|  | Protection de l'eau souterraine pour la vie aquatique <sup>1</sup>        | 970   | 380                                     | s.o.                                    | s.o.                   |      |
|  | Protection de l'eau souterraine pour l'abreuvement du bétail <sup>2</sup> | 5 300   | 14 000                                  | s.o.                                    | s.o.                   |      |
|  | Cycle des substances nutritives   | NC  | NC                                      | NC                                      | NC                     |      |
|  | Contact écologique avec le sol  | 210   | 150                                     | 300                                     | 2 800                  |      |
|  | Ingestion de sol – écologique   | NC  | NC                                      | NC                                      | NC                     |      |
|  | Fruits et légumes frais, viande et lait                                   | NC  | NC                                      | NC                                      | NC                     |      |
|  | Limites aux fins de la gestion <sup>3</sup>                               | 700   | 1 000 <sup>3</sup>                      | 2 500                                   | 10 000                 |      |
| Résidentielle  | Contact direct (ingestion + contact avec la peau)                         | 12 000  | 6 800                                   | 15 000                                  | 21 000                 |      |
|  | Inhalation de vapeurs (intérieur, sous-sol)                               | 40  | 190                                     | s.o.                                    | s.o.                   |      |
|  | Inhalation de vapeurs (intérieur, dalle sur terre-plein)                  | 30  | 150                                     | s.o.                                    | s.o.                   |      |
|  | Protection de l'eau souterraine potable                                   | 240   | 320                                     | s.o.                                    | s.o.                   |      |
|  | Protection de l'eau souterraine pour la vie aquatique <sup>1</sup>        | 970   | 380                                     | s.o.                                    | s.o.                   |      |
|  | Cycle des substances nutritives   | NC  | NC                                      | NC                                      | NC                     |      |
|  | Contact écologique avec le sol  | 210   | 150                                     | 300                                     | 2 800                  |      |
|  | Fruits et légumes frais   | NC  | NC                                      | NC                                      | NC                     |      |
|  | Limites aux fins de la gestion <sup>3</sup>                               | 700   | 1 000                                   | 2 500                                   | 10 000                 |      |
|  | Commerciale   | Contact direct (ingestion + contact avec la peau) | 19 000                                  | 10 000                                  | 23 000                 | RES  |
|  |   | Inhalation de vapeurs (intérieur)                 | 320                                     | 1 700                                   | s.o.                   | s.o. |
| Protection de l'eau souterraine potable                            |   | 240   | 320                                     | s.o.                                    | s.o.                   |      |
| Protection de l'eau souterraine pour la vie aquatique <sup>1</sup> |   | 970   | 380                                     | s.o.                                    | s.o.                   |      |
| Cycle des substances nutritives                                    |   | NC  | NC                                      | NC                                      | NC                     |      |
| Contact écologique avec le sol                                     |   | 320   | 260                                     | 1 700                                   | 3 300                  |      |
| Migration hors du lieu contaminé                                   |   | s.o.  | s.o.                                    | 4 300                                   | RES                    |      |
| Limites aux fins de la gestion <sup>3</sup>                        |   | 700   | 1 000 <sup>3</sup>                      | 3 500                                   | 10 000                 |      |
| Industrielle   |   | Contact direct (ingestion + contact avec la peau) | RES                                     | RES                                     | RES                    | RES  |
|  | Inhalation de vapeurs (intérieur)   | 320   | 1 700                                   | s.o.                                    | s.o.                   |      |
|  | Protection de l'eau souterraine potable                                   | 240   | 320                                     | s.o.                                    | s.o.                   |      |
|  | Protection de l'eau souterraine pour la vie aquatique <sup>1</sup>        | 970   | 380                                     | s.o.                                    | s.o.                   |      |
|  | Cycle des substances nutritives   | NC  | NC                                      | NC                                      | NC                     |      |
|  | Contact écologique avec le sol  | 320   | 260                                     | 1 700                                   | 3 300                  |      |
|  | Migration hors du lieu contaminé  | s.o.  | s.o.                                    | 4 300                                   | RES                    |      |
|  |   |   |   |   |                        |      |

Limites aux fins de la gestion<sup>3</sup>

700

1 000

3 500

10 000

---

s.o. – Sans objet

RES – Formation d'hydrocarbures pétroliers résiduels. La valeur calculée est supérieure à 30 000 mg/kg et à la limite de solubilité pour la fraction d'hydrocarbures pétroliers.

NC – Non calculé. Données insuffisantes pour effectuer le calcul.

1 = On suppose que le plan d'eau de surface est à 10 m du lieu.

2 = Comprend l'utilisation de mares-réservoirs et de puits visant l'approvisionnement en eau du bétail.

3 = **Comprend d'autres considérations comme la formation de substances en phase libre, les dangers d'explosion et les effets sur l'infrastructure enfouie.**

**TABLEAU B-3**

**CONCENTRATIONS D'HYDROCARBURES PÉTROLIERS (mg/kg de sol) SELON LA VOIE D'EXPOSITION, ÉTABLIES POUR LE NIVEAU 1 ET POUR LES SOLS DE SURFACE À GRAINS FINS**

| Utilisation des terrains   | Voies d'exposition  | F1  | F2                                      | F3                                      | F4                     |
|--|---|---|---|---|------------------------|
|  |   | (C <sub>6</sub> -C <sub>10</sub> )                | (C <sub>&gt;10</sub> -C <sub>16</sub> ) | (C <sub>&gt;16</sub> -C <sub>34</sub> ) | (C <sub>&gt;34</sub> ) |
| Agricole   | Contact direct (ingestion + contact avec la peau)                         | 12 000  | 6 800                                   | 15 000                                  | 21 000                 |
|  | Inhalation de vapeurs (intérieur, sous-sol)                               | 710   | 3 600                                   | s.o.                                    | s.o.                   |
|  | Inhalation de vapeurs (intérieur, dalle sur terre-plein)                  | 610   | 3 100                                   | s.o.                                    | s.o.                   |
|  | Protection de l'eau souterraine potable <sup>1</sup>                      | 170   | 230                                     | s.o.                                    | s.o.                   |
|  | Protection de l'eau souterraine pour la vie aquatique <sup>2</sup>        | RES   | RES                                     | s.o.                                    | s.o.                   |
|  | Protection de l'eau souterraine pour l'abreuvement du bétail <sup>3</sup> | 4 200   | 10 000                                  | s.o.                                    | s.o.                   |
|  | Cycle des substances nutritives   | NC  | NC                                      | NC                                      | NC                     |
|  | Contact écologique avec le sol  | 210   | 150                                     | 1 300                                   | 5 600                  |
|  | Ingestion de sol – écologique   | NC  | NC                                      | NC                                      | NC                     |
|  | Fruits et légumes frais, viande et lait                                   | NC  | NC                                      | NC                                      | NC                     |
|  | Limites aux fins de la gestion <sup>4</sup>                               | 800   | 1 000                                   | 3 500                                   | 10 000                 |
|  | Résidentielle   | Contact direct (ingestion + contact avec la peau) | 12 000                                  | 6 800                                   | 15 000                 |
| Inhalation de vapeurs (intérieur, sous-sol)                        |   | 710   | 3 600                                   | s.o.                                    | s.o.                   |
| Inhalation de vapeurs (intérieur, dalle sur terre-plein)           |   | 610   | 3 100                                   | s.o.                                    | s.o.                   |
| Protection de l'eau souterraine potable <sup>1</sup>               |   | 170   | 230                                     | s.o.                                    | s.o.                   |
| Protection de l'eau souterraine pour la vie aquatique <sup>2</sup> |   | RES   | RES                                     | s.o.                                    | s.o.                   |
| Cycle des substances nutritives                                    |   | NC  | NC                                      | NC                                      | NC                     |
| Contact écologique avec le sol                                     |   | 210   | 150                                     | 1 300                                   | 5 600                  |
| Fruits et légumes frais  |   | NC  | NC                                      | NC                                      | NC                     |
| Limites aux fins de la gestion <sup>4</sup>                        |   | 800   | 1 000                                   | 3 500                                   | 10 000                 |
| Commerciale  |   | Contact direct (ingestion + contact avec la peau) | 19 000                                  | 10 000                                  | 23 000                 |
|  | Inhalation de vapeurs (intérieur)   | 4 600   | 23 000                                  | s.o.                                    | s.o.                   |
|  | Protection de l'eau souterraine potable <sup>1</sup>                      | 170   | 230                                     | s.o.                                    | s.o.                   |
|  | Protection de l'eau souterraine pour la vie aquatique <sup>2</sup>        | RES   | RES                                     | s.o.                                    | s.o.                   |
|  | Cycle des substances nutritives   | NC  | NC                                      | NC                                      | NC                     |
|  | Contact écologique avec le sol  | 320   | 260                                     | 2 500                                   | 6 600                  |
|  | Migration hors du lieu contaminé  | s.o.  | s.o.                                    | 19 000                                  | RES                    |
|  | Limites aux fins de la gestion <sup>4</sup>                               | 800   | 1 000                                   | 5 000                                   | 10 000                 |
| Industrielle   | Contact direct (ingestion + contact avec la peau)                         | RES   | RES                                     | RES                                     | RES                    |
|  | Inhalation de vapeurs (intérieur)   | 4 600   | 23 000                                  | s.o.                                    | s.o.                   |
|  | Protection de l'eau souterraine potable <sup>1</sup>                      | 170   | 230                                     | s.o.                                    | s.o.                   |
|  | Protection de l'eau souterraine pour la vie aquatique <sup>2</sup>        | RES   | RES                                     | s.o.                                    | s.o.                   |
|  | Cycle des substances nutritives   | NC  | NC                                      | NC                                      | NC                     |
|  | Contact écologique avec le sol  | 320   | 260                                     | 2 500                                   | 6 600                  |

|   |      |       |        |        |
|---|------|-------|--------|--------|
| Migration hors du lieu contaminé            | s.o. | s.o.  | 19 000 | RES    |
| Limites aux fins de la gestion <sup>4</sup> | 800  | 1 000 | 5 000  | 10 000 |

s.o. – Sans objet. La valeur calculée est supérieure à 1 000 000 mg/kg ou la voie d'exposition est exclue.

RES – Formation d'hydrocarbures pétroliers résiduels. La valeur calculée est supérieure à 30 000 mg/kg et à la limite de solubilité pour la fraction d'hydrocarbures pétroliers.

NC – Non calculé. Données insuffisantes pour effectuer le calcul.

1 = On suppose que le lieu repose sur une source d'eaux souterraines potables donnant un rendement suffisant (K de  $10^{-4}$  cm/s ou plus).

2 = On suppose que le plan d'eau de surface est à 10 m du lieu.

3 = Généralement applicable à cette utilisation des terres, car elle est liée à l'utilisation de mares-réservoirs et de puits servant à l'approvisionnement en eau du bétail.

4 = **Comprend d'autres considérations comme la formation de substances en phase libre, les dangers d'explosion et les effets sur l'infrastructure enfouie.**

**TABLEAU B-4**  
**PROPRIÉTÉS PHYSIQUES, CHIMIQUES ET TOXICOLOGIQUES DES SOUS-FRACTIONS D'HYDROCARBURES**  
**PÉTROLIERS**

|   | F1                               |                                   |                                   | F2                                 |                                    |                                    |                                    |
|---|----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|
|   | Composés aliphatiques            | Composés aliphatiques             | Composés aromatiques              | Composés aliphatiques              | Composés aliphatiques              | Composés aromatiques               | Composés aromatiques               |
|   | C <sub>2-6</sub> -C <sub>8</sub> | C <sub>2-8</sub> -C <sub>10</sub> | C <sub>2-8</sub> -C <sub>10</sub> | C <sub>2-10</sub> -C <sub>12</sub> | C <sub>2-12</sub> -C <sub>16</sub> | C <sub>2-10</sub> -C <sub>12</sub> | C <sub>2-12</sub> -C <sub>16</sub> |
| Dose journalière admissible (DJA) (mg/kg/j) <sup>a</sup>                              | 5                                | 0,1                               | 0,04                              | 0,1                                | 0,1                                | 0,04                               | 0,04                               |
| Dose journalière estimée (DJE) (mg/kg/j) <sup>b</sup>                                 | 0,02334                          | 0,0103                            | 0,00938                           | 0                                  | 0                                  | 0                                  | 0                                  |
| Concentration de référence (CR) (mg/m <sup>3</sup> ) <sup>a</sup>                     | 18,4                             | 1                                 | 0,2                               | 1                                  | 1                                  | 0,2                                | 0,2                                |
| Concentrations de fond dans l'air (C <sub>a</sub> ) (mg/m <sup>3</sup> ) <sup>b</sup> | 0,09111                          | 0,03881                           | 0,03745                           | 0                                  | 0                                  | 0                                  | 0                                  |
| Solubilité dans l'eau (mg/L) <sup>c</sup>   | 5,4                              | 0,43                              | 65                                | 0,034                              | 0,00076                            | 25                                 | 5,8                                |
| Constante de la loi de Henry (atm·m <sup>3</sup> /mol) <sup>c</sup>                   | 1,2                              | 1,9                               | 1,20 × 10 <sup>-2</sup>           | 2,9                                | 12,5                               | 3,40 × 10 <sup>-3</sup>            | 1,30 × 10 <sup>-3</sup>            |
| Constante de la loi de Henry (sans unité) <sup>c</sup>                                | 50                               | 80                                | 0,48                              | 120                                | 520                                | 0,14                               | 0,053                              |
| Coefficient de partage du carbone organique (K <sub>oc</sub> ) (mL/g) <sup>c</sup>    | 10 <sup>3,6</sup>                | 10 <sup>4,5</sup>                 | 10 <sup>3,2</sup>                 | 10 <sup>5,4</sup>                  | 10 <sup>6,7</sup>                  | 10 <sup>3,4</sup>                  | 10 <sup>3,7</sup>                  |
| Coefficient de diffusion dans l'air (cm <sup>2</sup> /s) <sup>d</sup>                 | 0,05                             | 0,05                              | 0,05                              | 0,05                               | 0,05                               | 0,05                               | 0,05                               |
| Facteur d'adsorption pour la voie gastro-intestinale (FA <sub>G</sub> ) <sup>e</sup>  | 1                                | 1                                 | 1                                 | 1                                  | 1                                  | 1                                  | 1                                  |
| Facteur d'adsorption pour la peau (FA <sub>D</sub> ) <sup>e</sup>                     | 0,2                              | 0,2                               | 0,2                               | 0,2                                | 0,2                                | 0,2                                | 0,2                                |
| Référence pour la vie aquatique (mg/L) <sup>f</sup>                                   | 0,0465                           | 0,0076                            | 0,14                              | 0,00118                            | 0,000074                           | 0,096                              | 0,0554                             |
| Concentration de référence dans l'eau pour le bétail (mg/L) <sup>g</sup>              | 53                               | 53                                | 53                                | 49                                 | 49                                 | 49                                 | 49                                 |
| Demi-vie dans les zones saturée et non saturée (jours) <sup>h</sup>                   | 712                              | 712                               | 712                               | 1 750                              | 1 750                              | 1 750                              | 1 750                              |
| Fraction en masse dans le sol <sup>i</sup>  | 0,55                             | 0,36                              | 0,09                              | 0,36                               | 0,44                               | 0,09                               | 0,11                               |
| Fraction en masse dans l'eau <sup>i</sup> – sols à grains grossiers                   | 0,605                            | 0,063                             | 0,332                             | 0,024                              | 0,002                              | 0,603                              | 0,371                              |
| – sols à grains fins  | 0,577                            | 0,066                             | 0,357                             | 0,024                              | 0,002                              | 0,603                              | 0,372                              |
| Fraction en masse dans la vapeur d'eau <sup>i</sup> – sols à grains grossiers         | 0,854                            | 0,141                             | 0,005                             | 0,767                              | 0,205                              | 0,023                              | 0,005                              |
| – sols à grains fins  | 0,842                            | 0,153                             | 0,005                             | 0,766                              | 0,206                              | 0,023                              | 0,005                              |

a – Se reporter à la section 3.6 de CCME (2008).

b – Se reporter à la section 3.7 de CCME (2008).

c – Adapté du groupe de travail américain (Gustafson *et al.*, 1997).

d – Recommandé par le Protocol Improvement Working Group (PIWG).

e – Se reporter à la section 3.5.9 de CCME (2008).

f – Se reporter à la section 4.3.2 de CCME (2008).

g – Se reporter à la section 4.3.3 de CCME (2008).

h – Se reporter aux annexes H et I.

i – Fondée sur les compositions typiques des produits pétroliers.

j – Calculée en fonction de la fraction en masse dans le sol, de la relation de partition à l'équilibre et des propriétés par défaut du sol.

NP – Non précisé.

| TABLEAU B-4 (suite)   | F3                                   |                                      |                                      |                                      | F4                     |                         |
|---|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|------------------------|-------------------------|
|   | Composés aliphatiques                | Composés aliphatiques                | Composés aromatiques                 | Composés aromatiques                 | Composés aliphatiques  | Composés aromatiques    |
|   | C <sub>&gt;16</sub> -C <sub>21</sub> | C <sub>&gt;21</sub> -C <sub>34</sub> | C <sub>&gt;16</sub> -C <sub>21</sub> | C <sub>&gt;21</sub> -C <sub>34</sub> | C <sub>&gt;34</sub>    | C <sub>&gt;34</sub>     |
| Dose journalière admissible (DJA) (mg/kg/j) <sup>a</sup>                              | 2                                    | 2                                    | 0,03                                 | 0,03                                 | 20                     | 0,03                    |
| Dose journalière estimée (DJE) (mg/kg/j) <sup>b</sup>                                 | 0                                    | 0                                    | 0                                    | 0                                    | 0                      | 0                       |
| Concentration de référence (CR) (mg/m <sup>3</sup> ) <sup>a</sup>                     | NP                                   | NP                                   | NP                                   | NP                                   | NP                     | NP                      |
| Concentrations de fond dans l'air (C <sub>a</sub> ) (mg/m <sup>3</sup> ) <sup>b</sup> | 0                                    | 0                                    | 0                                    | 0                                    | 0                      | 0                       |
| Solubilité dans l'eau (mg/L) <sup>c</sup>   | 2,5 x 10 <sup>-6</sup>               | NP                                   | 0,65                                 | 0,0066                               | NP                     | NP                      |
| Constante de la loi de Henry (atm·m <sup>3</sup> /mol) <sup>c</sup>                   | 118                                  | 13 500                               | 3,10 x 10 <sup>-4</sup>              | 1,61 x 10 <sup>-5</sup>              | 2,90 x 10 <sup>6</sup> | 4,40 x 10 <sup>-7</sup> |
| Constante de la loi de Henry (sans unité) <sup>c</sup>                                | 4 900                                | 5,60 x 10 <sup>5</sup>               | 0,012                                | 6,7 x 10 <sup>-4</sup>               | 1,20 x 10 <sup>8</sup> | 1,8 x 10 <sup>-5</sup>  |
| Coefficient de partage du carbone organique (K <sub>oc</sub> ) (mL/g) <sup>c</sup>    | 10 <sup>8,8</sup>                    | 10 <sup>13</sup>                     | 10 <sup>4,2</sup>                    | 10 <sup>5,1</sup>                    | 10 <sup>18,2</sup>     | 10 <sup>6,25</sup>      |
| Coefficient de diffusion dans l'air (cm <sup>2</sup> /s) <sup>d</sup>                 | 0,05                                 | 0,05                                 | 0,05                                 | 0,05                                 | 0,05                   | 0,05                    |
| Facteur d'adsorption pour la voie gastro-intestinale (FA <sub>G</sub> ) <sup>e</sup>  | 1                                    | 1                                    | 1                                    | 1                                    | 1                      | 1                       |
| Facteur d'adsorption pour la peau (FA <sub>D</sub> ) <sup>e</sup>                     | 0,2                                  | 0,2                                  | 0,2                                  | 0,2                                  | 0,2                    | 0,2                     |
| Référence pour la vie aquatique (mg/L) <sup>f</sup>                                   | NP                                   | NP                                   | NP                                   | NP                                   | NP                     | NP                      |
| Concentration de référence dans l'eau pour le bétail (mg/L) <sup>g</sup>              | 79                                   | 79                                   | 79                                   | 79                                   | 42                     | 42                      |
| Demi-vie dans les zones saturée et non saturée (jours) <sup>h</sup>                   | NP                                   | NP                                   | NP                                   | NP                                   | NP                     | NP                      |
| Fraction en masse dans le sol <sup>i</sup>  | 0,56                                 | 0,24                                 | 0,14                                 | 0,06                                 | 0,8                    | 0,2                     |
| Fraction en masse dans l'eau <sup>j</sup> – sols à grains grossiers                   | NP                                   | NP                                   | NP                                   | NP                                   | NP                     | NP                      |
| – sols à grains fins  | NP                                   | NP                                   | NP                                   | NP                                   | NP                     | NP                      |
| Fraction en masse dans la vapeur d'eau <sup>j</sup> – sols à grains grossiers         | NP                                   | NP                                   | NP                                   | NP                                   | NP                     | NP                      |
| – sols à grains fins  | NP                                   | NP                                   | NP                                   | NP                                   | NP                     | NP                      |

a – Se reporter à la section 3.6 de CCME (2008).

b – Se reporter à la section 3.7 de CCME (2008).

c – Adapté du groupe de travail américain (Gustafson *et al.*, 1997).

d – Recommandé par le Protocol Improvement Working Group (PIWG).

e – Se reporter à la section 3.5.9 de CCME (2008).

f – Se reporter à la section 4.3.2 de CCME (2008).

g – Se reporter à la section 4.3.3 de CCME (2008).

h – Se reporter aux annexes H et I.

i – Fondée sur les compositions typiques des produits pétroliers.

j – Calculée en fonction de la fraction en masse dans le sol, de la relation de partition à l'équilibre et des propriétés par défaut du sol.

NP – Non précisé (non requis pour cette sous-fraction).

**TABLEAU B-5  
CARACTÉRISTIQUES DES RÉCEPTEURS**

|   | Tout-petit <sup>a</sup> | Adulte <sup>a</sup>   |
|---|-------------------------|-----------------------|
| Poids corporel (p.c.) (kg)  | 16,5                    | 70,7                  |
| Temps d'exposition (TE) (utilisation agricole)                                    | 1                       | 1                     |
| Temps d'exposition (TE) (utilisation résidentielle)                               | 1                       | 1                     |
| Temps d'exposition (TE) (utilisation commerciale) <sup>c</sup>                    | (10/24)*(5/7)*(48/52)   | (10/24)*(5/7)*(48/52) |
| Temps d'exposition (TE) (utilisation industrielle) <sup>c</sup>                   | (10/24)*(5/7)*(48/52)   | (10/24)*(5/7)*(48/52) |
| Taux d'ingestion de sol (TIS) (g/j)   | 0,08                    | 0,02                  |
| Surface exposée des mains (SE <sub>MAINS</sub> ) (m <sup>2</sup> )                | 0,043                   | 0,089                 |
| Surface exposée du corps, sauf les mains (SE <sub>CORPS</sub> ) (m <sup>2</sup> ) | 0,258                   | 0,250                 |
| Charge cutanée (CC) (mg/m <sup>2</sup> -événement)                                |                         |                       |
| Mains (CC <sub>MAINS</sub> )  | 1 000                   | 1 000                 |
| Autres surfaces exposées que les mains (CC <sub>AUTRES</sub> )                    | 100                     | 100                   |
| Fréquence d'exposition (FE) (événements/j)  | 1                       | 1                     |
| Taux d'inhalation (TI) (m <sup>3</sup> /j)  | 9,3                     | 15,8                  |
| Taux d'ingestion d'eau (TI <sub>E</sub> ) (L/j)                                   | 0,6                     | 1,5                   |

(d'après CCME, 2006, à moins d'indication contraire)

a Les tout-petits sont les récepteurs critiques pour les utilisations agricole, résidentielle et commerciale des terrains.

b Les adultes sont les récepteurs critiques pour l'utilisation industrielle des terrains.

c Le terme d'exposition pour le contact direct est indiqué par (5/7)\*(48/52).

**TABLEAU B-6  
PARAMÈTRES PÉDOLOGIQUES ET HYDROGÉOLOGIQUES PAR DÉFAUT**

| Paramètre   | Symbole        | Type de sol         |                     |
|---|----------------|---------------------|---------------------|
|   |                | À grains grossiers  | À grains fins       |
| Conductivité hydraulique en milieu saturé (m/a)                     | $K_H$          | 320                 | 32 <sup>a</sup>     |
| Gradient hydraulique  | $i$            | 0,028               | 0,028               |
| Alimentation (taux d'infiltration) (m/a)                            | $I$            | 0,28                | 0,20                |
| Fraction de carbone organique (g/g)                                 | $f_{CO}$       | 0,005               | 0,005               |
| Densité apparente du sol ( $g/cm^3$ )                               | $\rho_b$       | 1,7                 | 1,4                 |
| Teneur en eau ( $M_E/M_S$ )   | $M_E/M_S$      | 0,07                | 0,12                |
| Porosité totale du sol <sup>b</sup>                                 | $n$            | 0,36                | 0,47                |
| Porosité du sol (vides remplis de vapeur) <sup>b</sup>              | $\theta_a$     | 0,241               | 0,302               |
| Porosité du sol (vides remplis d'eau) <sup>b</sup>                  | $\theta_e$     | 0,119               | 0,168               |
| Porosité (vides remplis de vapeur) dans les fissures des fondations | $\theta_{a_c}$ | 0,36                | 0,47                |
| Porosité (vides remplis d'eau) dans les fissures des fondations     | $\theta_{e_c}$ | 0                   | 0                   |
| Perméabilité du sol à la vapeur ( $cm^2$ )                          | $k_v$          | $5 \times 10^{-8c}$ | $1 \times 10^{-9d}$ |

a – Toutes les valeurs sont fondées sur CCME (2006), sauf indication contraire.

b – Calculée en fonction de la densité apparente et de la teneur en eau du sol.

c – Fondée sur des données empiriques de débits de gaz entre le sol et les bâtiments construits sur des sols à grains grossiers.

d – Fondée sur la perméabilité prévue des sols silteux à la vapeur.

**TABLEAU B-7  
CARACTÉRISTIQUES DU LIEU**

| <b>Paramètre</b>  | <b>SYMBOLE</b> | <b>VALEUR</b>   |
|---|----------------|-----------------|
| Largeur de la source de la contamination (m)                      | Y              | 10              |
| Profondeur de la source de contamination (m)                      | Z              | 3               |
| Longueur de la source de contamination (m)                        | X              | 10              |
| Distance à l'eau de surface (m)                                   | x              | 10              |
| Distance à l'utilisateur d'eau potable (m)                        | x              | 0               |
| Distance à l'eau servant à abreuver le bétail (m)                 | x              | 0               |
| Distance entre la contamination et la dalle du bâtiment (cm)      | L <sub>T</sub> | 30              |
| Profondeur de l'eau souterraine (nappe phréatique) (m)            | d              | 3               |
| Épaisseur du sol de la zone non saturée sous la contamination (m) | b              | 0               |
| Profondeur de l'aquifère libre (m)                                | d <sub>a</sub> | 5               |
| Température du sol (K)  | T              | 294             |
| Viscosité de la vapeur (g/cm-s)                                   | μ              | 0,000173        |
| Facteur d'ajustement pour la pénétration de vapeurs               | FA             | 10 <sup>b</sup> |

a – Toutes les valeurs sont fondées sur CCME (2006), sauf indication contraire.  
b – Se reporter à la section 3.4.3.2 de CCME (2008).

**TABLEAU B-8**  
**CARACTÉRISTIQUES PAR DÉFAUT DU BÂTIMENT ET VOIE D'EXPOSITION PAR INFILTRATION À L'INTÉRIEUR**

| Paramètre   | Symbole       | Sous-sol –<br>bâtiment<br>résidentiel | Dalle sur<br>terre-plein –<br>bâtiment<br>résidentiel | Dalle sur<br>terre-plein –<br>bâtiment<br>commercial |
|---|---------------|---------------------------------------|---|--|
| Longueur du bâtiment (cm)                                     | $L_B$         | 1 225                                 | 1 225   | 2 000  |
| Largeur du bâtiment (cm)                                      | $W_B$         | 1 225                                 | 1 225   | 1 500  |
| Aire du bâtiment (cm <sup>2</sup> ) <sup>b</sup>              | $A_B$         | $2,7 \times 10^6$                     | $1,5 \times 10^6$                                     | $3,0 \times 10^6$                                    |
| Hauteur du bâtiment (cm) <sup>c</sup>                         | $H_B$         | 360                                   | 360   | 300  |
| Épaisseur des fondations du<br>bâtiment (cm)                  | $L_{fissure}$ | 11,25                                 | 11,25   | 11,25  |
| Profondeur des fondations<br>au-dessous du niveau du sol (cm) | $Z_{fissure}$ | 244                                   | 11,25   | 11,25  |
| Rayon de la fissure (cm)                                      | $r_{fissure}$ | 0,2                                   | 0,2   | 0,26   |
| Aire de la fissure (cm <sup>2</sup> )                         | $A_{fissure}$ | 994,5                                 | 994,5   | 1 846  |
| Longueur du cylindre théorique (cm)                           | $X_{fissure}$ | 4 900                                 | 4 900   | 7 000  |
| Échanges d'air par heure (1/h) <sup>d</sup>                   | ACH           | 0,5                                   | 0,5   | 0,9  |
| Différence de pression (g/cm-s <sup>2</sup> ) <sup>d</sup>    | $\Delta P$    | 40                                    | 40  | 20   |

a – Toutes les valeurs sont fondées sur CCME (2006), sauf indication contraire.

b – Comprend la surface murale du sous-sol.

c – Comprend le sous-sol; la hauteur d'un bâtiment à deux étages est réduite pour tenir compte du mélange incomplet des contaminants entre les étages (fondé sur US EPA, 2003).

d – Se reporter à la section 3.4.3.2 de CCME (2006).

**TABLEAU B-9**  
**RÉFÉRENCES EN MATIÈRE DE QUALITÉ DE L'EAU POUR LA VOIE D'EXPOSITION**  
**ÉCOLOGIQUE**

| FRACTION<br>D'HYDROCARBURES<br>PÉTROLIERS                     | RÉFÉRENCE POUR<br>LA VIE AQUATIQUE<br><br>(mg/L) | RÉFÉRENCE POUR<br>L'ABREUVEMENT DU<br>BÉTAIL<br><br>(mg/L) |
|---|--|--|
| F1  | NP   | 5,3  |
| Composés<br>aliphatiques C <sub>&gt;6</sub> -C <sub>8</sub>   | 0,0465   | NP   |
| Composés<br>aliphatiques C <sub>&gt;8</sub> -C <sub>10</sub>  | 0,0076   | NP   |
| Composés<br>aromatiques C <sub>&gt;8</sub> -C <sub>10</sub>   | 0,14   | NP   |
| F2  | NP   | 4,9  |
| Composés<br>aliphatiques C <sub>&gt;10</sub> -C <sub>12</sub> | 0,0018   | NP   |
| Composés<br>aliphatiques C <sub>&gt;12</sub> -C <sub>16</sub> | 0,000074   | NP   |
| Composés<br>aromatiques C <sub>&gt;10</sub> -C <sub>12</sub>  | 0,096  | NP   |
| Composés<br>aromatiques C <sub>&gt;12</sub> -C <sub>16</sub>  | 0,0554   | NP   |
| F3  | NP   | 7,9  |
| F4  | NP   | 4,2  |

NP – Non précisé.

## ANNEXE C : EXIGENCES LIÉES À L'ÉVALUATION DE NIVEAU 2

### C.1 Conditions physiques

Avant de procéder à des ajustements de Niveau 2 pour un lieu, il est d'abord nécessaire d'obtenir des données détaillées sur les conditions physiques du lieu. Plus précisément, il est essentiel de mesurer les principaux paramètres ajustables par l'utilisateur qui ont un rapport direct avec les voies d'exposition actives d'un lieu.

#### *Dimensions de la source*

- Longueur du lieu – Ce paramètre désigne la longueur totale du panache de la contamination par les hydrocarbures pétroliers dans la direction parallèle à la direction principale de l'écoulement des eaux souterraines. La longueur du lieu, qui est déterminée en fonction des données d'analyse du sol, sert aux voies d'exposition liées à la protection de l'eau souterraine. Un accroissement de cette longueur fait diminuer les seuils du Niveau 2.
- Largeur du lieu – Ce paramètre désigne la largeur totale du panache de la contamination par les hydrocarbures pétroliers dans la direction perpendiculaire à la direction principale de l'écoulement des eaux souterraines. La largeur du lieu, qui est déterminée en fonction des données d'analyse du sol, sert aux voies d'exposition liées à la protection de l'eau souterraine dans le cas d'un transport latéral. Un accroissement de cette largeur fait diminuer les seuils du Niveau 2. Ce paramètre n'est pas un paramètre sensible dans le modèle.
- Profondeur de l'eau souterraine – Ce paramètre, qui est mesuré à l'aide de puits de surveillance des eaux souterraines, est important pour déterminer la texture principale du sol. La relation entre la profondeur de l'eau souterraine et la profondeur de la contamination par les hydrocarbures pétroliers influe sur les voies d'exposition liées à la protection de l'eau souterraine. Étant donné que la profondeur de l'eau souterraine varie au fil du temps, il est habituellement nécessaire de prendre plusieurs mesures.
- Profondeur et épaisseur de la contamination – Ces paramètres sont déterminés à l'aide des données d'analyse (éventuellement corroborées par les méthodes de détection). La profondeur de la contamination a une incidence sur la voie d'exposition par inhalation de vapeurs, car un accroissement de la distance de séparation entre la source et le récepteur fait augmenter les seuils du Niveau 2. L'épaisseur de la contamination, conjointement avec la profondeur de la contamination et la profondeur de l'eau souterraine, influe sur les voies d'exposition liées à la protection de l'eau souterraine. En outre, l'accroissement de la distance de séparation entre la zone de contamination et l'eau souterraine entraîne une augmentation des seuils du Niveau 2.

#### *Paramètres hydrologiques*

- Alimentation – Ce paramètre désigne les précipitations dont on soustrait le ruissellement et l'évapotranspiration. Il est possible d'obtenir les données sur les

précipitations annuelles d'une région en particulier en consultant les normales climatiques préparées par Environnement Canada (2002). Le ruissellement et l'évapotranspiration sont difficiles à mesurer et sont influencés par de nombreux facteurs. Les valeurs par défaut sont fondées sur des valeurs de ruissellement et d'évapotranspiration qui représentent 80 % (sols à grains grossiers) ou 85 % (sols à grains fins) des précipitations totales. Si on prévoit que les conditions particulières d'un lieu auront une forte influence, ce paramètre ne peut être considéré comme un paramètre principal ajustable par l'utilisateur à moins qu'il ne soit possible d'obtenir des données justifiables propres au lieu. Les administrations peuvent définir des valeurs d'alimentation acceptables pour des régions en particulier. Des valeurs élevées d'alimentation de l'aquifère contribuent à diminuer les seuils du Niveau 2.

#### *Paramètres hydrogéologiques et pédologiques*

- Densité apparente du sol – Ce paramètre est déterminé à partir de la masse et du volume d'un échantillon de sol non remanié ou au moyen de méthodes géophysiques. Il est lié à la porosité totale du sol et, tout comme la teneur en eau, il a une incidence sur la porosité humide (vides remplis d'eau). Il influence la voie d'exposition par inhalation de vapeurs, particulièrement à mesure qu'augmente la distance entre la source et le récepteur. La densité apparente a également une incidence sur les voies d'exposition liées à la protection de l'eau souterraine. L'augmentation de la densité apparente du sol a généralement un effet positif sur les seuils du Niveau 2; toutefois, comme elle se répercute aussi sur les relations de partition des contaminants, l'effet contraire peut parfois se produire en ce qui a trait à l'inhalation de vapeurs si la source et le récepteur sont rapprochés. La densité apparente doit être mesurée dans toutes les strates de sol pertinentes, y compris celles de la zone contaminée pour la relation de partition et de la zone vadose (zone non saturée) pour la modélisation du transport des vapeurs, ainsi que dans l'aquifère pour la modélisation du transport latéral des eaux souterraines.
- Teneur en eau du sol (zone non saturée) – Ce paramètre est mesuré en laboratoire en calculant la masse d'un échantillon de sol avant et après son séchage au four. Tout comme la densité apparente, il influe sur la porosité humide (vides remplis d'eau) du sol. La teneur en eau a des effets semblables à la densité apparente du sol sur la voie d'exposition par inhalation de vapeurs et les voies d'exposition liées à la protection de l'eau souterraine. Comme la porosité humide utilisée dans les modèles s'applique à la zone non saturée, il faut donc recueillir des données sur la teneur en eau dans la zone au-dessus de la nappe phréatique. La teneur en eau dans la zone contaminée influence la relation de partition et la teneur en eau entre la contamination et le bâtiment influence le transport de la vapeur. Il faut mentionner que la teneur en eau peut varier dans l'espace et au fil du temps; il est donc nécessaire de recueillir suffisamment de données pour caractériser la variation spatiale et temporelle de la teneur en eau. Par ailleurs, la capacité au champ du sol peut servir à estimer sa teneur en eau.
- Conductivité hydraulique en milieu saturé – Ce paramètre est mesuré au moyen d'essais par pompage de la nappe ou d'essais de puits. Il a une incidence sur les voies d'exposition liées à la protection de l'eau souterraine. Une conductivité hydraulique

élevée en milieu saturé fait augmenter les seuils du Niveau 2 visant à protéger l'eau potable et l'eau servant à l'abreuvement du bétail s'il n'y a aucune distance de recul jusqu'au récepteur, et ce, en raison d'une augmentation de la dispersion et de la dilution des hydrocarbures pétroliers. Par contre, elle fait diminuer les seuils du Niveau 2 visant à protéger la vie aquatique (et les autres voies d'exposition liées à l'eau souterraine si une distance de recul est utilisée), car les hydrocarbures pétroliers sont alors transportés plus rapidement.

- Gradient hydraulique – Ce paramètre est déterminé par la pente moyenne de la surface de la nappe, en fonction des élévations de l'eau souterraine mesurées sur place. Une modification du gradient hydraulique a des effets semblables à une modification de la conductivité hydraulique.
- Fraction de carbone organique – Ce paramètre est mesuré au moyen d'une méthode de laboratoire acceptable (p. ex. four à induction Leco). Très important pour les relations de partition des contaminants, il influe grandement sur la voie d'exposition par inhalation de vapeurs et les voies d'exposition liées à la protection de l'eau souterraine. Plus la fraction de carbone organique est élevée, plus le seuil de Niveau 2 l'est également. Ce paramètre doit être mesuré dans la zone de partition des contaminants (généralement à proximité de la nappe phréatique). Lorsque la contamination n'atteint pas les eaux souterraines et que la partition se produit au-dessus de la nappe phréatique, la fraction de carbone organique doit également être mesurée dans la zone saturée si le transport latéral des eaux souterraines fait l'objet d'une modélisation. Elle doit être mesurée dans un sol non contaminé qui, autrement, ressemble le plus possible au sol contaminé étant donné que la présence d'hydrocarbures pétroliers peut donner une mesure faussement élevée.

#### *Paramètres liés au transport des vapeurs*

- Perméabilité du sol à la vapeur – Ce paramètre est mesuré au moyen d'essais à l'air comprimé sur le terrain ou il est estimé en fonction de la conductivité hydraulique, de la teneur en eau et de la porosité totale (US EPA, 1997c). Il influe sur la composante flux d'advection de la voie d'exposition par inhalation de vapeurs. En effet, une perméabilité accrue à la vapeur fait baisser les seuils du Niveau 2. Ce paramètre doit donc être mesuré à proximité des fondations du bâtiment. Étant donné que la teneur en eau du sol l'influence, il est nécessaire de recueillir suffisamment de données pour caractériser la variation spatiale et temporelle de la perméabilité du sol à la vapeur.

Il incombe à l'évaluateur de démontrer que les données recueillies sont représentatives du lieu. Il est généralement nécessaire de prélever plusieurs échantillons afin d'obtenir une valeur justifiable pour les ajustements de Niveau 2.

En plus de ces caractéristiques souterraines, il est nécessaire de mesurer la distance à tout plan d'eau de surface à proximité dans le cas des ajustements de Niveau 2 qui concernent la protection contre tout écoulement d'eaux souterraines dans un plan d'eau de surface.

## **C.2 Caractérisation de la contamination**

Au Niveau 2, encore plus qu'au Niveau 1, il est essentiel de connaître la profondeur de la zone de sol contaminée ainsi que les dimensions de la zone de contamination : longueur (parallèlement à l'écoulement des eaux souterraines), largeur (perpendiculairement à l'écoulement des eaux souterraines) et épaisseur. Les dimensions de la zone de contamination par les hydrocarbures pétroliers ont une incidence sur les voies d'exposition liées à la protection de l'eau souterraine. Ainsi, une zone de contamination plus importante contribue à faire diminuer les seuils du Niveau 2.

Les données propres au lieu sur la composition des fractions d'hydrocarbures pétroliers peuvent également servir de base aux ajustements de Niveau 2. La plupart des laboratoires peuvent représenter les résultats d'analyse des hydrocarbures pétroliers sous la forme d'un histogramme du carbone qui permet d'ajuster la proportion relative de chaque sous-fraction dans les quatre fractions d'hydrocarbures pétroliers. En règle générale, ces histogrammes ne font aucune distinction entre les hydrocarbures aliphatiques et les hydrocarbures aromatiques. Ainsi, un rapport 80 %:20 % doit être présumé (80 % de composés aliphatiques et 20 % de composés aromatiques pour chaque fraction, comme l'indique le document du CCME, 2008). Certaines analyses, comme celles effectuées à l'aide d'une méthode d'analyse complète telle la chromatographie en phase gazeuse couplée à la spectrométrie de masse, fourniront des données sur des composés en particulier, ce qui permettra de rajuster le ratio des composés aliphatiques et des composés aromatiques. Avant d'utiliser les données propres au lieu sur la composition des hydrocarbures pétroliers en vue d'un ajustement de Niveau 2, le promoteur doit s'assurer que les données sur la composition utilisées de façon prudente reflètent l'intervalle des compositions observées sur le terrain. Dans certains cas, il pourrait être utile d'effectuer des calculs pour le Niveau 2 à l'aide de l'ensemble des analyses disponibles pour le lieu afin de déterminer les valeurs les plus prudentes. Il est généralement nécessaire de procéder à une multitude d'analyses de la composition pour justifier un ajustement de Niveau 2.

## **C.3 Mesures aux points d'exposition**

Au Niveau 2, certaines autorités peuvent autoriser la mesure des concentrations d'hydrocarbures pétroliers à des points d'exposition ou à des endroits situés à proximité de ces points. Ainsi, des mesures seraient prises aux points d'exposition mêmes, par exemple dans l'air du bâtiment, dans l'eau potable d'un puits ou dans un plan d'eau de surface adjacent ainsi qu'à des endroits intermédiaires le long d'une voie d'exposition ou de transport.

### ***Mesures aux points d'exposition***

Les concentrations dans l'air d'un bâtiment sont généralement mesurées à l'aide d'une pompe d'échantillonnage de l'air ou d'une boîte sous vide. Le temps d'échantillonnage (et donc le volume) doit être fixé de façon à ce que le seuil de détection analytique soit considérablement inférieur aux concentrations de référence pour les fractions

d'hydrocarbures pétroliers, mais suffisamment élevé pour empêcher le milieu d'échantillonnage de devenir saturé d'hydrocarbures pétroliers.

Les échantillons prélevés dans un puits d'eau potable (ou, autrement, les échantillons d'eau prélevés directement du robinet) en vue de mesurer les concentrations d'hydrocarbures pétroliers doivent être recueillis dans des contenants propres et vides. Les échantillons doivent être recueillis en laissant l'eau s'écouler à faible débit pour s'assurer que les hydrocarbures volatils ne s'évaporent pas. Les échantillons d'eau de surface doivent être recueillis sur les bords du plan d'eau adjacent à la zone de contaminée par les hydrocarbures pétroliers. Les résultats d'analyse peuvent être comparés aux niveaux cibles établis pour l'eau potable (fondés sur la dose de référence, l'ingestion d'eau et le poids corporel des récepteurs humains), la vie aquatique ou l'abreuvement du bétail, selon le cas.

L'avantage des mesures prises aux points d'exposition est qu'elles permettent d'éliminer une bonne partie de l'incertitude et de la prudence inhérentes à la modélisation du transport d'un mélange chimique et mesurent plutôt les concentrations auxquelles les récepteurs sont réellement exposés. Cependant, les concentrations d'hydrocarbures pétroliers mesurées aux points d'exposition, qui peuvent être soumises à des variations saisonnières, ne sont peut-être pas en équilibre avec les concentrations du sol au moment de la prise des mesures. Par conséquent, il est fort probable qu'une surveillance continue soit de rigueur. En outre, les mesures prises aux points d'exposition pour un bâtiment ou un puits d'eau en particulier ne s'appliqueront pas nécessairement dans le futur en cas de réaménagement du lieu ou d'installation d'un nouveau puits d'eau potable. Ces mesures n'entraîneront généralement pas la fermeture inconditionnelle du lieu, mais elles peuvent être utilisées conjointement avec les activités permanentes d'assainissement et de gestion des risques afin de s'assurer que les risques immédiats pour la santé ou l'environnement sont acceptables.

Il faut mentionner que les mesures prises aux points d'exposition ne renseignent pas sur la source de contamination et qu'il est possible que d'autres sources viennent influencer les concentrations mesurées. Cette possibilité est particulièrement préoccupante lorsqu'il est probable que les concentrations admissibles en fonction de critères sanitaires soient relativement faibles par rapport aux sources d'hydrocarbures pétroliers de fond, comme les hydrocarbures mesurés dans l'air à l'intérieur d'un bâtiment, où la contribution des matériaux de construction, des solvants, des véhicules, du tabac et des produits de consommation peut être importante. Ainsi, les mesures prises dans l'air intérieur d'un bâtiment ne devraient pas être le seul fondement à des ajustements de Niveau 2.

### ***Mesures intermédiaires le long des voies d'exposition***

Parmi les mesures prises aux points d'exposition, mentionnons celles des concentrations d'hydrocarbures pétroliers prises à des points d'exposition intermédiaires le long des voies de transport. La mesure la plus évidente est celle des hydrocarbures pétroliers prise dans les vapeurs du sol au-dessous de la dalle d'un bâtiment ou celle prise dans les eaux souterraines s'écoulant dans la zone contaminée ou dans la zone en aval (souvent à la

limite de la propriété). Comme pour les mesures prises aux points d'exposition, il est préférable d'utiliser ces mesures conjointement avec des activités permanentes d'assainissement ou de gestion des risques, car les concentrations d'hydrocarbures pétroliers dans les vapeurs du sol ou les eaux souterraines ne sont peut-être pas à l'état d'équilibre et peuvent subir des variations saisonnières. Néanmoins, contrairement aux mesures prises aux points d'exposition, ces valeurs reflètent réellement la source de contamination par les hydrocarbures pétroliers et risquent moins d'être influencées par des sources non pétrolières.

Le fait de mesurer les concentrations d'hydrocarbures pétroliers dans les vapeurs du sol permet d'éliminer l'incertitude associée à la partition des hydrocarbures dans les phases d'adsorption, de dissolution et de vapeur. Cependant, parce qu'il peut être compliqué et difficile d'obtenir des échantillons représentatifs dans les vapeurs du sol, ce processus requiert donc beaucoup de planification et une grande expertise technique comparativement à ce qui est nécessaire à la collecte d'échantillons de sol. Les mesures doivent être prises dans un puits de vapeur à un point déterminé. Les directives concernant la surveillance des vapeurs peuvent varier; toutefois, on ne peut généralement pas se fier aux échantillons recueillis en zones trop peu profondes (p. ex. à moins de 1 m au-dessous des fondations ou de la dalle d'un bâtiment donné) pour estimer les concentrations réelles dans un bâtiment. Par contre, les vapeurs du sol peuvent être mesurées dans la zone de partition (juste au-dessus de la nappe phréatique). Les échantillons sont recueillis à l'aide d'un appareil tel qu'une pompe d'échantillonnage de l'air ou une boîte sous vide. Le choix de plusieurs points d'échantillonnage plutôt qu'un seul est préférable pour s'assurer que les concentrations maximales sont mesurées dans les vapeurs du sol. En règle générale, il faut recueillir plusieurs échantillons au fil du temps afin de démontrer que les concentrations mesurées dans les vapeurs au point d'échantillonnage n'augmentent pas. Au moment de rédiger le présent document, le CCME n'avait pas encore élaboré de protocole sur l'échantillonnage des gaz du sol. Certaines administrations pourraient élaborer ou adopter de tels protocoles. Or, faute d'un protocole défini, l'administration ayant autorité sur le lieu visé doit être consultée concernant l'acceptabilité des mesures dans les vapeurs du sol et les exigences liées aux programmes de surveillance de ces vapeurs. L'utilisation des concentrations mesurées dans les vapeurs du sol au Niveau 2 est examinée plus en détail à l'annexe D.

De même, le fait de mesurer les concentrations d'hydrocarbures pétroliers dans les eaux souterraines permet d'éliminer l'incertitude entourant la partition des contaminants, mais il ne tient pas nécessairement compte des conditions qui ne sont pas à l'état d'équilibre. Les concentrations mesurées dans les eaux souterraines peuvent ensuite être utilisées avec un modèle approprié de transport dans la zone saturée (voir l'annexe D) ou être comparées directement avec les niveaux cibles pour les récepteurs. Pour ce qui est des vapeurs du sol, il est généralement nécessaire de définir plusieurs points d'échantillonnage et différents temps d'échantillonnage.

#### **C.4 Autres paramètres ajustables par l'utilisateur**

Plusieurs autres paramètres ajustables par l'utilisateur (désignés par l'appellation d'« autres paramètres ajustables au Niveau 2 ») peuvent également être mesurés. Toutefois, ces paramètres nécessitent habituellement une certaine forme de gestion permanente, sans quoi ils sont difficiles à mesurer avec précision et fiabilité. Chaque autorité aura toute latitude pour décider si ces paramètres peuvent être ajustés au Niveau 2.

Les autres paramètres comprennent notamment les caractéristiques du bâtiment, dont certaines sont relativement faciles à mesurer. Il faut néanmoins retenir que même les paramètres facilement mesurables ont été modifiés pour tenir compte d'autres hypothèses non incluses dans le modèle et devant être prises en considération lors de l'ajustement de tout paramètre. Par exemple, la hauteur des bâtiments a été ajustée pour tenir compte d'un mélange incomplet et elle ne pourrait être facilement modifiée sans que ce facteur ne soit pris en considération.

D'autres caractéristiques des bâtiments, comme le taux d'échange d'air, la différence de pression entre les gaz à l'intérieur d'un bâtiment et les gaz dans le sol, et l'aire des fissures, sont moins facilement mesurables; elles ne doivent donc être ajustées que s'il est possible de justifier une valeur différente. Si on a recours aux caractéristiques des bâtiments propres au lieu, tous les bâtiments potentiellement touchés doivent être considérés. Le recours à ces caractéristiques exige une gestion permanente ou l'imposition de restrictions pour s'assurer que les bâtiments futurs respectent les mêmes conditions.

Le recul latéral ayant trait au récepteur inhalation de vapeurs constitue un autre paramètre ajustable par l'utilisateur; l'ajustement de ce paramètre requiert une gestion permanente ou l'imposition de restrictions de sorte qu'aucun bâtiment ne soit par la suite construit dans les limites de la distance de recul latéral présumée. Tel qu'il a déjà été mentionné, le transport des vapeurs n'est pas considéré comme étant efficace au-delà d'une distance de 30 m, à moins qu'on soit en présence de facteurs d'exclusion comme des voies de migration préférentielles ou une surface peu perméable.

D'autres paramètres comme la profondeur (épaisseur) de l'aquifère libre sont moins facilement mesurables et sont donc rarement ajustés au Niveau 2.

## ANNEXE D : AJUSTEMENTS DE NIVEAU 2

### D.1 Paramètres ajustables au Niveau 2

#### *Principaux paramètres ajustables au Niveau 2*

Les principaux paramètres ajustables par l'utilisateur sont ceux qui servent à calculer les seuils du Niveau 2 et qui sont facilement remplaçables par des données propres au lieu. Ces paramètres peuvent être facilement mesurés ou estimés et ne nécessiteront habituellement pas l'imposition d'impératifs de gestion. Les principaux paramètres ajustables par l'utilisateur, ainsi que les intervalles types observés, sont résumés au tableau D-1.

#### *Autres paramètres ajustables au Niveau 2*

Les différentes autorités peuvent, à leur gré, autoriser la modification des autres paramètres ajustables par l'utilisateur au Niveau 2. Il s'agit de paramètres qui sont difficiles à mesurer ou à estimer, ou qui imposent des restrictions futures en matière de gestion du lieu. Ces paramètres sont énumérés au tableau D-2.

### D.2 Procédures liées aux ajustements de Niveau 2

Les équations servant à définir les seuils du Niveau 2 pour les voies d'exposition liées à la santé humaine sont présentées ci-après. Pour calculer ces seuils, il faut tenir compte de toutes les voies d'exposition pertinentes. Le seuil de Niveau 2 établi pour chaque fraction correspond au plus bas seuil calculé pour l'ensemble des voies d'exposition.

Les valeurs par défaut de tous les paramètres des équations sont présentées à l'annexe B. Il faut les utiliser, sauf dans le cas des paramètres ajustables par l'utilisateur, pour lesquels il est possible de se servir de valeurs propres au lieu. Les principaux paramètres ajustables par l'utilisateur et les intervalles de valeurs conseillés, ainsi que les autres paramètres ajustables par l'utilisateur, sont présentés aux tableaux D-1 et D-2. Les tableaux D-3 et D-4 illustrent l'influence des principaux paramètres ajustables du Niveau 2 sur les seuils correspondants qui en découlent. Par souci de commodité, tous les principaux paramètres ajustables par l'utilisateur sont indiqués en **caractères gras** ci-après.

Afin d'obtenir les seuils du Niveau 2 pour chaque fraction d'hydrocarbures pétroliers, il faut d'abord calculer les objectifs concernant chacune des sous-fractions selon le coefficient de pondération du sol approprié (0,5 pour F1 et F2, 0,6 pour F3 et 0,8 pour F4). Ce coefficient est de 1 pour toutes les voies d'exposition liées à la protection de l'eau souterraine. Les objectifs liés aux sous-fractions doivent ensuite être combinés compte tenu de la fraction en masse dans la fraction, selon l'algorithme suivant :

$$RQS_{fraction_i} = \frac{1}{\sum RQS_{sous-fraction_j} \frac{FM_{sous-fraction_j}}{RQS_{sous-fraction_j}}}$$

- $RQS_{fraction_i}$  = recommandation en matière de qualité du sol pour la fraction  $i$  (mg/kg)  
 $RQS_{sous-fraction_j}$  = recommandation en matière de qualité du sol (mg/kg) pour chaque sous-fraction de la fraction  $i$  applicable au coefficient de pondération du sol approprié pour la fraction  $i$   
 $FM_{sous-fraction_j}$  = **fraction en masse de chaque sous-fraction dans la fraction  $i$**

Il faut mentionner qu'en plus des voies d'exposition humaines et écologiques, les « seuils de perturbation » décrits dans le document du CCME (2008) doivent également être considérés pour tenir compte des autres risques liés aux hydrocarbures pétroliers, notamment la formation de produits libres, les considérations d'ordre esthétique et les dangers d'explosion.

**Voie d'exposition par contact direct (ingestion de sol + contact avec la peau)**

$$RQS_{cd} = \frac{(DJA - DJE) \times CPS \times p.c.}{\left[ (FA_G \times TIS) + (FA_C \times \{SE_M \cdot CC_M + SE_C \cdot CC_A\} \cdot FE) \right] \times TE} + CFS$$

- où
- $RQS_{CD}$  = recommandation en matière de qualité du sol pour le contact direct (mg/kg)
  - DJA = dose journalière admissible (dose de référence) (mg/kg/j)
  - DJE = dose journalière estimée (mg/kg/j)
  - CPS = coefficient de pondération du sol (sans unité)
  - p.c. = poids corporel (kg)
  - TIS = taux d'ingestion de sol (kg/j)
  - $FA_G$  = facteur d'absorption gastrointestinale (sans unité)
  - $FA_C$  = facteur d'absorption cutanée (sans unité)
  - $SE_M$  = surface exposée des mains (m<sup>2</sup>)
  - $SE_C$  = surface exposée du corps, sauf les mains (m<sup>2</sup>)
  - $CC_M$  = charge cutanée de sol par les mains (mg/m<sup>2</sup>-événement)
  - $CC_A$  = charge cutanée de sol par d'autres surfaces cutanées (mg/m<sup>2</sup>-événement)
  - FE = fréquence d'exposition (événements/j)
  - TE = terme d'exposition (sans unité) (en fonction des jours/semaine et des semaines/année passées sur place; les heures/jour ne sont pas prises en compte)
  - CFS = concentration de fond dans le sol (mg/kg)

**L'équation de la voie d'exposition par contact direct ne comporte aucun paramètre principal ou autre paramètre ajustable au Niveau 2.**

### ***Infiltration à l'intérieur et voie d'exposition par inhalation***

Il existe des progiciels commerciaux et grand public qui sont rapides et faciles à utiliser pour calculer les seuils du Niveau 2 relatifs à la voie d'exposition par inhalation de vapeurs à l'intérieur. L'utilisateur doit s'assurer que le progiciel employé s'appuie sur les équations présentées précédemment, soit l'équation 21 proposée par Johnson et Ettinger (1991). Certains progiciels devront être modifiés ou « déverrouillés » pour faciliter les calculs du Niveau 2. Par exemple, certains sont fondés sur une version du modèle de Johnson et d'Ettinger dans laquelle le flux d'advection a été éliminé; **le flux d'advection doit être considéré au Niveau 2.**

Une version du modèle de Johnson et d'Ettinger qui tient compte du flux d'advection a été incorporée dans le tableur de Niveau 2 du standard pancanadien relatif aux hydrocarbures pétroliers dans le sol, qui est accessible à l'adresse suivante : [http://www.ccme.ca/ourwork/soil.fr.html?category\\_id=43](http://www.ccme.ca/ourwork/soil.fr.html?category_id=43). Au moment de rédiger le présent document, ce tableur n'avait pas été mis à jour pour le standard pancanadien de 2008; par conséquent, les paramètres d'entrée par défaut du modèle ne reflètent peut-être pas les valeurs par défaut actuelles.

Le détail des calculs est fourni ci-après. L'équation diffère de celle proposée par le CCME (2006), car elle inclut un facteur d'ajustement qui tient compte des différences entre les concentrations de vapeurs d'hydrocarbures pétroliers qui ont été mesurées et calculées. Il revient aux autorités de décider de la façon d'utiliser le facteur d'ajustement pour les nouveaux calculs du Niveau 2. L'utilisateur doit consulter les autorités compétentes avant d'appliquer l'équation.

$$RQS = [(CR - C_a) \{ \theta_e + (K_{CO})(f_{CO})(\rho_b) + (H')(\theta_a) \} (CPS)(FA)(FD)(10^3 \text{ g/kg})] / [(H')(\rho_b)(TE)(10^6 \text{ cm}^3/\text{m}^3)] + CFS$$

|    |                  |   |
|----|------------------|---|
| où | RQS <sub>i</sub> | = recommandation en matière de qualité du sol pour l'infiltration d'hydrocarbures pétroliers volatils à l'intérieur établie à l'aide de CRf (mg/kg) |
|    | DJA              | = dose journalière admissible (dose de référence) (mg/kg/j)   |
|    | DJE              | = dose journalière estimée (mg/kg/j)  |
|    | CR               | = concentration de référence dans l'air (mg/m <sup>3</sup> )  |
|    | C <sub>a</sub>   | = concentration de fond dans l'air intérieur ou extérieur (mg/m <sup>3</sup> )  |
|    | CPS              | = coefficient de pondération du sol (sans unité)  |
|    | FA               | = facteur d'ajustement (sans unité)   |
|    | θ <sub>e</sub>   | = <b>porosité humide (vides remplis d'eau) (sans unité)</b>   |
|    | θ <sub>a</sub>   | = <b>porosité humide (vides remplis de vapeur) (sans unité)</b>   |
|    | K <sub>CO</sub>  | = coefficient de partage du carbone organique (mL/g)  |
|    | f <sub>CO</sub>  | = <b>fraction de carbone organique (g/g)</b>  |
|    | ρ <sub>b</sub>   | = <b>densité apparente sèche (g/cm<sup>3</sup>)</b>   |

|                 |  |
|-----------------|--|
| H'              | = constante de la loi de Henry sans unité = H/RT   |
| H               | = constante de la loi de Henry (atm·m <sup>2</sup> /mol)   |
| R               | = constante des gaz parfaits (8,2 × 10 <sup>-5</sup> atm·m <sup>2</sup> /mol·°K)                             |
| T               | = température absolue (K)  |
| FD <sub>i</sub> | = facteur de dilution entre les gaz du sol et l'air intérieur (sans unité)<br><i>voir le calcul ci-après</i> |
| TE              | = terme d'exposition (sans unité)  |
| CFS             | = concentration de fond dans le sol (mg/kg)  |

Calcul du FD pour la voie d'exposition par infiltration à l'intérieur :

$$FD_i = \frac{1}{\alpha}$$

FD<sub>i</sub> = facteur de dilution entre la concentration dans les gaz du sol et la concentration dans l'air à l'intérieur (sans unité)

α = coefficient d'atténuation  
= (concentration gazeuse du contaminant dans le bâtiment)/(concentration gazeuse à la source de contamination)

Le coefficient d'atténuation est calculé à l'aide du modèle élaboré par Johnson et Ettinger (1991). Les flux d'advection et de diffusion dans le bâtiment sont pris en considération pour les sols à grains grossiers comme pour les sols à grains fins. Selon les valeurs des paramètres par défaut, le flux d'advection est le flux dominant dans le bâtiment dans le cas des sols à grains grossiers, tandis que les flux d'advection et de diffusion ont tous deux une incidence sur le facteur d'atténuation dans le cas des sols à grains fins.

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

D<sub>T</sub><sup>eff</sup> = coefficient de diffusion efficace en milieu poreux (cm<sup>2</sup>/s) – calculé ci-après  
A<sub>B</sub> = aire du bâtiment exposée au sol, y compris la surface murale du sous-sol (cm<sup>2</sup>)  
Q<sub>B</sub> = taux de renouvellement d'air du bâtiment (cm<sup>3</sup>/s) – calculé ci-après  
L<sub>T</sub> = **distance entre la source de contamination et les fondations (cm)**  
Q<sub>sol</sub> = débit d'écoulement volumétrique des gaz du sol dans le bâtiment (cm<sup>3</sup>/s) – calculé ci-après

$L_{fissure}$  = épaisseur des fondations (cm)

$D^{fissure}$  = coefficient de diffusion efficace vapeur-pression par les fissures (cm<sup>2</sup>/s) –  
calculé ci-après

$A_{fissure}$  = aire des fissures par lesquelles les vapeurs contaminées pénètrent dans le bâtiment (cm<sup>2</sup>)

$$D_T^{eff} \approx D_a \left( \frac{\theta_a^{10/3}}{n^2} \right)$$

$D_T^{eff}$  = coefficient de diffusion efficace total en milieu poreux selon les concentrations gazeuses pour la région située entre la source et les fondations (cm<sup>2</sup>/s)

$D_a$  = diffusivité moléculaire des composés purs dans l'air (cm<sup>2</sup>/s)

$\theta_a$  = **porosité gazeuse (vides remplis d'air) (sans unité)**

$n$  = **porosité totale du sol (sans unité)**

$$D^{fissure} \approx D_a \cdot \left( \frac{\theta_{a-f}^{10/3}}{n_f^2} \right)$$

$D^{fissure}$  = coefficient de diffusion efficace par les fissures dans les fondations (cm<sup>2</sup>/s)

$D_a$  = diffusivité moléculaire des composés purs dans l'air (cm<sup>2</sup>/s)

$\theta_{a-f}$  = **porosité gazeuse (vides remplis d'air) des fissures des fondations remplies de sol (sans unité)**

$n_f$  = **porosité totale du sol dans les fissures des fondations (sans unité)**

*Remarque : On présume que le sol dans les fissures des fondations est sec; ainsi, la porosité gazeuse (vides remplis d'air) est égale à la porosité totale dans ce cas. On présume que la porosité totale est égale à la porosité du sol sous-jacent.*

$$Q_B = \frac{L_B \cdot W_B \cdot H_B \cdot CAH}{3600s/h}$$

$Q_B$  = taux de renouvellement d'air du bâtiment (cm<sup>3</sup>/s)

$L_B$  = longueur du bâtiment (cm)

$W_B$  = largeur du bâtiment (cm)

$H_B$  = hauteur du bâtiment, y compris le sous-sol (cm)

$CAH$  = changements d'air par heure (h<sup>-1</sup>)

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

- $Q_{sol}$  = débit d'écoulement volumétrique des gaz du sol dans le bâtiment (cm<sup>3</sup>/s)  
 $\Delta P$  = différence de pression (g/cm·s<sup>2</sup>)  
 $k_v$  = **perméabilité du sol au flux de vapeur (cm<sup>2</sup>)**  
 $X_{fissure}$  = longueur du cylindre théorique (cm)  
 $\mu$  = viscosité de la vapeur (g/cm·s)  
 $Z_{fissure}$  = distance entre la sous-fondation et le cylindre théorique (cm)  
 $r_{fissure}$  = rayon du cylindre théorique (cm)

### ***Protection de l'eau souterraine (eau souterraine potable, vie aquatique et abreuvement du bétail)***

Le modèle des eaux souterraines proposé dans le protocole du CCME (2006), qui est adapté du modèle des eaux souterraines élaboré par le ministère de l'Environnement de la Colombie-Britannique (BC Environment, 1996), comprend quatre éléments :

- Partition sol/lixiviat (DF1)
- Transport du lixiviat dans la zone non saturée (DF2)
- Mélange et dilution du lixiviat au niveau de la nappe phréatique (DF3)
- Transport latéral des flux d'advection et de dispersion de l'eau souterraine (DF4)

Il est à noter que ces éléments ne s'appliquent pas tous à chacun des scénarios. Plus particulièrement, le transport dans la zone non saturée (DF2) ne s'applique que si la contamination n'est pas en contact avec l'eau souterraine et le transport dans la zone saturée (DF4) ne s'applique que dans le cas d'une séparation latérale entre le lieu restauré et le récepteur eau souterraine. Pour l'établissement des seuils du Niveau 1, on suppose qu'un puits d'eau ou une mare-réservoir pourrait être installé à la limite de la source de contamination (c.-à-d. aucune distance de compensation), tandis qu'on présume qu'une distance compensatoire de 10 m est prévue entre la source de contamination et tout plan d'eau de surface pour assurer la protection de la vie aquatique. Ces distances peuvent être ajustées au Niveau 2.

#### ***Partition sol/lixiviat (DF1)***

La partie du contaminant qui se sépare et se retrouve dans le lixiviat est évaluée à l'aide du modèle standard de partition en trois phases à l'état d'équilibre exposé en détail à l'annexe A du protocole du CCME (2006).

$$RQS_{ES} = C_L \left\{ K_d + \left( \frac{\theta_e + H' \theta_a}{\rho_b} \right) \right\}$$

|            |   |   |
|------------|---|---|
| $RQS_{ES}$ | = | recommandation en matière de qualité du sol pour la protection de l'eau souterraine (mg/kg)<br>(c.-à-d. eau potable, vie aquatique ou eau servant à abreuver le bétail) |
| $C_L$      | = | concentration admissible dans le lixiviat à la source (mg/L) – calculée ci-après  |
| $K_d$      | = | coefficient de distribution ( $\text{cm}^3/\text{g}$ ) = $K_{co} \times f_{co}$   |
| $K_{CO}$   | = | coefficient de partage du carbone organique (mL/g)  |
| $f_{CO}$   | = | <b>fraction de carbone organique (g/g)</b>  |
| $\theta_e$ | = | <b>porosité humide (vides remplis d'eau) (sans unité)</b>   |
| $H'$       | = | constante de la loi de Henry sans unité = $H/RT$  |
| $H$        | = | constante de la loi de Henry ( $\text{atm} \cdot \text{m}^3/\text{mol}$ )   |
| $R$        | = | constante des gaz parfaits ( $8,2 \times 10^{-5} \text{ atm} \cdot \text{m}^2/\text{mol} \cdot \text{K}$ )  |
| $T$        | = | température absolue (K)   |
| $\theta_a$ | = | <b>porosité gazeuse (vides remplis d'air) (sans unité)</b>  |
| $\rho_b$   | = | <b>densité apparente du sol dans la zone de partition des contaminants (<math>\text{g}/\text{cm}^3</math>)</b>  |

*Transport dans la zone non saturée (DF2)*

$$C_L = \frac{C_z}{\exp \left[ \frac{b}{2\partial_{ns}} - \frac{b}{2\partial_{ns}} \left( 1 + \frac{4\partial_{ns} L_{NS}}{v_u} \right)^{1/2} \right]}$$

$$v_{ns} = \frac{I}{\theta_e R_{ns}}; \quad R_{ns} = 1 + \frac{\rho_b}{\theta_e} K_d$$

|       |   |   |
|-------|---|---|
| $C_L$ | = | concentration admissible du produit chimique dans le lixiviat à la source (mg/L)  |
| $C_z$ | = | concentration admissible du produit chimique dans le lixiviat au niveau de la nappe phréatique (mg/L) – calculée ci-après |
| $b$   | = | <b>épaisseur de la zone non saturée au-dessous de la source (m) = d – Z</b>   |
| $d$   | = | <b>profondeur entre la surface et l'eau souterraine (m)</b>   |

- Z** = **profondeur de la partie inférieure de la zone de sol contaminé (m)**  
 $\hat{c}_{ns}$  = dispersivité dans la zone non saturée (m) = 0,1b  
 $L_{NS}$  = constante de décomposition du produit chimique ( $y^{-1}$ ) dans la zone non saturée :

$$L_{NS} = \frac{0,6931}{t_{1/2}^{NS}} \left( e^{-0,07d} \right)$$

- $t_{1/2}^{NS}$  = demi-vie du produit chimique dans la zone non saturée (années)  
 $v_{ns}$  = vitesse effective du lixiviat (m/a)  
**I** = **taux d'infiltration (m/a) = précipitations moins écoulement et évapotranspiration**  
 $\theta_e$  = **porosité humide (vides remplis d'eau) (sans unité)**  
 $R_{ns}$  = valeur Rf dans la zone non saturée (sans unité)  
 $\rho_b$  = **densité apparente du sol dans la zone non saturée ( $g/cm^3$ )**  
 $K_d$  = coefficient de distribution ( $cm^3/g$ ) =  $K_{co} \times f_{co}$   
 $K_{CO}$  = coefficient de partage du carbone organique (mL/g)  
 $f_{CO}$  = **fraction de carbone organique (g/g)**

### *Mélange et dilution du lixiviat au niveau de la nappe phréatique (DF3)*

L'équation de la zone de mélange non saturée/saturée (ci-dessous), qui sert à représenter la dilution du lixiviat dans l'eau souterraine, s'inspire d'une approche par bilan massique qui tient de la migration du produit chimique dans l'eau souterraine sous la source (par infiltration du lixiviat) et loin de la zone de la source (par écoulement de l'aquifère).

L'équation s'appuie sur l'hypothèse selon laquelle le produit chimique est réparti également dans toute la « zone de mélange », alors qu'en réalité la concentration de ce produit n'est pas constante dans toute la zone. On s'attend à une augmentation du mélange vertical aux points d'exposition (puits d'eau, mare-réservoir ou plan d'eau de surface). Par conséquent, l'approche de la zone de mélange est considérée comme une approximation raisonnable aux fins de l'élaboration de recommandations génériques.

$$C_z = C_{es} \left\{ 1 + \left( \frac{Z_d K_H i}{IX} \right) \right\}$$

- $C_z$  = concentration admissible du produit chimique dans le lixiviat au niveau de la nappe phréatique (mg/L)  
 $C_{es}$  = concentration admissible du produit chimique dans l'eau souterraine à la source (mg/L) – calculée ci-après  
 $Z_d$  = épaisseur moyenne de la zone de mélange (m) – calculée ci-après  
 $K_H$  = **conductivité hydraulique dans la zone saturée (m/a)**  
 $i$  = **gradient hydraulique (sans unité)**  
**I** = **taux d'infiltration (m/a) = précipitations moins écoulement et évapotranspiration**

**X** = **longueur de la source parallèlement à l'écoulement de l'eau souterraine (m)**

Calcul de l'épaisseur moyenne de la zone de mélange :

$$Z_d = r + s Z_d \text{ ne peut être supérieure à } d_a$$

**r** = profondeur de mélange en fonction de la dispersion et de la diffusion (m)  
= 0,01 X

**X** = **longueur de la source parallèlement à l'écoulement de l'eau souterraine (m)**

**s** = profondeur de mélange en fonction du taux d'infiltration et du débit d'écoulement de l'eau souterraine (m)

$$s = d_a \left\{ 1 - e^{-\frac{2,178XI}{K_H i d_a}} \right\}$$

**d<sub>a</sub>** = profondeur de l'aquifère libre (m)

**I** = **taux d'infiltration (m/a) = précipitations moins écoulement et évapotranspiration**

**K<sub>H</sub>** = **conductivité hydraulique dans la zone saturée (m/a)**

**i** = **gradient hydraulique (sans unité)**

*Transport latéral de l'eau souterraine (DF4)*

*Remarque : Dans le cas d'un récepteur qui se trouve à la limite de la source de contamination, DF4 = 1 (C<sub>es</sub> = C<sub>e</sub>).*

Le modèle des eaux souterraines inclut l'équation d'analyse de Domenico et Robbins (1984) qui sert à évaluer le transport latéral jusqu'au récepteur en aval. L'application de ce modèle, qui est présenté ci-dessous, suppose qu'aucune dispersion verticale ne se produit en aval de la zone de la source de contamination. Cette hypothèse est « réaliste » (n'a aucun effet significatif sur les résultats du modèle) dans les situations où le contaminant s'est mélangé dans toute l'épaisseur de l'aquifère ou dans les situations où la profondeur de mélange est plutôt importante et la distance au récepteur, plutôt courte, comme pour le scénario par défaut des sols à grains fins. L'hypothèse est raisonnable dans les autres situations.

La version ci-après de l'équation est celle du modèle à l'état d'équilibre (c.-à-d. qu'il n'est pas nécessaire de tenir compte du temps écoulé depuis les rejets).

$$C_e(x, y, z, t) = \left( \frac{C_{es}}{2} \right) \exp \left\{ \left( \frac{x}{2\partial_x} \right) \left[ 1 - \left( 1 + \frac{4L_s \partial_x}{v} \right)^{1/2} \right] \right\} \left\{ \operatorname{erf} \left[ \frac{(y + Y/2)}{2(\partial_{y,x})^{1/2}} \right] - \operatorname{erf} \left[ \frac{y - Y/2}{2(\partial_{y,x})^{1/2}} \right] \right\}$$

$$v = \frac{K_H i}{n_e R_f}; \quad R_f = 1 + \frac{\rho_b}{n} K_d$$

|                            |   |  |
|----------------------------|---|--|
| $C_e$                      | = | concentration admissible du produit chimique dans l'eau au récepteur (mg/L)<br>(c.-à-d. recommandation pour la vie aquatique, CR pour l'eau servant à abreuver le bétail); pour la voie d'exposition liée à l'eau potable, le paramètre est calculé comme étant $(DJA - DJE)(p.c.)/TI_E$ |
| DJA                        | = | dose journalière admissible (mg/kg/j)  |
| DJE                        | = | dose journalière estimée (mg/kg/j)   |
| p.c.                       | = | poids corporel (kg)  |
| $TI_E$                     | = | taux d'ingestion d'eau (L/j)   |
| <b>x</b>                   | = | <b>distance entre la source et le récepteur (m)</b>  |
| $x,y,z$                    | = | coordonnées cartésiennes liant la source et le récepteur (m); on suppose que y et z ont une valeur de 0  |
| $C_{es}$                   | = | concentration admissible du produit chimique dans l'eau souterraine à la source (mg/L)   |
| $\partial_x$               | = | tenseur de dispersivité longitudinale = 0,1x   |
| $\partial_y$               | = | tenseur de dispersivité latérale = 0,1 $\partial_x$  |
| $L_s$                      | = | constante de décomposition ( $y^{-1}$ ) dans la zone saturée :   |
|                            |   | $L_s = \frac{0,6931}{t_{1/2,NS}} \left( e^{-0,07d} \right)$  |
| <b>d</b>                   | = | <b>profondeur entre la surface et l'eau souterraine (m)</b>  |
| $t_{1/2S}$                 | = | demi-vie de biodégradation (a)   |
| v                          | = | vitesse du contaminant (m/a)   |
| <b><math>K_H</math></b>    | = | <b>conductivité hydraulique dans la zone saturée (m/a)</b>   |
| <b>i</b>                   | = | <b>gradient hydraulique (sans unité)</b>   |
| <b>n</b>                   | = | <b>porosité totale du sol = <math>1 - \rho_b/2,65</math> (sans unité)</b>  |
| <b><math>n_e</math></b>    | = | <b>coefficient de porosité efficace (sans unité) = porosité totale</b>   |
| <b>Y</b>                   | = | <b>largeur de la source (m) perpendiculairement à l'écoulement de l'eau souterraine</b>  |
| $R_f$                      | = | valeur $R_f$ (sans unité)  |
| $\rho_b$                   | = | densité apparente du sol dans la zone saturée ( $g/cm^3$ )   |
| $K_d$                      | = | coefficient de distribution ( $cm^3/g$ ) = $K_{co} \times f_{co}$  |
| $K_{CO}$                   | = | coefficient de partage du carbone organique (mL/g)   |
| <b><math>f_{CO}</math></b> | = | <b>fraction de carbone organique (g/g)</b>   |

### Vérification de la migration hors du lieu contaminé

Des activités de vérification de la migration des contaminants hors du lieu contaminé sont effectuées pour les sites commerciaux et industriels à proximité d'utilisations des terrains susceptibles de présenter une sensibilité accrue (CCME, 2006).

$$RQS_{MHL} = 14,3 \times RQS_A - 13,3 \times CFS$$

où :

Janvier 2008

Page D10

|                    |  |
|--------------------|--|
| RQS <sub>MHL</sub> | = recommandation en matière de qualité du sol pour la migration hors du lieu contaminé (mg/kg) |
| RQS <sub>A</sub>   | = seuil principal de Niveau 1 recommandé pour l'utilisation agricole des terrains (mg/kg)      |
| CFS                | = concentration de fond dans le sol (mg/kg)  |

La vérification de la migration hors du lieu contaminé n'est habituellement pas ajustée au Niveau 2.

### **D.3 Voie d'exposition par contact écologique avec le sol au Niveau 2**

Les niveaux associés à la voie d'exposition par contact écologique avec le sol ne peuvent être ajustés au Niveau 2; une évaluation de Niveau 3 plus détaillée, comprenant des essais de toxicité chronique pour chaque lieu, doit être réalisée.

Des recherches sont en cours sur les indices de biodisponibilité, les méthodes d'extraction de rechange, comme les extractions avec la cyclodextrine, et leur rapport avec la toxicité pour l'environnement. Bien que l'ensemble de données ne soit pas encore assez exhaustif pour permettre l'élaboration d'une approche de Niveau 2, le fait d'effectuer des analyses de sol à l'aide de la cyclodextrine avant d'entreprendre des essais de toxicité propres au lieu pourrait fournir des renseignements précieux quant à la toxicité probable des sols pour les plantes et les invertébrés du sol.

### **D.4 Limites aux fins de la gestion et autres considérations**

Les limites aux fins de la gestion, qui comprennent l'examen de facteurs comme la formation de substances en phase libre, les risques d'incendie et les dangers d'explosion, les effets sur l'infrastructure enfouie, les préoccupations d'ordre esthétique et l'exposition des travailleurs qui effectuent des travaux de déblaiement de terre (tranchées de sols excavés), ne peuvent être ajustées ni omises au Niveau 2.

Indépendamment des résultats de tout ajustement de Niveau 2 (ou des mesures prises pour s'assurer de la conformité des concentrations mesurées avec les limites du Niveau 1 ou du Niveau 2), la présence d'hydrocarbures en phase libre, les préoccupations d'ordre esthétique liées à la contamination par les hydrocarbures pétroliers et tout effet observé sur les commodités enfouies des services publics ou sur toute autre infrastructure doivent être pris en considération.

### **D.5 Intervalles des objectifs du Niveau 2 à titre indicatif**

Les effets d'une modification des principaux paramètres ajustables au Niveau 2 sont illustrés aux tableaux D-5 à D-16 (sols à grains grossiers) et D-17 à D-28 (sols à grains fins). Les seuils du Niveau 2 ont été calculés pour chaque voie d'exposition en remplaçant la valeur minimale du paramètre choisi par la valeur maximale (tableau D-1) tout en conservant les valeurs par défaut

pour tous les autres paramètres. La modification du paramètre choisi n'influe pas de façon importante sur les voies d'exposition où une seule valeur est présentée par fraction. Les intervalles présentés dans les tableaux correspondent aux seuils du Niveau 2 calculés aux valeurs minimales et maximales indicatives qui ont été utilisées pour le paramètre choisi. Les seuils résultants qui sont recommandés pour le Niveau 2 (y compris les voies d'exposition liées à la protection de l'eau souterraine) sont résumés aux tableaux D-29 et D-30.

## **D.6 Considération des limites de solubilité et de la loi de Raoult**

Les équations servant aux calculs des Niveaux 1 et 2 ne tiennent pas compte des limites d'hydrosolubilité ni des limites de saturation de vapeur. À la discrétion des autorités, il est permis de restreindre les concentrations dissoutes et gazeuses calculées en fonction des limites d'hydrosolubilité et de saturation de vapeur. Il faut cependant noter que les limites de solubilité des sous-fractions présentées au tableau B-4 sont des valeurs estimées en fonction de la corrélation entre les équivalents en carbone et les limites de solubilité mesurées pour des produits chimiques précis; elles peuvent donc être grandement incertaines. En outre, il est mathématiquement plus complexe de calculer, à l'aide des limites de solubilité, les objectifs de gestion des risques que présentent les fractions d'hydrocarbures pétroliers pour les sols en raison du processus d'incorporation des résultats des sous-fractions dans les fractions. Les calculs « simples », qui permettent d'estimer les doses d'exposition en fonction de concentrations déterminées du sol, peuvent plus facilement incorporer les limites de solubilité.

Si les limites d'hydrosolubilité et de saturation de vapeur sont utilisées, l'administration peut également autoriser l'ajustement de ces valeurs en fonction de la loi de Raoult pourvu que la composition des hydrocarbures pétroliers ait été adéquatement caractérisée.

## **D.7 Ajustements fondés sur les mesures prises aux points d'exposition**

Si des mesures exactes sont prises aux points d'exposition (p. ex. air d'un bâtiment, puits d'eau), elles peuvent être directement comparées avec les niveaux cibles. En ce qui concerne les recommandations pour les sols, les équations servent à calculer les valeurs de chaque sous-fraction, la moyenne pondérée inversée des valeurs de la sous-fraction servant de niveau cible pour la fraction.

### *Air du bâtiment*

Pour chaque sous-fraction, la recommandation liée à l'air des bâtiments correspond simplement à la concentration de référence ou, lorsqu'il n'existe aucune concentration de référence :

$$C_{ab} = \frac{(DJA - DJE)(p.c.)}{TI}$$

$C_{ab}$  = concentration admissible dans l'air du bâtiment (mg/m<sup>3</sup>)  
 $DJA$  = dose journalière admissible (dose de référence) (mg/kg/j)

|      |   |                                       |
|------|---|---------------------------------------|
| DJE  | = | dose journalière estimée (mg/kg/j)    |
| p.c. | = | poids corporel (kg)                   |
| TI   | = | taux d'inhalation (m <sup>3</sup> /j) |

Les recommandations liées à la sous-fraction sont ensuite combinées afin de calculer celles concernant chaque fraction à l'aide de la moyenne pondérée inversée (voir ci-dessus). Toutefois, la composition de chaque fraction en phase gazeuse est probablement très différente de la composition de la substance entière en raison des différentes affinités de chaque sous-fraction pour la phase adsorbée, dissoute ou gazeuse. Des fractions en masse gazeuses estimées, qui sont fondées sur des calculs de partition à l'équilibre, sont incluses au tableau B-4 à titre de référence. Sinon, il est possible d'utiliser les fractions en masse gazeuses propres au lieu.

#### *Source d'eau potable*

Les recommandations liées aux hydrocarbures pétroliers présents dans l'eau potable sont calculées à l'aide de l'équation suivante :

$$C_{ep} = \frac{(DJA - DJE)(p.c.)}{TI_e}$$

|                 |   |   |
|-----------------|---|---|
| C <sub>EP</sub> | = | concentration admissible dans l'eau potable (mg/L)        |
| DJA             | = | dose journalière admissible (dose de référence) (mg/kg/j) |
| DJE             | = | dose journalière estimée (mg/kg/j)                        |
| p.c.            | = | poids corporel (kg)                                       |
| TI <sub>e</sub> | = | taux d'ingestion d'eau (L/j)                              |

Les recommandations liées à la sous-fraction sont ensuite combinées afin de calculer celles concernant chaque fraction à l'aide de la moyenne pondérée inversée (voir ci-dessus). Toutefois, la composition de chaque fraction en phase dissoute est probablement très différente de la composition de la substance entière en raison des différentes affinités de chaque sous-fraction pour la phase adsorbée, dissoute ou gazeuse. Des fractions en masse estimées dans l'eau, qui sont fondées sur des calculs de partition à l'équilibre, sont incluses au tableau B-4 à titre de référence. Sinon, il est possible d'utiliser les fractions en masse dans l'eau propres au lieu.

#### *Eau de surface (vie aquatique ou abreuvement du bétail)*

Les concentrations de référence concernant la vie aquatique et l'eau servant à abreuver le bétail sont présentées au tableau B-9. Les objectifs liés à la vie aquatique pour chaque sous-fraction doivent être combinés afin de calculer les recommandations pour chaque fraction à l'aide de la moyenne pondérée inversée, comme il est mentionné précédemment pour l'eau potable.

#### ***Mesures intermédiaires***

### *Gaz souterrains sous la dalle du bâtiment*

Le calcul des recommandations liées aux hydrocarbures pétroliers pour les gaz souterrains présents sous la dalle des bâtiments peut être fait par approximation en calculant un facteur de dilution entre les gaz souterrains et l'air du bâtiment (voir la section D.2 précédente) et en remplaçant les courtes distances (c.-à-d. < 1 mm) par  $L_T$ . La valeur calculée du  $FD_i$  peut être utilisée dans l'équation suivante :

$$C_{rgs} = \frac{(CR - C_a)(CPS)(FD_i)}{TE}$$

|           |   |   |
|-----------|---|---|
| $C_{rgs}$ | = | recommandation liée aux gaz souterrains pour la sous-fraction d'hydrocarbures pétroliers  |
| CR        | = | concentration de référence dans l'air   |
| $C_a$     | = | concentration de fond dans l'air intérieur ou extérieur ( $\text{mg}/\text{m}^3$ )  |
| CPS       | = | coefficient de pondération du sol (sans unité)  |
| $FD_i$    | = | facteur de dilution entre les gaz souterrains et l'air intérieur (sans unité) :<br><i>se reporter au calcul à la section D.2 – Infiltration à l'intérieur et voie d'exposition par inhalation</i> |
| TE        | = | terme d'exposition (sans unité)   |

ou, si aucune concentration de référence n'est disponible :

$$C_{rgs} = \frac{(DJA - DJE)(p.c.)(CPS)(FD_i)}{(TE)(TI)}$$

|      |   |  |
|------|---|--|
| DJA  | = | dose journalière admissible (dose de référence) ( $\text{mg}/\text{kg}/\text{j}$ ) |
| DJE  | = | dose journalière estimée ( $\text{mg}/\text{kg}/\text{j}$ )                        |
| p.c. | = | poids corporel (kg)  |
| TI   | = | taux d'inhalation ( $\text{m}^3/\text{j}$ )  |

Les niveaux indicatifs de vapeurs du sol pour les sols à grains grossiers et à grains fins sont présentés au tableau D-31, en fonction d'une profondeur de 1 m au-dessous de la dalle de fondation. Les niveaux des sous-fractions sont combinés afin de calculer les seuils du Niveau 2 pour chaque sous-fraction à l'aide de la moyenne pondérée inversée et des fractions en masse gazeuses estimées ou mesurées, comme il est mentionné précédemment pour l'air des bâtiments.

Il importe de noter que le facteur d'ajustement de 10 décrit dans le protocole du CCME (2006) ne s'applique pas dans le cas présent aux calculs des vapeurs du sol. Certaines autorités peuvent permettre le remplacement du facteur d'ajustement par un facteur de biodégradation de 10 (pour les hydrocarbures pétroliers seulement) si les conditions recommandées par Santé Canada sont respectées. Ainsi, il faudrait qu'il y ait une séparation d'au moins 4 m entre le point de mesure (et

le niveau supérieur de la contamination) et le bâtiment, et que pas plus de 80 % de la zone entourant le bâtiment ne soit pavée ou recouverte d'un autre matériau (Golder, 2004).

#### *Point de surveillance intermédiaire de l'eau souterraine*

Afin de calculer une recommandation pour un point de surveillance intermédiaire de l'eau souterraine (par exemple, à la limite de propriété), on peut utiliser l'équation de transport de l'eau souterraine en zone saturée présentée plus tôt pour la protection des voies d'exposition liées à l'eau souterraine. La valeur cible pour  $C_e$  est la recommandation pertinente pour le point d'exposition (eau potable, vie aquatique ou abreuvement du bétail).

#### *Sélection de la voie d'exposition et limites et impératifs de gestion connexes*

Pour certains lieux, les seuils du Niveau 2 peuvent être calculés en éliminant les voies d'exposition qui ne s'appliquent pas. Cependant, dans la plupart des cas, une telle façon de faire entraînera l'établissement d'impératifs de gestion additionnels à long terme. Voici les voies d'exposition qui peuvent être exclues dans certaines circonstances :

- La voie d'exposition par contact direct (soit par ingestion de sol et par contact avec la peau) requiert une exposition directe avec le sol. Par conséquent, si la contamination par les hydrocarbures pétroliers est observée à une profondeur de plus de 1,5 m au-dessous du niveau du sol, ces voies d'exposition ne s'appliqueront que dans le cadre d'activités de construction, lorsque le sol sous la surface est exposé. De plus, ces voies d'exposition seraient éliminées dans le cas d'une propriété entièrement pavée. Pour le deuxième scénario, une gestion à long terme devrait être assurée pour veiller à ce que les sols de surface contaminés demeurent recouverts. La plupart des autorités exigent que la voie d'exposition par contact direct soit appliquée dans le cas de fermetures de lieu inconditionnelles, et ce, en raison de la possibilité d'une excavation des sols et de leur mise en dépôt à la surface.
- L'inhalation de vapeurs à l'intérieur s'applique à tout lieu où il y a un bâtiment. S'il n'y en a pas, la voie d'exposition ne doit pas être prise en considération, mais une gestion à long terme doit être prévue pour s'assurer qu'aucun bâtiment ne sera construit sur le terrain dans le futur. La voie d'exposition n'est habituellement pas considérée comme étant efficace au-delà d'une distance de 30 m, à moins qu'on soit en présence de facteurs d'exclusion comme des voies de migration préférentielles ou une surface de recouvrement peu perméable.
- Le contact écologique avec le sol, l'ingestion de sol – écologique et le cycle des substances nutritives peuvent être exclus, à la discrétion des autorités, pour certains types de terrains industriels ou commerciaux si le lieu est complètement pavé ou recouvert. Une certaine gestion doit toutefois être assurée pour veiller à ce que le lieu demeure pavé ou recouvert.
- La migration hors du lieu contaminé peut être exclue pour les sites industriels entourés de terrains à utilisation industrielle.

Les facteurs à considérer dans le cadre des voies d'exposition liées à la protection de l'eau souterraine sont présentés en détail dans les lignes directrices de gestion et à l'annexe A.

## **D.8 Détermination des impératifs de gestion**

Dans certains cas, le calcul des objectifs du Niveau 2 peut entraîner l'imposition d'impératifs de gestion à long terme, particulièrement si l'on modifie les autres paramètres ajustables au Niveau 2. En règle générale, si un paramètre est appelé à changer dans le futur, il faut faire en sorte de prévoir une gestion à long terme au cas où le paramètre doit être ajusté en fonction de la valeur par défaut du Niveau 1. Chaque autorité décide de ses propres impératifs de gestion; toutefois, des directives générales sont tout de même présentées ci-après ainsi qu'à la section 5.2 du guide.

Si des activités de gestion doivent être entreprises en raison de la modification des autres paramètres ajustables au Niveau 2, elles doivent alors inclure des mesures de contrôle pour ces paramètres. Par exemple, lorsqu'on utilise des caractéristiques des bâtiments propres au lieu, il faut veiller à ce que tout aménagement futur du lieu soit conforme aux paramètres modifiés. De plus, lorsqu'on utilise une distance fixe à la source d'eau potable, aucune source d'eau potable ne peut alors être ajoutée à une distance inférieure à la distance utilisée.

De façon générale, de tels impératifs de gestion restent en vigueur jusqu'au moment où la contamination du lieu par les hydrocarbures pétroliers satisfait aux objectifs du Niveau 1 ou à un autre ensemble d'objectifs du Niveau 2, sans pour autant que les autres paramètres ajustables au Niveau 2 ne soient modifiés.

Une gestion à long terme peut également s'imposer lors du recours à des mesures aux points d'exposition ou à des mesures intermédiaires pour protéger les récepteurs. Dans ce cas, les impératifs de gestion comprendront probablement la surveillance des concentrations aux points d'exposition et des concentrations intermédiaires pour s'assurer que les risques pour la santé et l'environnement demeurent à des niveaux acceptables jusqu'à ce que le lieu soit restauré en conformité avec les objectifs de Niveau 1 ou de Niveau 2.

**TABLEAU D-1**

**PRINCIPAUX PARAMÈTRES AJUSTABLES AU NIVEAU 2 ET INTERVALLES INDICATIFS**

| <b>PARAMÈTRE</b>   | <b>VALEUR PAR DÉFAUT</b>                             | <b>INTERVALLE INDICATIF</b>   |
|--|--|---|
| <i>Paramètres mesurés</i>  |  |   |
| Densité apparente (g/cm <sup>3</sup> )   | g/g : 1,7<br>g/f : 1,4                               | g/g : 1,5 – 1,8<br>g/f : 1,3 – 1,6  |
| Teneur en eau (M <sub>e</sub> /M <sub>s</sub> )  | g/g : 0,07<br>g/f : 0,12                             | g/g : 0,03 – 0,15<br>g/f : 0,07 – 0,16  |
| Fraction de carbone organique (g/g)  | 0,005  | g/g : 0,0005 – 0,007<br>g/f : 0,0005 – 0,03   |
| Perméabilité du sol à la vapeur (cm <sup>2</sup> )   | g/g : 5 × 10 <sup>-8</sup><br>g/f : 10 <sup>-9</sup> | g/g : 10 <sup>-6</sup> – 10 <sup>-8</sup><br>g/f : 10 <sup>-8</sup> – 10 <sup>-12</sup> |
| Conductivité hydraulique en milieu saturé (m/a)  | g/g : 320<br>g/f : 32                                | g/g : 32 – 3 200<br>g/f : 0,032 – 32  |
| Alimentation (m/a)   | g/g : 0,28<br>g/f : 0,20                             | 0,005 – 0,5   |
| Gradient hydraulique (sans unité)  | 0,028  | 0,001 – 0,1   |
| Profondeur de la contamination/distance à la contamination (m) <sup>a</sup>                | 0,3  | 0 – 10  |
| Épaisseur de la contamination (m) <sup>b</sup>   | 3  | 0,5 – 5   |
| Profondeur de l'eau souterraine (m) <sup>c</sup>   | 3  | 0 – 10  |
| Longueur du lieu (m) – parallèlement à l'écoulement de l'eau souterraine                   | 10   | 5 – 30  |
| Largeur du lieu (m) – perpendiculairement à l'écoulement de l'eau souterraine <sup>b</sup> | 10   | 5 – 30  |
| Distance à l'eau de surface à proximité (m) <sup>b</sup>                                   | 10   | 0 – 500   |
| Distance à l'eau potable ou à l'eau servant à abreuver le bétail (m)                       | 0  | 0 – 500   |
| <i>Paramètres calculés</i>   |  |   |
| Porosité efficace  | g/g : 0,36<br>g/f : 0,47                             | Voir la note d  |
| Porosité humide (vides remplis d'eau)  | g/g : 0,119<br>g/f : 0,168                           | Voir la note e  |
| Distance entre la contamination et l'eau souterraine (m) <sup>b</sup>                      | 0  | Voir la note f  |

g/g – sol à grains grossiers

g/f – sol à grains fins

a – distance au point le plus rapproché des fondations d'un bâtiment habité

b – paramètre servant seulement au calcul du lessivage jusqu'aux eaux souterraines et du transport jusqu'aux plans d'eau de surface à proximité

c – profondeur au-dessous du niveau du sol

d – calculé à partir de la densité apparente, en supposant une masse volumique du sol de 2,65

e – calculé à partir de la densité apparente et de la teneur en eau

f – calculé à partir de la profondeur de la contamination, de la profondeur de l'eau souterraine et de l'épaisseur de la contamination

**TABLEAU D-2**  
**AUTRES PARAMÈTRES AJUSTABLES AU NIVEAU 2**

| PARAMÈTRE   | VALEURS PAR DÉFAUT DU NIVEAU 1                  |                            |
|---|---|----------------------------|
| <i>Caractéristiques du lieu</i>   |   |                            |
| Distance (latérale ou verticale) entre la contamination par les hydrocarbures pétroliers et le récepteur inhalation (m)             | 0,3   |                            |
| Température moyenne annuelle du sol (K)   | 294   |                            |
| <i>Caractéristiques du sol/de l'eau souterraine</i>   |   |                            |
| Profondeur efficace de la couche de mélange   | calculée  |                            |
| Profondeur de l'aquifère libre (m)  | 5   |                            |
| <i>Caractéristiques du bâtiment</i>   |   |                            |
| Longueur (cm)   | R, A : 1 225                                    | C, I : 2 000               |
| Largeur (cm)  | R, A : 1 225                                    | C, I : 1 500               |
| Aire (cm <sup>2</sup> )   | R, A : 1,5 × 10 <sup>6</sup>                    | C, I : 3 × 10 <sup>6</sup> |
| Hauteur, y compris le sous-sol (cm)   | R, A : 360                                      | C, I : 300                 |
| Épaisseur des fondations (cm)   | 11,25   |                            |
| Distance entre la sous-fondation et le cylindre théorique (cm)<br>= profondeur de la surface inférieure de la dalle sur terre-plein | Sous-sol : 244<br>Dalle sur terre-plein : 11,25 |                            |
| Changements d'air par heure   | R, A : 0,5                                      | C, I : 0,9                 |
| Différence de pression (g/cm•s <sup>2</sup> )   | R, A : 40                                       | C, I : 20                  |
| Aire des fissures (cm <sup>2</sup> )  | R, A : 994,5                                    | C, I : 1 846               |

A – utilisation agricole des terrains  
R – utilisation résidentielle des terrains  
C – utilisation commerciale des terrains  
I – utilisation industrielle des terrains

**TABLEAU D-3  
INFLUENCE DES PRINCIPAUX PARAMÈTRES AJUSTABLES AU NIVEAU 2 SUR LES VOIES D'EXPOSITION  
SOLS À GRAINS GROSSIERS**

| Utilisation des terrains | Voie d'exposition ou récepteur                | PARAMÈTRE                       |                      |                          |                               |                          |                         |                      |                       |   |  |                                      | Autres commentaires |
|--------------------------|---|---------------------------------|----------------------|--------------------------|-------------------------------|--------------------------|-------------------------|----------------------|-----------------------|---|--|--------------------------------------|---------------------|
|                          |   | Perméabilité du sol à la vapeur | Teneur en eau du sol | Densité apparente du sol | Fraction de carbone organique | Conductivité hydraulique | Alimentation spécifique | Gradient hydraulique | Longueur de la source | Profondeur de la contamination <sup>f</sup> | Profondeur de l'eau souterraine <sup>o</sup> | Distance aux récepteurs <sup>b</sup> |                     |
| Agricole                 | Exposition directe                            | -                               | -                    | -                        | -                             | -                        | -                       | -                    | -                     | -   | -  | -                                    | a                   |
|                          | Eau potable                                   | -                               | -                    | O                        | XX                            | Xc                       | OO                      | Xc                   | O                     | -   | -  | -                                    | -                   |
|                          | Inhalation de vapeurs (dalle sur terre-plein) | OO                              | XX                   | X                        | XX                            | -                        | -                       | -                    | -                     | XX  | -  | -                                    | -                   |
|                          | Inhalation de vapeurs (sous-sol)              | OO                              | XX                   | X                        | XX                            | -                        | -                       | -                    | -                     | -   | -  | -                                    | -                   |
|                          | Vie aquatique                                 | -                               | X                    | X                        | XX                            | OO                       | OO                      | OO                   | O                     | -   | -  | XX                                   | -                   |
|                          | Bétail  | -                               | O                    | O                        | XX                            | XX                       | OO                      | XX                   | O                     | -   | -  | XX                                   | a                   |
|                          | Contact écologique avec le sol                | -                               | -                    | -                        | -                             | -                        | -                       | -                    | -                     | -   | -  | -                                    | d                   |
| Résidentielle            | Limites aux fins de la gestion                | -                               | -                    | -                        | -                             | -                        | -                       | -                    | -                     | -   | -  | -                                    | d                   |
|                          | Exposition directe                            | -                               | -                    | -                        | -                             | -                        | -                       | -                    | -                     | -   | -  | -                                    | a                   |
|                          | Eau potable                                   | -                               | -                    | O                        | XX                            | Xc                       | OO                      | Xc                   | O                     | -   | -  | -                                    | -                   |
|                          | Inhalation de vapeurs (dalle sur terre-plein) | OO                              | XX                   | X                        | XX                            | -                        | -                       | -                    | -                     | XX  | -  | -                                    | -                   |
|                          | Inhalation de vapeurs (sous-sol)              | OO                              | XX                   | X                        | XX                            | -                        | -                       | -                    | -                     | -   | -  | -                                    | -                   |
|                          | Vie aquatique                                 | -                               | X                    | X                        | XX                            | OO                       | OO                      | OO                   | O                     | -   | -  | XX                                   | -                   |
|                          | Contact écologique avec le sol                | -                               | -                    | -                        | -                             | -                        | -                       | -                    | -                     | -   | -  | -                                    | d                   |
| Commerciale              | Limites aux fins de la gestion                | -                               | -                    | -                        | -                             | -                        | -                       | -                    | -                     | -   | -  | -                                    | d                   |
|                          | Exposition directe                            | -                               | -                    | -                        | -                             | -                        | -                       | -                    | -                     | -   | -  | -                                    | a                   |
|                          | Eau potable                                   | -                               | -                    | O                        | XX                            | Xc                       | OO                      | Xc                   | O                     | XX  | -  | -                                    | -                   |
|                          | Inhalation de vapeurs (dalle sur terre-plein) | OO                              | X                    | X                        | XX                            | -                        | -                       | -                    | -                     | -   | -  | -                                    | -                   |
|                          | Vie aquatique                                 | -                               | X                    | X                        | XX                            | OO                       | OO                      | OO                   | O                     | -   | -  | XX                                   | -                   |
|                          | Contact écologique avec le sol                | -                               | -                    | -                        | -                             | -                        | -                       | -                    | -                     | -   | -  | -                                    | d                   |
|                          | Limites aux fins de la gestion                | -                               | -                    | -                        | -                             | -                        | -                       | -                    | -                     | -   | -  | -                                    | d                   |
| Industrielle             | Migration hors du lieu contaminé              | -                               | -                    | -                        | -                             | -                        | -                       | -                    | -                     | -   | -  | -                                    | a,g                 |
|                          | Exposition directe                            | -                               | -                    | -                        | -                             | -                        | -                       | -                    | -                     | -   | -  | -                                    | a                   |
|                          | Eau potable                                   | -                               | -                    | O                        | XX                            | Xc                       | OO                      | Xc                   | O                     | XX  | -  | -                                    | -                   |
|                          | Inhalation de vapeurs (dalle sur terre-plein) | OO                              | X                    | X                        | XX                            | -                        | -                       | -                    | -                     | -   | -  | -                                    | -                   |

|                                  |   |   |   |    |    |    |    |   |   |   |    |     |
|----------------------------------|---|---|---|----|----|----|----|---|---|---|----|-----|
| Vie aquatique                    | - | X | X | XX | OO | OO | OO | O | - | - | XX |     |
| Contact écologique avec le sol   | - | - | - | -  | -  | -  | -  | - | - | - | -  | d   |
| Limites aux fins de la gestion   | - | - | - | -  | -  | -  | -  | - | - | - | -  | d   |
| Migration hors du lieu contaminé | - | - | - | -  | -  | -  | -  | - | - | - | -  | a,g |

- XX Très grande influence; le fait d'augmenter la valeur du paramètre fait augmenter le seuil du Niveau 2.
- X Influence quelconque; le fait d'augmenter la valeur du paramètre fait augmenter le seuil du Niveau 2.
- OO Très grande influence; le fait d'augmenter la valeur du paramètre fait diminuer le seuil du Niveau 2.
- O Influence quelconque; le fait d'augmenter la valeur du paramètre fait diminuer le seuil du Niveau 2.
- Aucune influence.
- a La voie d'exposition ne sera habituellement pas déterminante.
- b La distance peut entraîner des restrictions en matière d'utilisation des terrains et de l'eau.
- c Influence importante si le transport latéral est pris en considération.
- d Données disponibles insuffisantes pour des modifications au Niveau 2.
- e Le paramètre n'a une influence importante que si la migration dans la zone non saturée a lieu.
- f Le paramètre n'a une influence importante que si la contamination est observée à une profondeur supérieure à celle de la dalle sur terre-plein ou du sous-sol.
- g Est fonction de la principale voie d'exposition des terrains à vocation résidentielle.

**TABLEAU D-4  
INFLUENCE DES PRINCIPAUX PARAMÈTRES AJUSTABLES AU NIVEAU 2 SUR LES VOIES D'EXPOSITION  
SOLS À GRAINS FINS**

| Utilisation des terrains         | Voie d'exposition ou récepteur                | PARAMÈTRE                       |                      |                          |                               |                          |                         |                      |                       |   |  |                                      | Autres commentaires |
|----------------------------------|---|---------------------------------|----------------------|--------------------------|-------------------------------|--------------------------|-------------------------|----------------------|-----------------------|---|--|--------------------------------------|---------------------|
|                                  |   | Perméabilité du sol à la vapeur | Teneur en eau du sol | Densité apparente du sol | Fraction de carbone organique | Conductivité hydraulique | Alimentation spécifique | Gradient hydraulique | Longueur de la source | Profondeur de la contamination <sup>f</sup> | Profondeur de l'eau souterraine <sup>g</sup> | Distance aux récepteurs <sup>b</sup> |                     |
| Agricole                         | Exposition directe                            | -                               | -                    | -                        | -                             | -                        | -                       | -                    | -                     | -   | -  | -                                    | a                   |
|                                  | Eau potable                                   | -                               | -                    | -                        | XX                            | XX                       | Oc                      | XX                   | Oc                    | -   | -  | -                                    | -                   |
|                                  | Inhalation de vapeurs (dalle sur terre-plein) | OO                              | O                    | X                        | XX                            | -                        | -                       | -                    | -                     | X   | -  | -                                    | -                   |
|                                  | Inhalation de vapeurs (sous-sol)              | OO                              | O                    | X                        | XX                            | -                        | -                       | -                    | -                     | -   | -  | -                                    | -                   |
|                                  | Vie aquatique                                 | -                               | -                    | -                        | XX                            | -                        | -                       | OO                   | -                     | -   | -  | XX                                   | a                   |
|                                  | Bétail  | -                               | O                    | O                        | XX                            | XX                       | OO                      | XX                   | OO                    | -   | -  | XX                                   | a                   |
|                                  | Contact écologique avec le sol                | -                               | -                    | -                        | -                             | -                        | -                       | -                    | -                     | -   | -  | -                                    | d                   |
| Limites aux fins de la gestion   | -   | -                               | -                    | -                        | -                             | -                        | -                       | -                    | -                     | -   | -  | d                                    |                     |
| Résidentielle                    | Exposition directe                            | -                               | -                    | -                        | -                             | -                        | -                       | -                    | -                     | -   | -  | -                                    | a                   |
|                                  | Eau potable                                   | -                               | -                    | -                        | XX                            | XX                       | O                       | XX                   | O                     | -   | -  | -                                    | -                   |
|                                  | Inhalation de vapeurs (dalle sur terre-plein) | OO                              | O                    | X                        | XX                            | -                        | -                       | -                    | -                     | X   | -  | -                                    | -                   |
|                                  | Inhalation de vapeurs (sous-sol)              | OO                              | O                    | X                        | XX                            | -                        | -                       | -                    | -                     | -   | -  | -                                    | -                   |
|                                  | Vie aquatique                                 | -                               | -                    | -                        | XX                            | -                        | -                       | OO                   | -                     | -   | -  | XX                                   | a                   |
|                                  | Contact écologique avec le sol                | -                               | -                    | -                        | -                             | -                        | -                       | -                    | -                     | -   | -  | -                                    | d                   |
|                                  | Limites aux fins de la gestion                | -                               | -                    | -                        | -                             | -                        | -                       | -                    | -                     | -   | -  | -                                    | d                   |
| Commerciale                      | Exposition directe                            | -                               | -                    | -                        | -                             | -                        | -                       | -                    | -                     | -   | -  | -                                    | a                   |
|                                  | Eau potable                                   | -                               | -                    | -                        | XX                            | XX                       | O                       | XX                   | O                     | -   | -  | -                                    | -                   |
|                                  | Inhalation de vapeurs (dalle sur terre-plein) | OO                              | O/X                  | X                        | XX                            | -                        | -                       | -                    | -                     | X   | -  | -                                    | -                   |
|                                  | Vie aquatique                                 | -                               | -                    | -                        | XX                            | -                        | -                       | OO                   | -                     | -   | -  | XX                                   | a                   |
|                                  | Contact écologique avec le sol                | -                               | -                    | -                        | -                             | -                        | -                       | -                    | -                     | -   | -  | -                                    | d                   |
|                                  | Limites aux fins de la gestion                | -                               | -                    | -                        | -                             | -                        | -                       | -                    | -                     | -   | -  | -                                    | d                   |
| Migration hors du lieu contaminé | -   | -                               | -                    | -                        | -                             | -                        | -                       | -                    | -                     | -   | -  | a,g                                  |                     |
| Industrielle                     | Exposition directe                            | -                               | -                    | -                        | -                             | -                        | -                       | -                    | -                     | -   | -  | -                                    | a                   |
|                                  | Eau potable                                   | -                               | -                    | -                        | XX                            | XX                       | O                       | XX                   | O                     | -   | -  | -                                    | -                   |
|                                  | Inhalation de vapeurs (dalle sur terre-plein) | OO                              | O/X                  | X                        | XX                            | -                        | -                       | -                    | -                     | X   | -  | -                                    | -                   |
|                                  | Vie aquatique                                 | -                               | -                    | -                        | XX                            | -                        | -                       | OO                   | -                     | -   | -  | XX                                   | a                   |

|                                  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |     |
|----------------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|-----|
| Contact écologique avec le sol   | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | d   |
| Limites aux fins de la gestion   | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | d   |
| Migration hors du lieu contaminé | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | a,g |

- XX Très grande influence; le fait d'augmenter la valeur du paramètre fait augmenter le seuil du Niveau 2.
- X Influence quelconque; le fait d'augmenter la valeur du paramètre fait augmenter le seuil du Niveau 2.
- OO Très grande influence; le fait d'augmenter la valeur du paramètre fait diminuer le seuil du Niveau 2.
- O Influence quelconque; le fait d'augmenter la valeur du paramètre fait diminuer le seuil du Niveau 2.
- Aucune influence.
- a La voie d'exposition ne sera habituellement pas déterminante.
- b La distance peut entraîner des restrictions en matière d'utilisation des terrains et de l'eau.
- c Influence importante si le transport latéral est pris en considération.
- d Données disponibles insuffisantes pour des modifications au Niveau 2.
- e Le paramètre n'a une influence importante que si la migration dans la zone non saturée a lieu.
- f Le paramètre n'a une influence importante que si la contamination est observée à une profondeur supérieure à celle de la dalle sur terre-plein ou du sous-sol.
- g Est fonction de la principale voie d'exposition des terrains à vocation résidentielle.

TABLEAU D-5

**RECOMMANDATIONS INDICATIVES POUR LA QUALITÉ DES SOLS (mg/kg) CONCERNANT LES HYDROCARBURES  
PÉTROLIERS PRÉSENTS DANS LES SOLS DE SURFACE À GRAINS GROSSIERS  
SCÉNARIO PAR DÉFAUT**

| UTILISATION DES TERRAINS   | VOIE D'EXPOSITION  | F1<br>(C <sub>6</sub> – C <sub>10</sub> ) | F2<br>(C <sub>&gt;10</sub> – C <sub>16</sub> ) | F3<br>(C <sub>&gt;16</sub> – C <sub>34</sub> ) | F4<br>(C <sub>&gt;34</sub> – C <sub>50</sub> ) |        |
|--|--|---|--|--|--|--------|
| Agricole   | Exposition directe (combinée)                                      | 12 000                                    | 6 800  | 15 000   | 21 000   |        |
|  | Protection de l'eau souterraine potable                            | 240                                       | 320  | s.o.   | s.o.   |        |
|  | Inhalation de vapeurs (intérieur, dalle sur terre-plein)           | 30  | 150  | s.o.   | s.o.   |        |
|  | Inhalation de vapeurs (intérieur, sous-sol)                        | 40  | 190  | s.o.   | s.o.   |        |
|  | Protection de l'eau souterraine pour la vie aquatique en eau douce | 970                                       | 380  | s.o.   | s.o.   |        |
|  | Protection de l'eau souterraine pour le bétail                     | 5 300                                     | 14 000   | s.o.   | s.o.   |        |
|  | Contact écologique avec le sol                                     | 210                                       | 150  | 300  | 2 800  |        |
|  | Limites aux fins de la gestion                                     | 700                                       | 1 000  | 2 500  | 10 000   |        |
|  | Résidentielle  | Exposition directe (combinée)             | 12 000   | 6 800  | 15 000   | 21 000 |
| Protection de l'eau souterraine potable                            |  | 240                                       | 320  | s.o.   | s.o.   |        |
| Inhalation de vapeurs (intérieur, dalle sur terre-plein)           |  | 30  | 150  | s.o.   | s.o.   |        |
| Inhalation de vapeurs (intérieur, sous-sol)                        |  | 40  | 190  | s.o.   | s.o.   |        |
| Protection de l'eau souterraine pour la vie aquatique en eau douce |  | 970                                       | 380  | s.o.   | s.o.   |        |
| Contact écologique avec le sol                                     |  | 210                                       | 150  | 300  | 2 800  |        |
| Limites aux fins de la gestion                                     |  | 700                                       | 1 000  | 2 500  | 10 000   |        |
| Commerciale  |  | Exposition directe (combinée)             | 19 000   | 10 000   | 23 000   | RES    |
|  |  | Protection de l'eau souterraine potable   | 240  | 320  | s.o.   | s.o.   |
|  | Inhalation de vapeurs (intérieur, dalle sur terre-plein)           | 320                                       | 1 700  | s.o.   | s.o.   |        |
|  | Protection de l'eau souterraine pour la vie aquatique en eau douce | 970                                       | 380  | s.o.   | s.o.   |        |
|  | Contact écologique avec le sol                                     | 320                                       | 260  | 1 700  | 3 300  |        |
|  | Limites aux fins de la gestion                                     | 700                                       | 1 000  | 3 500  | 10 000   |        |
|  | Migration hors du lieu contaminé                                   | s.o.                                      | s.o.   | 4 300  | RES  |        |
|  | Industrielle   | Exposition directe (combinée)             | RES  | RES  | RES  | RES    |
|  |  | Protection de l'eau souterraine potable   | 240  | 320  | s.o.   | s.o.   |
| Inhalation de vapeurs (intérieur, dalle sur terre-plein)           |  | 320                                       | 1 700  | s.o.   | s.o.   |        |
| Protection de l'eau souterraine pour la vie aquatique en eau douce |  | 970                                       | 380  | s.o.   | s.o.   |        |

| UTILISATION DES TERRAINS | VOIE D'EXPOSITION                | F1<br>(C <sub>6</sub> – C <sub>10</sub> ) | F2<br>(C <sub>&gt;10</sub> – C <sub>16</sub> ) | F3<br>(C <sub>&gt;16</sub> – C <sub>34</sub> ) | F4<br>(C <sub>&gt;34</sub> – C <sub>50</sub> ) |
|--------------------------|----------------------------------|---|--|--|--|
|                          | Contact écologique avec le sol   | 320                                       | 260  | 1 700  | 3 300  |
|                          | Limites aux fins de la gestion   | 700                                       | 1 000  | 3 500  | 10 000   |
|                          | Migration hors du lieu contaminé | s.o.                                      | s.o.   | 4 300  | RES  |

RES – Formation d'hydrocarbures pétroliers résiduels. La valeur calculée est supérieure à 30 000 mg/kg et à la limite de solubilité pour la fraction d'hydrocarbures pétroliers.

s.o. – La voie d'exposition ne s'applique pas à la fraction d'hydrocarbures pétroliers.

Les valeurs en **caractères gras** indiquent des scénarios qui diffèrent grandement du cas par défaut.

TABLEAU D-6

**RECOMMANDATIONS INDICATIVES POUR LA QUALITÉ DES SOLS (mg/kg) CONCERNANT LES HYDROCARBURES  
PÉTROLIERS PRÉSENTS DANS LES SOLS DE SURFACE À GRAINS GROSSIERS  
PERMÉABILITÉ DES SOLS À LA VAPEUR VARIANT DE  $10^{-8}$  cm<sup>2</sup> À  $10^{-6}$  cm<sup>2</sup>**

| UTILISATION DES TERRAINS   | VOIE D'EXPOSITION  | F1<br>(C <sub>6</sub> – C <sub>10</sub> ) | F2<br>(C <sub>&gt;10</sub> – C <sub>16</sub> ) | F3<br>(C <sub>&gt;16</sub> – C <sub>34</sub> ) | F4<br>(C <sub>&gt;34</sub> – C <sub>50</sub> ) |
|--|--|---|--|--|--|
| Agricole   | Exposition directe (combinée)                                      | 12 000                                    | 6 800  | 15 000   | 21 000   |
|  | Protection de l'eau souterraine potable                            | 240                                       | 320  | s.o.   | s.o.   |
|  | <b>Inhalation de vapeurs (intérieur, dalle sur terre-plein)</b>    | <b>20 – 9</b>                             | <b>96 – 46</b>                                 | <b>s.o.</b>                                    | <b>s.o.</b>                                    |
|  | <b>Inhalation de vapeurs (intérieur, sous-sol)</b>                 | <b>20 – 5</b>                             | <b>110 – 26</b>                                | <b>s.o.</b>                                    | <b>s.o.</b>                                    |
|  | Protection de l'eau souterraine pour la vie aquatique en eau douce | 970                                       | 380  | s.o.   | s.o.   |
|  | Protection de l'eau souterraine pour le bétail                     | 5 300                                     | 14 000   | s.o.   | s.o.   |
|  | Contact écologique avec le sol                                     | 210                                       | 150  | 300  | 2 800  |
|  | Limites aux fins de la gestion                                     | 700                                       | 1 000  | 2 500  | 10 000   |
| Résidentielle  | Exposition directe (combinée)                                      | 12 000                                    | 6 800  | 15 000   | 21 000   |
|  | Protection de l'eau souterraine potable                            | 240                                       | 320  | s.o.   | s.o.   |
|  | <b>Inhalation de vapeurs (intérieur, dalle sur terre-plein)</b>    | <b>20 – 9</b>                             | <b>96 – 46</b>                                 | <b>s.o.</b>                                    | <b>s.o.</b>                                    |
|  | <b>Inhalation de vapeurs (intérieur, sous-sol)</b>                 | <b>20 – 5</b>                             | <b>110 – 26</b>                                | <b>s.o.</b>                                    | <b>s.o.</b>                                    |
|  | Protection de l'eau souterraine pour la vie aquatique en eau douce | 970                                       | 380  | s.o.   | s.o.   |
|  | Contact écologique avec le sol                                     | 210                                       | 150  | 300  | 2 800  |
|  | Limites aux fins de la gestion                                     | 700                                       | 1 000  | 2 500  | 10 000   |
|  | Commerciale  | Exposition directe (combinée)             | 19 000   | 10 000   | 23 000   |
| Protection de l'eau souterraine potable                            |  | 240                                       | 320  | s.o.   | s.o.   |
| <b>Inhalation de vapeurs (intérieur, dalle sur terre-plein)</b>    |  | <b>180 – 50</b>                           | <b>970 – 250</b>                               | <b>s.o.</b>                                    | <b>s.o.</b>                                    |
| Protection de l'eau souterraine pour la vie aquatique en eau douce |  | 970                                       | 380  | s.o.   | s.o.   |
| Contact écologique avec le sol                                     |  | 320                                       | 260  | 1 700  | 3 300  |
| Limites aux fins de la gestion                                     |  | 700                                       | 1 000  | 3 500  | 10 000   |
| Migration hors du lieu contaminé                                   |  | s.o.                                      | s.o.   | 4 300  | RES  |
| Industrielle   |  | Exposition directe (combinée)             | RES  | RES  | RES  |
|  | Protection de l'eau souterraine potable                            | 240                                       | 320  | s.o.   | s.o.   |
|  | <b>Inhalation de vapeurs (intérieur, dalle sur terre-plein)</b>    | <b>180 – 50</b>                           | <b>970 – 250</b>                               | <b>s.o.</b>                                    | <b>s.o.</b>                                    |
|  | Protection de l'eau souterraine pour la vie aquatique en eau douce | 970                                       | 380  | s.o.   | s.o.   |
|  | Contact écologique avec le sol                                     | 320                                       | 260  | 1 700  | 3 300  |
|  | Limites aux fins de la gestion                                     | 700                                       | 1 000  | 3 500  | 10 000   |

| UTILISATION DES TERRAINS | VOIE D'EXPOSITION                | F1<br>(C <sub>6</sub> – C <sub>10</sub> ) | F2<br>(C <sub>&gt;10</sub> – C <sub>16</sub> ) | F3<br>(C <sub>&gt;16</sub> – C <sub>34</sub> ) | F4<br>(C <sub>&gt;34</sub> – C <sub>50</sub> ) |
|--------------------------|----------------------------------|---|--|--|--|
|                          | Migration hors du lieu contaminé | s.o.                                      | s.o.   | 4 300  | RES  |

RES – Formation d'hydrocarbures pétroliers résiduels. La valeur calculée est supérieure à 30 000 mg/kg et à la limite de solubilité pour la fraction d'hydrocarbures pétroliers.

s.o. – La voie d'exposition ne s'applique pas à la fraction d'hydrocarbures pétroliers. .

Les valeurs en **caractères gras** indiquent des scénarios qui diffèrent grandement du cas par défaut.

TABLEAU D-7

**RECOMMANDATIONS INDICATIVES POUR LA QUALITÉ DES SOLS (mg/kg) CONCERNANT LES HYDROCARBURES  
PÉTROLIERS PRÉSENTS DANS LES SOLS DE SURFACE À GRAINS GROSSIERS  
TENEUR EN EAU VARIANT DE 0,03 g/g À 0,15 g/g**

| UTILISATION DES TERRAINS  | VOIE D'EXPOSITION   | F1<br>(C <sub>6</sub> – C <sub>10</sub> ) | F2<br>(C <sub>&gt;10</sub> – C <sub>16</sub> ) | F3<br>(C <sub>&gt;16</sub> – C <sub>34</sub> ) | F4<br>(C <sub>&gt;34</sub> – C <sub>50</sub> ) |
|---|---|---|--|--|--|
| Agricole  | Exposition directe (combinée)   | 12 000                                    | 6 800  | 15 000   | 21 000   |
|   | Protection de l'eau souterraine potable                                   | 240                                       | 320  | s.o.   | s.o.   |
|   | <b>Inhalation de vapeurs (intérieur, dalle sur terre-plein)</b>           | <b>20 – 150</b>                           | <b>120 – 820</b>                               | <b>s.o.</b>                                    | <b>s.o.</b>                                    |
|   | <b>Inhalation de vapeurs (intérieur, sous-sol)</b>                        | <b>30 – 100</b>                           | <b>180 – 570</b>                               | <b>s.o.</b>                                    | <b>s.o.</b>                                    |
|   | <b>Protection de l'eau souterraine pour la vie aquatique en eau douce</b> | <b>980 – 950</b>                          | <b>380</b>                                     | <b>s.o.</b>                                    | <b>s.o.</b>                                    |
|   | <b>Protection de l'eau souterraine pour le bétail</b>                     | <b>5 500 – 4 800</b>                      | <b>14 000</b>                                  | <b>s.o.</b>                                    | <b>s.o.</b>                                    |
|   | Contact écologique avec le sol  | 210                                       | 150  | 300  | 2 800  |
|   | Limites aux fins de la gestion  | 700                                       | 1 000  | 2 500  | 10 000   |
| Résidentielle   | Exposition directe (combinée)   | 12 000                                    | 6 800  | 15 000   | 21 000   |
|   | Protection de l'eau souterraine potable                                   | 240                                       | 320  | s.o.   | s.o.   |
|   | <b>Inhalation de vapeurs (intérieur, dalle sur terre-plein)</b>           | <b>20 – 150</b>                           | <b>120 – 820</b>                               | <b>s.o.</b>                                    | <b>s.o.</b>                                    |
|   | <b>Inhalation de vapeurs (intérieur, sous-sol)</b>                        | <b>30 – 100</b>                           | <b>180 – 570</b>                               | <b>s.o.</b>                                    | <b>s.o.</b>                                    |
|   | <b>Protection de l'eau souterraine pour la vie aquatique en eau douce</b> | <b>980 – 950</b>                          | <b>380</b>                                     | <b>s.o.</b>                                    | <b>s.o.</b>                                    |
|   | Contact écologique avec le sol  | 210                                       | 150  | 300  | 2 800  |
|   | Limites aux fins de la gestion  | 700                                       | 1 000  | 2 500  | 10 000   |
|   | Commerciale   | Exposition directe (combinée)             | 19 000   | 10 000   | 23 000   |
| Protection de l'eau souterraine potable                                   |   | 240                                       | 320  | s.o.   | s.o.   |
| <b>Inhalation de vapeurs (intérieur, dalle sur terre-plein)</b>           |   | <b>300 – 950</b>                          | <b>1 600 – 5 400</b>                           | <b>s.o.</b>                                    | <b>s.o.</b>                                    |
| <b>Protection de l'eau souterraine pour la vie aquatique en eau douce</b> |   | <b>980 – 950</b>                          | <b>380</b>                                     | <b>s.o.</b>                                    | <b>s.o.</b>                                    |
| Contact écologique avec le sol  |   | 320                                       | 260  | 1 700  | 3 300  |
| Limites aux fins de la gestion  |   | 700                                       | 1 000  | 3 500  | 10 000   |
| Migration hors du lieu contaminé  |   | s.o.                                      | s.o.   | 4 300  | RES  |
| Industrielle  |   | Exposition directe (combinée)             | RES  | RES  | RES  |
|   | Protection de l'eau souterraine potable                                   | 240                                       | 320  | s.o.   | s.o.   |
|   | <b>Inhalation de vapeurs (intérieur, dalle sur terre-plein)</b>           | <b>300 – 950</b>                          | <b>1 600 – 5 400</b>                           | <b>s.o.</b>                                    | <b>s.o.</b>                                    |
|   | <b>Protection de l'eau souterraine pour la vie aquatique en eau douce</b> | <b>980 – 950</b>                          | <b>380</b>                                     | <b>s.o.</b>                                    | <b>s.o.</b>                                    |
|   | Contact écologique avec le sol  | 320                                       | 260  | 1 700  | 3 300  |
|   | Limites aux fins de la gestion  | 700                                       | 1 000  | 3 500  | 10 000   |
|   | Migration hors du lieu contaminé  | s.o.                                      | s.o.   | 4 300  | RES  |

RES – Formation d'hydrocarbures pétroliers résiduels. La valeur calculée est supérieure à 30 000 mg/kg et à la limite de solubilité pour la fraction d'hydrocarbures pétroliers.

s.o. – La voie d'exposition ne s'applique pas à la fraction d'hydrocarbures pétroliers.

Les valeurs en **caractères gras** indiquent des scénarios qui diffèrent grandement du cas par défaut.

TABLEAU D-8

**RECOMMANDATIONS INDICATIVES POUR LA QUALITÉ DES SOLS (mg/kg) CONCERNANT LES HYDROCARBURES  
PÉTROLIERS PRÉSENTS DANS LES SOLS DE SURFACE À GRAINS GROSSIERS  
DENSITÉ APPARENTE DU SOL VARIANT DE 1,5 g/cm<sup>3</sup> À 1,8 g/cm<sup>3</sup>**

| UTILISATION DES TERRAINS       | VOIE D'EXPOSITION   | F1<br>(C <sub>6</sub> – C <sub>10</sub> ) | F2<br>(C <sub>&gt;10</sub> – C <sub>16</sub> ) | F3<br>(C <sub>&gt;16</sub> – C <sub>34</sub> ) | F4<br>(C <sub>&gt;34</sub> – C <sub>50</sub> ) |
|--------------------------------|---|---|--|--|--|
| Agricole                       | Exposition directe (combinée)   | 12 000                                    | 6 800  | 15 000   | 21 000   |
|                                | <b>Protection de l'eau souterraine potable</b>                            | <b>240 – 230</b>                          | <b>320</b>                                     | <b>s.o.</b>                                    | <b>s.o.</b>                                    |
|                                | <b>Inhalation de vapeurs (intérieur, dalle sur terre-plein)</b>           | <b>20 – 30</b>                            | <b>130 – 170</b>                               | <b>s.o.</b>                                    | <b>s.o.</b>                                    |
|                                | <b>Inhalation de vapeurs (intérieur, sous-sol)</b>                        | <b>40</b>                                 | <b>180 – 210</b>                               | <b>s.o.</b>                                    | <b>s.o.</b>                                    |
|                                | <b>Protection de l'eau souterraine pour la vie aquatique en eau douce</b> | <b>710 – 1 100</b>                        | <b>300 – 420</b>                               | <b>s.o.</b>                                    | <b>s.o.</b>                                    |
|                                | <b>Protection de l'eau souterraine pour le bétail</b>                     | <b>5 800 – 5 100</b>                      | <b>14 000</b>                                  | <b>s.o.</b>                                    | <b>s.o.</b>                                    |
|                                | Contact écologique avec le sol  | 210                                       | 150  | 300  | 2 800  |
| Limites aux fins de la gestion | 700   | 1 000                                     | 2 500  | 10 000   |  |
| Résidentielle                  | Exposition directe (combinée)   | 12 000                                    | 6 800  | 15 000   | 21 000   |
|                                | <b>Protection de l'eau souterraine potable</b>                            | <b>240 – 230</b>                          | <b>320</b>                                     | <b>s.o.</b>                                    | <b>s.o.</b>                                    |
|                                | <b>Inhalation de vapeurs (intérieur, dalle sur terre-plein)</b>           | <b>20 – 30</b>                            | <b>130 – 170</b>                               | <b>s.o.</b>                                    | <b>s.o.</b>                                    |
|                                | <b>Inhalation de vapeurs (intérieur, sous-sol)</b>                        | <b>40</b>                                 | <b>180 – 210</b>                               | <b>s.o.</b>                                    | <b>s.o.</b>                                    |
|                                | <b>Protection de l'eau souterraine pour la vie aquatique en eau douce</b> | <b>710 – 1 100</b>                        | <b>300 – 420</b>                               | <b>s.o.</b>                                    | <b>s.o.</b>                                    |
|                                | Contact écologique avec le sol  | 210                                       | 150  | 300  | 2 800  |
|                                | Limites aux fins de la gestion  | 700                                       | 1 000  | 2 500  | 10 000   |
| Commerciale                    | Exposition directe (combinée)   | 19 000                                    | 10 000   | 23 000   | RES  |
|                                | <b>Protection de l'eau souterraine potable</b>                            | <b>240 – 230</b>                          | <b>320</b>                                     | <b>s.o.</b>                                    | <b>s.o.</b>                                    |
|                                | <b>Inhalation de vapeurs (intérieur, dalle sur terre-plein)</b>           | <b>310 – 340</b>                          | <b>1 600 – 1 900</b>                           | <b>s.o.</b>                                    | <b>s.o.</b>                                    |
|                                | <b>Protection de l'eau souterraine pour la vie aquatique en eau douce</b> | <b>710 – 1 100</b>                        | <b>300 – 420</b>                               | <b>s.o.</b>                                    | <b>s.o.</b>                                    |
|                                | Contact écologique avec le sol  | 320                                       | 260  | 1 700  | 3 300  |
|                                | Limites aux fins de la gestion  | 700                                       | 1 000  | 3 500  | 10 000   |
|                                | Migration hors du lieu contaminé  | s.o.                                      | s.o.   | 4 300  | RES  |
| Industrielle                   | Exposition directe (combinée)   | RES                                       | RES  | RES  | RES  |
|                                | <b>Protection de l'eau souterraine potable</b>                            | <b>240 – 230</b>                          | <b>320</b>                                     | <b>s.o.</b>                                    | <b>s.o.</b>                                    |
|                                | <b>Inhalation de vapeurs (intérieur, dalle sur terre-plein)</b>           | <b>310 – 340</b>                          | <b>1 600 – 1 900</b>                           | <b>s.o.</b>                                    | <b>s.o.</b>                                    |
|                                | <b>Protection de l'eau souterraine pour la vie aquatique en eau douce</b> | <b>710 – 1 100</b>                        | <b>300 – 420</b>                               | <b>s.o.</b>                                    | <b>s.o.</b>                                    |
|                                | Contact écologique avec le sol  | 320                                       | 260  | 1 700  | 3 300  |
|                                | Limites aux fins de la gestion  | 700                                       | 1 000  | 3 500  | 10 000   |
|                                | Migration hors du lieu contaminé  | s.o.                                      | s.o.   | 4 300  | RES  |

RES – Formation d'hydrocarbures pétroliers résiduels. La valeur calculée est supérieure à 30 000 mg/kg et à la limite de solubilité pour la fraction d'hydrocarbures pétroliers.

s.o. – La voie d'exposition ne s'applique pas à la fraction d'hydrocarbures pétroliers.

Les valeurs en **caractères gras** indiquent des scénarios qui diffèrent grandement du cas par défaut.

TABLEAU D-9

**RECOMMANDATIONS INDICATIVES POUR LA QUALITÉ DES SOLS (mg/kg) CONCERNANT LES HYDROCARBURES  
PÉTROLIERS PRÉSENTS DANS LES SOLS DE SURFACE À GRAINS GROSSIERS  
FRACTION DE CARBONE ORGANIQUE VARIANT DE 0,0005 g/g À 0,007 g/g**

| UTILISATION DES TERRAINS       | VOIE D'EXPOSITION   | F1<br>(C <sub>6</sub> – C <sub>10</sub> ) | F2<br>(C <sub>&gt;10</sub> – C <sub>16</sub> ) | F3<br>(C <sub>&gt;16</sub> – C <sub>34</sub> ) | F4<br>(C <sub>&gt;34</sub> – C <sub>50</sub> ) |
|--------------------------------|---|---|--|--|--|
| Agricole                       | Exposition directe (combinée)   | 12 000                                    | 6 800  | 15 000   | 21 000   |
|                                | <b>Protection de l'eau souterraine potable</b>                            | <b>28 – 330</b>                           | <b>33 – 440</b>                                | <b>s.o.</b>                                    | <b>s.o.</b>                                    |
|                                | <b>Inhalation de vapeurs (intérieur, dalle sur terre-plein)</b>           | <b>5 – 40</b>                             | <b>16 – 200</b>                                | <b>s.o.</b>                                    | <b>s.o.</b>                                    |
|                                | <b>Inhalation de vapeurs (intérieur, sous-sol)</b>                        | <b>6 – 50</b>                             | <b>21 – 270</b>                                | <b>s.o.</b>                                    | <b>s.o.</b>                                    |
|                                | <b>Protection de l'eau souterraine pour la vie aquatique en eau douce</b> | <b>4 – 3 800</b>                          | <b>3,6 – 1 100</b>                             | <b>s.o.</b>                                    | <b>s.o.</b>                                    |
|                                | <b>Protection de l'eau souterraine pour le bétail</b>                     | <b>1 100 – 7 100</b>                      | <b>1 500 – 19 000</b>                          | <b>s.o.</b>                                    | <b>s.o.</b>                                    |
|                                | Contact écologique avec le sol  | 210                                       | 150  | 300  | 2 800  |
| Limites aux fins de la gestion | 700   | 1 000                                     | 2 500  | 10 000   |  |
| Résidentielle                  | Exposition directe (combinée)   | 12 000                                    | 6 800  | 15 000   | 21 000   |
|                                | <b>Protection de l'eau souterraine potable</b>                            | <b>28 – 330</b>                           | <b>33 – 440</b>                                | <b>s.o.</b>                                    | <b>s.o.</b>                                    |
|                                | <b>Inhalation de vapeurs (intérieur, dalle sur terre-plein)</b>           | <b>5 – 40</b>                             | <b>16 – 200</b>                                | <b>s.o.</b>                                    | <b>s.o.</b>                                    |
|                                | <b>Inhalation de vapeurs (intérieur, sous-sol)</b>                        | <b>6 – 50</b>                             | <b>21 – 270</b>                                | <b>s.o.</b>                                    | <b>s.o.</b>                                    |
|                                | <b>Protection de l'eau souterraine pour la vie aquatique en eau douce</b> | <b>4 – 3 800</b>                          | <b>3,6 – 1 100</b>                             | <b>s.o.</b>                                    | <b>s.o.</b>                                    |
|                                | Contact écologique avec le sol  | 210                                       | 150  | 300  | 2 800  |
|                                | Limites aux fins de la gestion  | 700                                       | 1 000  | 2 500  | 10 000   |
| Commerciale                    | Exposition directe (combinée)   | 19 000                                    | 10 000   | 23 000   | RES  |
|                                | <b>Protection de l'eau souterraine potable</b>                            | <b>28 – 330</b>                           | <b>33 – 440</b>                                | <b>s.o.</b>                                    | <b>s.o.</b>                                    |
|                                | <b>Inhalation de vapeurs (intérieur, dalle sur terre-plein)</b>           | <b>50 – 430</b>                           | <b>190 – 2 400</b>                             | <b>s.o.</b>                                    | <b>s.o.</b>                                    |
|                                | <b>Protection de l'eau souterraine pour la vie aquatique en eau douce</b> | <b>4 – 3 800</b>                          | <b>3,6 – 1 100</b>                             | <b>s.o.</b>                                    | <b>s.o.</b>                                    |
|                                | Contact écologique avec le sol  | 320                                       | 260  | 1 700  | 3 300  |
|                                | Limites aux fins de la gestion  | 700                                       | 1 000  | 3 500  | 10 000   |
|                                | Migration hors du lieu contaminé  | s.o.                                      | s.o.   | 4 300  | RES  |
| Industrielle                   | Exposition directe (combinée)   | RES                                       | RES  | RES  | RES  |
|                                | <b>Protection de l'eau souterraine potable</b>                            | <b>28 – 330</b>                           | <b>33 – 440</b>                                | <b>s.o.</b>                                    | <b>s.o.</b>                                    |
|                                | <b>Inhalation de vapeurs (intérieur, dalle sur terre-plein)</b>           | <b>50 – 430</b>                           | <b>190 – 2 400</b>                             | <b>s.o.</b>                                    | <b>s.o.</b>                                    |
|                                | <b>Protection de l'eau souterraine pour la vie aquatique en eau douce</b> | <b>4 – 3 800</b>                          | <b>3,6 – 1 100</b>                             | <b>s.o.</b>                                    | <b>s.o.</b>                                    |
|                                | Contact écologique avec le sol  | 320                                       | 260  | 1 700  | 3 300  |
|                                | Limites aux fins de la gestion  | 700                                       | 1 000  | 3 500  | 10 000   |
|                                | Migration hors du lieu contaminé  | s.o.                                      | s.o.   | 4 300  | RES  |

RES – Formation d'hydrocarbures pétroliers résiduels. La valeur calculée est supérieure à 30 000 mg/kg et à la limite de solubilité pour la fraction d'hydrocarbures pétroliers.

s.o. – La voie d'exposition ne s'applique pas à la fraction d'hydrocarbures pétroliers.

Les valeurs en **caractères gras** indiquent des scénarios qui diffèrent grandement du cas par défaut.

TABLEAU D-10

**RECOMMANDATIONS INDICATIVES POUR LA QUALITÉ DES SOLS (mg/kg) CONCERNANT LES HYDROCARBURES  
PÉTROLIERS PRÉSENTS DANS LES SOLS DE SURFACE À GRAINS GROSSIERS  
CONDUCTIVITÉ HYDRAULIQUE VARIANT DE 32 m/a À 3 200 m/a**

| UTILISATION DES TERRAINS       | VOIE D'EXPOSITION   | F1<br>(C <sub>6</sub> – C <sub>10</sub> ) | F2<br>(C <sub>&gt;10</sub> – C <sub>16</sub> ) | F3<br>(C <sub>&gt;16</sub> – C <sub>34</sub> ) | F4<br>(C <sub>&gt;34</sub> – C <sub>50</sub> ) |
|--------------------------------|---|---|--|--|--|
| Agricole                       | Exposition directe (combinée)   | 12 000                                    | 6 800  | 15 000   | 21 000   |
|                                | <b>Protection de l'eau souterraine potable</b>                            | <b>160 – 450</b>                          | <b>210 – 600</b>                               | <b>s.o.</b>                                    | <b>s.o.</b>                                    |
|                                | Inhalation de vapeurs (intérieur, dalle sur terre-plein)                  | 30  | 150  | s.o.   | s.o.   |
|                                | Inhalation de vapeurs (intérieur, sous-sol)                               | 40  | 190  | s.o.   | s.o.   |
|                                | <b>Protection de l'eau souterraine pour la vie aquatique en eau douce</b> | <b>RES – 30</b>                           | <b>RES – 62</b>                                | <b>s.o.</b>                                    | <b>s.o.</b>                                    |
|                                | <b>Protection de l'eau souterraine pour le bétail</b>                     | <b>3 500 – 10 000</b>                     | <b>9 200 – 26 000</b>                          | <b>s.o.</b>                                    | <b>s.o.</b>                                    |
|                                | Contact écologique avec le sol  | 210                                       | 150  | 300  | 2 800  |
| Limites aux fins de la gestion | 700   | 1 000                                     | 2 500  | 10 000   |  |
| Résidentielle                  | Exposition directe (combinée)   | 12 000                                    | 6 800  | 15 000   | 21 000   |
|                                | <b>Protection de l'eau souterraine potable</b>                            | <b>160 – 450</b>                          | <b>210 – 600</b>                               | <b>s.o.</b>                                    | <b>s.o.</b>                                    |
|                                | Inhalation de vapeurs (intérieur, dalle sur terre-plein)                  | 30  | 150  | s.o.   | s.o.   |
|                                | Inhalation de vapeurs (intérieur, sous-sol)                               | 40  | 190  | s.o.   | s.o.   |
|                                | <b>Protection de l'eau souterraine pour la vie aquatique en eau douce</b> | <b>RES – 30</b>                           | <b>RES – 62</b>                                | <b>s.o.</b>                                    | <b>s.o.</b>                                    |
|                                | Contact écologique avec le sol  | 210                                       | 150  | 300  | 2 800  |
|                                | Limites aux fins de la gestion  | 700                                       | 1 000  | 2 500  | 10 000   |
| Commerciale                    | Exposition directe (combinée)   | 19 000                                    | 10 000   | 23 000   | RES  |
|                                | <b>Protection de l'eau souterraine potable</b>                            | <b>160 – 450</b>                          | <b>210 – 600</b>                               | <b>s.o.</b>                                    | <b>s.o.</b>                                    |
|                                | Inhalation de vapeurs (intérieur, dalle sur terre-plein)                  | 320                                       | 1 700  | s.o.   | s.o.   |
|                                | <b>Protection de l'eau souterraine pour la vie aquatique en eau douce</b> | <b>RES – 30</b>                           | <b>RES – 62</b>                                | <b>s.o.</b>                                    | <b>s.o.</b>                                    |
|                                | Contact écologique avec le sol  | 320                                       | 260  | 1 700  | 3 300  |
|                                | Limites aux fins de la gestion  | 700                                       | 1 000  | 3 500  | 10 000   |
|                                | Migration hors du lieu contaminé  | s.o.                                      | s.o.   | 4 300  | RES  |
| Industrielle                   | Exposition directe (combinée)   | RES                                       | RES  | RES  | RES  |
|                                | <b>Protection de l'eau souterraine potable</b>                            | <b>160 – 450</b>                          | <b>210 – 600</b>                               | <b>s.o.</b>                                    | <b>s.o.</b>                                    |
|                                | Inhalation de vapeurs (intérieur, dalle sur terre-plein)                  | 320                                       | 1 700  | s.o.   | s.o.   |
|                                | <b>Protection de l'eau souterraine pour la vie aquatique en eau douce</b> | <b>RES – 30</b>                           | <b>RES – 62</b>                                | <b>s.o.</b>                                    | <b>s.o.</b>                                    |
|                                | Contact écologique avec le sol  | 320                                       | 260  | 1 700  | 3 300  |
|                                | Limites aux fins de la gestion  | 700                                       | 1 000  | 3 500  | 10 000   |
|                                | Migration hors du lieu contaminé  | s.o.                                      | s.o.   | 4 300  | RES  |

RES – Formation d'hydrocarbures pétroliers résiduels. La valeur calculée est supérieure à 30 000 mg/kg et à la limite de solubilité pour la fraction d'hydrocarbures pétroliers.

s.o. – La voie d'exposition ne s'applique pas à la fraction d'hydrocarbures pétroliers.

Les valeurs en **caractères gras** indiquent des scénarios qui diffèrent grandement du cas par défaut.

TABLEAU D-11

**RECOMMANDATIONS INDICATIVES POUR LA QUALITÉ DES SOLS (mg/kg) CONCERNANT LES HYDROCARBURES  
PÉTROLIERS PRÉSENTS DANS LES SOLS DE SURFACE À GRAINS GROSSIERS  
ALIMENTATION DE L'AQUIFÈRE VARIANT DE 0,005 m/a À 0,5 m/a**

| UTILISATION DES TERRAINS       | VOIE D'EXPOSITION   | F1<br>(C <sub>6</sub> – C <sub>10</sub> ) | F2<br>(C <sub>&gt;10</sub> – C <sub>16</sub> ) | F3<br>(C <sub>&gt;16</sub> – C <sub>34</sub> ) | F4<br>(C <sub>&gt;34</sub> – C <sub>50</sub> ) |
|--------------------------------|---|---|--|--|--|
| Agricole                       | Exposition directe (combinée)   | 12 000                                    | 6 800  | 15 000   | 21 000   |
|                                | <b>Protection de l'eau souterraine potable</b>                            | <b>1 500 – 220</b>                        | <b>2 000 – 290</b>                             | <b>s.o.</b>                                    | <b>s.o.</b>                                    |
|                                | Inhalation de vapeurs (intérieur, dalle sur terre-plein)                  | 30  | 150  | s.o.   | s.o.   |
|                                | Inhalation de vapeurs (intérieur, sous-sol)                               | 40  | 190  | s.o.   | s.o.   |
|                                | <b>Protection de l'eau souterraine pour la vie aquatique en eau douce</b> | <b>5 700 – 900</b>                        | <b>2 300 – 350</b>                             | <b>s.o.</b>                                    | <b>s.o.</b>                                    |
|                                | <b>Protection de l'eau souterraine pour le bétail</b>                     | <b>RES – 4 900</b>                        | <b>RES – 13 000</b>                            | <b>s.o.</b>                                    | <b>s.o.</b>                                    |
|                                | Contact écologique avec le sol  | 210                                       | 150  | 300  | 2 800  |
| Limites aux fins de la gestion | 700   | 1 000                                     | 2 500  | 10 000   |  |
| Résidentielle                  | Exposition directe (combinée)   | 12 000                                    | 6 800  | 15 000   | 21 000   |
|                                | <b>Protection de l'eau souterraine potable</b>                            | <b>1 500 – 220</b>                        | <b>2 000 – 290</b>                             | <b>s.o.</b>                                    | <b>s.o.</b>                                    |
|                                | Inhalation de vapeurs (intérieur, dalle sur terre-plein)                  | 30  | 150  | s.o.   | s.o.   |
|                                | Inhalation de vapeurs (intérieur, sous-sol)                               | 40  | 190  | s.o.   | s.o.   |
|                                | <b>Protection de l'eau souterraine pour la vie aquatique en eau douce</b> | <b>5 700 – 900</b>                        | <b>2 300 – 350</b>                             | <b>s.o.</b>                                    | <b>s.o.</b>                                    |
|                                | Contact écologique avec le sol  | 210                                       | 150  | 300  | 2 800  |
|                                | Limites aux fins de la gestion  | 700                                       | 1 000  | 2 500  | 10 000   |
| Commerciale                    | Exposition directe (combinée)   | 19 000                                    | 10 000   | 23 000   | RES  |
|                                | <b>Protection de l'eau souterraine potable</b>                            | <b>1 500 – 220</b>                        | <b>2 000 – 290</b>                             | <b>s.o.</b>                                    | <b>s.o.</b>                                    |
|                                | Inhalation de vapeurs (intérieur, dalle sur terre-plein)                  | 320                                       | 1 700  | s.o.   | s.o.   |
|                                | <b>Protection de l'eau souterraine pour la vie aquatique en eau douce</b> | <b>5 700 – 900</b>                        | <b>2 300 – 350</b>                             | <b>s.o.</b>                                    | <b>s.o.</b>                                    |
|                                | Contact écologique avec le sol  | 320                                       | 260  | 1 700  | 3 300  |
|                                | Limites aux fins de la gestion  | 700                                       | 1 000  | 3 500  | 10 000   |
|                                | Migration hors du lieu contaminé  | s.o.                                      | s.o.   | 4 300  | RES  |
| Industrielle                   | Exposition directe (combinée)   | RES                                       | RES  | RES  | RES  |
|                                | <b>Protection de l'eau souterraine potable</b>                            | <b>1 500 – 220</b>                        | <b>2 000 – 290</b>                             | <b>s.o.</b>                                    | <b>s.o.</b>                                    |
|                                | Inhalation de vapeurs (intérieur, dalle sur terre-plein)                  | 320                                       | 1 700  | s.o.   | s.o.   |
|                                | <b>Protection de l'eau souterraine pour la vie aquatique en eau douce</b> | <b>5 700 – 900</b>                        | <b>2 300 – 350</b>                             | <b>s.o.</b>                                    | <b>s.o.</b>                                    |
|                                | Contact écologique avec le sol  | 320                                       | 260  | 1 700  | 3 300  |
|                                | Limites aux fins de la gestion  | 700                                       | 1 000  | 3 500  | 10 000   |
|                                | Migration hors du lieu contaminé  | s.o.                                      | s.o.   | 4 300  | RES  |

RES – Formation d'hydrocarbures pétroliers résiduels. La valeur calculée est supérieure à 30 000 mg/kg et à la limite de solubilité pour la fraction d'hydrocarbures pétroliers.

s.o. – La voie d'exposition ne s'applique pas à la fraction d'hydrocarbures pétroliers.

Les valeurs en **caractères gras** indiquent des scénarios qui diffèrent grandement du cas par défaut.

TABLEAU D-12

**RECOMMANDATIONS INDICATIVES POUR LA QUALITÉ DES SOLS (mg/kg) CONCERNANT LES HYDROCARBURES  
PÉTROLIERS PRÉSENTS DANS LES SOLS DE SURFACE À GRAINS GROSSIERS  
GRADIENT HYDRAULIQUE VARIANT DE 0,001 À 0,1**

| UTILISATION DES TERRAINS       | VOIE D'EXPOSITION   | F1<br>(C <sub>6</sub> – C <sub>10</sub> ) | F2<br>(C <sub>&gt;10</sub> – C <sub>16</sub> ) | F3<br>(C <sub>&gt;16</sub> – C <sub>34</sub> ) | F4<br>(C <sub>&gt;34</sub> – C <sub>50</sub> ) |
|--------------------------------|---|---|--|--|--|
| Agricole                       | Exposition directe (combinée)   | 12 000                                    | 6 800  | 15 000   | 21 000   |
|                                | <b>Protection de l'eau souterraine potable</b>                            | <b>110 – 300</b>                          | <b>150 – 410</b>                               | <b>s.o.</b>                                    | <b>s.o.</b>                                    |
|                                | Inhalation de vapeurs (intérieur, dalle sur terre-plein)                  | 30  | 150  | s.o.   | s.o.   |
|                                | Inhalation de vapeurs (intérieur, sous-sol)                               | 40  | 190  | s.o.   | s.o.   |
|                                | <b>Protection de l'eau souterraine pour la vie aquatique en eau douce</b> | <b>RES – 68</b>                           | <b>RES – 77</b>                                | <b>s.o.</b>                                    | <b>s.o.</b>                                    |
|                                | <b>Protection de l'eau souterraine pour le bétail</b>                     | <b>2 500 – 6 800</b>                      | <b>6 500 – 18 000</b>                          | <b>s.o.</b>                                    | <b>s.o.</b>                                    |
|                                | Contact écologique avec le sol  | 210                                       | 150  | 300  | 2 800  |
| Limites aux fins de la gestion | 700   | 1 000                                     | 2 500  | 10 000   |  |
| Résidentielle                  | Exposition directe (combinée)   | 12 000                                    | 6 800  | 15 000   | 21 000   |
|                                | <b>Protection de l'eau souterraine potable</b>                            | <b>110 – 300</b>                          | <b>150 – 410</b>                               | <b>s.o.</b>                                    | <b>s.o.</b>                                    |
|                                | Inhalation de vapeurs (intérieur, dalle sur terre-plein)                  | 30  | 150  | s.o.   | s.o.   |
|                                | Inhalation de vapeurs (intérieur, sous-sol)                               | 40  | 190  | s.o.   | s.o.   |
|                                | <b>Protection de l'eau souterraine pour la vie aquatique en eau douce</b> | <b>RES – 68</b>                           | <b>RES – 77</b>                                | <b>s.o.</b>                                    | <b>s.o.</b>                                    |
|                                | Contact écologique avec le sol  | 210                                       | 150  | 300  | 2 800  |
|                                | Limites aux fins de la gestion  | 700                                       | 1 000  | 2 500  | 10 000   |
| Commerciale                    | Exposition directe (combinée)   | 19 000                                    | 10 000   | 23 000   | RES  |
|                                | <b>Protection de l'eau souterraine potable</b>                            | <b>110 – 300</b>                          | <b>150 – 410</b>                               | <b>s.o.</b>                                    | <b>s.o.</b>                                    |
|                                | Inhalation de vapeurs (intérieur, dalle sur terre-plein)                  | 320                                       | 1 700  | s.o.   | s.o.   |
|                                | <b>Protection de l'eau souterraine pour la vie aquatique en eau douce</b> | <b>RES – 68</b>                           | <b>RES – 77</b>                                | <b>s.o.</b>                                    | <b>s.o.</b>                                    |
|                                | Contact écologique avec le sol  | 320                                       | 260  | 1 700  | 3 300  |
|                                | Limites aux fins de la gestion  | 700                                       | 1 000  | 3 500  | 10 000   |
|                                | Migration hors du lieu contaminé  | s.o.                                      | s.o.   | 4 300  | RES  |
| Industrielle                   | Exposition directe (combinée)   | RES                                       | RES  | RES  | RES  |
|                                | <b>Protection de l'eau souterraine potable</b>                            | <b>110 – 300</b>                          | <b>150 – 410</b>                               | <b>s.o.</b>                                    | <b>s.o.</b>                                    |
|                                | Inhalation de vapeurs (intérieur, dalle sur terre-plein)                  | 320                                       | 1 700  | s.o.   | s.o.   |
|                                | <b>Protection de l'eau souterraine pour la vie aquatique en eau douce</b> | <b>RES – 68</b>                           | <b>RES – 77</b>                                | <b>s.o.</b>                                    | <b>s.o.</b>                                    |
|                                | Contact écologique avec le sol  | 320                                       | 260  | 1 700  | 3 300  |
|                                | Limites aux fins de la gestion  | 700                                       | 1 000  | 3 500  | 10 000   |
|                                | Migration hors du lieu contaminé  | s.o.                                      | s.o.   | 4 300  | RES  |

| UTILISATION DES TERRAINS | VOIE D'EXPOSITION | F1<br>(C <sub>6</sub> – C <sub>10</sub> ) | F2<br>(C <sub>&gt;10</sub> – C <sub>16</sub> ) | F3<br>(C <sub>&gt;16</sub> – C <sub>34</sub> ) | F4<br>(C <sub>&gt;34</sub> – C <sub>50</sub> ) |
|--------------------------|-------------------|---|--|--|--|
|--------------------------|-------------------|---|--|--|--|

RES – Formation d'hydrocarbures pétroliers résiduels. La valeur calculée est supérieure à 30 000 mg/kg et à la limite de solubilité pour la fraction d'hydrocarbures pétroliers.

s.o. – La voie d'exposition ne s'applique pas pour la fraction d'hydrocarbures pétroliers.

Les valeurs en **caractères gras** indiquent des scénarios qui sont significativement différents du cas par défaut.

TABLEAU D-13

**RECOMMANDATIONS INDICATIVES POUR LA QUALITÉ DES SOLS (mg/kg) CONCERNANT LES HYDROCARBURES  
PÉTROLIERS PRÉSENTS DANS LES SOLS DE SURFACE À GRAINS GROSSIERS  
LONGUEUR DU LIEU VARIANT DE 5 m À 30 m**

| UTILISATION DES TERRAINS                                     | VOIE D'EXPOSITION   | F1<br>(C <sub>6</sub> – C <sub>10</sub> ) | F2<br>(C <sub>&gt;10</sub> – C <sub>16</sub> ) | F3<br>(C <sub>&gt;16</sub> – C <sub>34</sub> ) | F4<br>(C <sub>&gt;34</sub> – C <sub>50</sub> ) |
|--|---|---|--|--|--|
| Agricole   | Exposition directe (combinée)   | 12 000                                    | 6 800  | 15 000   | 21 000   |
|  | <b>Protection de l'eau souterraine potable</b>                            | <b>240 – 220</b>                          | <b>320 – 290</b>                               | <b>s.o.</b>                                    | <b>s.o.</b>                                    |
|  | Inhalation de vapeurs (intérieur, dalle sur terre-plein)                  | 30  | 150  | s.o.   | s.o.   |
|  | Inhalation de vapeurs (intérieur, sous-sol)                               | 40  | 190  | s.o.   | s.o.   |
|  | <b>Protection de l'eau souterraine pour la vie aquatique en eau douce</b> | <b>990 – 900</b>                          | <b>380 – 350</b>                               | <b>s.o.</b>                                    | <b>s.o.</b>                                    |
|  | <b>Protection de l'eau souterraine pour le bétail</b>                     | <b>5 400 – 4 900</b>                      | <b>14 000 – 13 000</b>                         | <b>s.o.</b>                                    | <b>s.o.</b>                                    |
|  | Contact écologique avec le sol  | 210                                       | 150  | 300  | 2 800  |
|  | Limites aux fins de la gestion  | 700                                       | 1 000  | 2 500  | 10 000   |
| Résidentielle  | Exposition directe (combinée)   | 12 000                                    | 6 800  | 15 000   | 21 000   |
|  | <b>Protection de l'eau souterraine potable</b>                            | <b>240 – 220</b>                          | <b>320 – 290</b>                               | <b>s.o.</b>                                    | <b>s.o.</b>                                    |
|  | Inhalation de vapeurs (intérieur, dalle sur terre-plein)                  | 30  | 150  | s.o.   | s.o.   |
|  | Inhalation de vapeurs (intérieur, sous-sol)                               | 40  | 190  | s.o.   | s.o.   |
|  | <b>Protection de l'eau souterraine pour la vie aquatique en eau douce</b> | <b>990 – 900</b>                          | <b>380 – 350</b>                               | <b>s.o.</b>                                    | <b>s.o.</b>                                    |
|  | Contact écologique avec le sol  | 210                                       | 150  | 300  | 2 800  |
|  | Limites aux fins de la gestion  | 700                                       | 1 000  | 2 500  | 10 000   |
|  | Commerciale   | Exposition directe (combinée)             | 19 000   | 10 000   | 23 000   |
| <b>Protection de l'eau souterraine potable</b>               |   | <b>240 – 220</b>                          | <b>320 – 290</b>                               | <b>s.o.</b>                                    | <b>s.o.</b>                                    |
| Inhalation de vapeurs (intérieur, dalle sur terre-plein)     |   | 320                                       | 1 700  | s.o.   | s.o.   |
| <b>Protection de l'eau souterraine pour la vie aquatique</b> |   | <b>990 – 900</b>                          | <b>380 – 350</b>                               | <b>s.o.</b>                                    | <b>s.o.</b>                                    |
| Contact écologique avec le sol                               |   | 320                                       | 260  | 1 700  | 3 300  |
| Limites aux fins de la gestion                               |   | 700                                       | 1 000  | 3 500  | 10 000   |
| Migration hors du lieu contaminé                             |   | s.o.                                      | s.o.   | 4 300  | RES  |
| Industrielle   |   | Exposition directe (combinée)             | RES  | RES  | RES  |
|  | <b>Protection de l'eau souterraine potable</b>                            | <b>240 – 220</b>                          | <b>320 – 290</b>                               | <b>s.o.</b>                                    | <b>s.o.</b>                                    |
|  | Inhalation de vapeurs (intérieur, dalle sur terre-plein)                  | 320                                       | 1 700  | s.o.   | s.o.   |
|  | <b>Protection de l'eau souterraine pour la vie aquatique en eau douce</b> | <b>990 – 900</b>                          | <b>380 – 350</b>                               | <b>s.o.</b>                                    | <b>s.o.</b>                                    |
|  | Contact écologique avec le sol  | 320                                       | 260  | 1 700  | 3 300  |
|  | Limites aux fins de la gestion  | 700                                       | 1 000  | 3 500  | 10 000   |
|  | Migration hors du lieu contaminé  | s.o.                                      | s.o.   | 4 300  | RES  |

RES – Formation d'hydrocarbures pétroliers résiduels. La valeur calculée est supérieure à 30 000 mg/kg et à la limite de solubilité pour la fraction d'hydrocarbures pétroliers.

s.o. – La voie d'exposition ne s'applique pas à la fraction d'hydrocarbures pétroliers.

Les valeurs en **caractères gras** indiquent des scénarios qui diffèrent grandement du cas par défaut.

TABLEAU D-14

**RECOMMANDATIONS INDICATIVES POUR LA QUALITÉ DES SOLS (mg/kg) CONCERNANT LES HYDROCARBURES  
PÉTROLIERS PRÉSENTS DANS LES SOLS À GRAINS GROSSIERS  
PROFONDEUR DE LA CONTAMINATION/DISTANCE À LA CONTAMINATION VARIANT DE 30 cm À 10 m AU-DESSOUS DU  
NIVEAU DU SOL**

| UTILISATION DES TERRAINS   | VOIE D'EXPOSITION  | F1<br>(C <sub>6</sub> – C <sub>10</sub> ) | F2<br>(C <sub>&gt;10</sub> – C <sub>16</sub> ) | F3<br>(C <sub>&gt;16</sub> – C <sub>34</sub> ) | F4<br>(C <sub>&gt;34</sub> – C <sub>50</sub> ) |
|--|--|---|--|--|--|
| Agricole   | Exposition directe (combinée)                                      | 12 000                                    | 6 800  | 15 000   | 21 000   |
|  | Protection de l'eau souterraine potable                            | 240                                       | 320  | s.o.   | s.o.   |
|  | <b>Inhalation de vapeurs (intérieur, dalle sur terre-plein)</b>    | <b>30 – 300</b>                           | <b>150 – 1 600</b>                             | <b>s.o.</b>                                    | <b>s.o.</b>                                    |
|  | <b>Inhalation de vapeurs (intérieur, sous-sol)</b>                 | <b>40 – 150</b>                           | <b>190 – 800</b>                               | <b>s.o.</b>                                    | <b>s.o.</b>                                    |
|  | Protection de l'eau souterraine pour la vie aquatique en eau douce | 970                                       | 380  | s.o.   | s.o.   |
|  | Protection de l'eau souterraine pour le bétail                     | 5 300                                     | 14 000   | s.o.   | s.o.   |
|  | Contact écologique avec le sol                                     | 210                                       | 150  | 300  | 2 800  |
|  | Limites aux fins de la gestion                                     | 700                                       | 1 000  | 2 500  | 10 000   |
| Résidentielle  | Exposition directe (combinée)                                      | 12 000                                    | 6 800  | 15 000   | 21 000   |
|  | Protection de l'eau souterraine potable                            | 240                                       | 320  | s.o.   | s.o.   |
|  | <b>Inhalation de vapeurs (intérieur, dalle sur terre-plein)</b>    | <b>30 – 300</b>                           | <b>150 – 1 600</b>                             | <b>s.o.</b>                                    | <b>s.o.</b>                                    |
|  | <b>Inhalation de vapeurs (intérieur, sous-sol)</b>                 | <b>40 – 150</b>                           | <b>190 – 800</b>                               | <b>s.o.</b>                                    | <b>s.o.</b>                                    |
|  | Protection de l'eau souterraine pour la vie aquatique en eau douce | 970                                       | 380  | s.o.   | s.o.   |
|  | Contact écologique avec le sol                                     | 210                                       | 150  | 300  | 2 800  |
|  | Limites aux fins de la gestion                                     | 700                                       | 1 000  | 2 500  | 10 000   |
|  | Commerciale  | Exposition directe (combinée)             | 19 000   | 10 000   | 23 000   |
| Protection de l'eau souterraine potable                            |  | 240                                       | 320  | s.o.   | s.o.   |
| <b>Inhalation de vapeurs (intérieur, dalle sur terre-plein)</b>    |  | <b>320 – 1 800</b>                        | <b>1 700 – 9 600</b>                           | <b>s.o.</b>                                    | <b>s.o.</b>                                    |
| Protection de l'eau souterraine pour la vie aquatique en eau douce |  | 970                                       | 380  | s.o.   | s.o.   |
| Contact écologique avec le sol                                     |  | 320                                       | 260  | 1 700  | 3 300  |
| Limites aux fins de la gestion                                     |  | 700                                       | 1 000  | 3 500  | 10 000   |
| <b>Migration hors du lieu contaminé</b>                            |  | <b>s.o.</b>                               | <b>s.o.</b>                                    | <b>4 300 – s.o.</b>                            | <b>RES</b>                                     |
| Industrielle   |  | Exposition directe (combinée)             | RES  | RES  | RES  |
|  | Protection de l'eau souterraine potable                            | 240                                       | 320  | s.o.   | s.o.   |
|  | <b>Inhalation de vapeurs (intérieur, dalle sur terre-plein)</b>    | <b>320 – 1 800</b>                        | <b>1 700 – 9 600</b>                           | <b>s.o.</b>                                    | <b>s.o.</b>                                    |
|  | Protection de l'eau souterraine pour la vie aquatique en eau douce | 970                                       | 380  | s.o.   | s.o.   |
|  | Contact écologique avec le sol                                     | 320                                       | 260  | 1 700  | 3 300  |
|  | Limites aux fins de la gestion                                     | 700                                       | 1 000  | 3 500  | 10 000   |
|  | <b>Migration hors du lieu contaminé</b>                            | <b>s.o.</b>                               | <b>s.o.</b>                                    | <b>4 300 – s.o.</b>                            | <b>RES</b>                                     |

| UTILISATION DES TERRAINS | VOIE D'EXPOSITION | F1<br>(C <sub>6</sub> – C <sub>10</sub> ) | F2<br>(C <sub>&gt;10</sub> – C <sub>16</sub> ) | F3<br>(C <sub>&gt;16</sub> – C <sub>34</sub> ) | F4<br>(C <sub>&gt;34</sub> – C <sub>50</sub> ) |
|--------------------------|-------------------|---|--|--|--|
|--------------------------|-------------------|---|--|--|--|

RES – Formation d'hydrocarbures pétroliers résiduels. La valeur calculée est supérieure à 30 000 mg/kg et à la limite de solubilité pour la fraction d'hydrocarbures pétroliers.

s.o. – La voie d'exposition ne s'applique pas à la fraction d'hydrocarbures pétroliers.

Les valeurs en **caractères gras** indiquent des scénarios qui diffèrent grandement du cas par défaut.

TABLEAU D-15

**RECOMMANDATIONS INDICATIVES POUR LA QUALITÉ DES SOLS (mg/kg) CONCERNANT LES HYDROCARBURES  
PÉTROLIERS PRÉSENTS DANS LES SOLS DE SURFACE À GRAINS GROSSIERS  
PROFONDEUR DE L'EAU SOUTERRAINE<sup>a</sup> VARIANT DE 3 m À 10 m**

| UTILISATION DES TERRAINS  | VOIE D'EXPOSITION   | F1<br>(C <sub>6</sub> – C <sub>10</sub> ) | F2<br>(C <sub>&gt;10</sub> – C <sub>16</sub> ) | F3<br>(C <sub>&gt;16</sub> – C <sub>34</sub> ) | F4<br>(C <sub>&gt;34</sub> – C <sub>50</sub> ) |
|---|---|---|--|--|--|
| Agricole  | Exposition directe (combinée)   | 12 000                                    | 6 800  | 15 000   | 21 000   |
|   | <b>Protection de l'eau souterraine potable</b>                            | <b>240 – RES</b>                          | <b>320 – RES</b>                               | <b>s.o.</b>                                    | <b>s.o.</b>                                    |
|   | Inhalation de vapeurs (intérieur, dalle sur terre-plein)                  | 30  | 150  | s.o.   | s.o.   |
|   | Inhalation de vapeurs (intérieur, sous-sol)                               | 40  | 190  | s.o.   | s.o.   |
|   | <b>Protection de l'eau souterraine pour la vie aquatique en eau douce</b> | <b>970 – RES</b>                          | <b>380 – RES</b>                               | <b>s.o.</b>                                    | <b>s.o.</b>                                    |
|   | <b>Protection de l'eau souterraine pour le bétail</b>                     | <b>5 300 – RES</b>                        | <b>14 000 – RES</b>                            | <b>s.o.</b>                                    | <b>s.o.</b>                                    |
|   | Contact écologique avec le sol  | 210                                       | 150  | 300  | 2 800  |
|   | Limites aux fins de la gestion  | 700                                       | 1 000  | 2 500  | 10 000   |
| Résidentielle   | Exposition directe (combinée)   | 12 000                                    | 6 800  | 15 000   | 21 000   |
|   | <b>Protection de l'eau souterraine potable</b>                            | <b>240 – RES</b>                          | <b>320 – RES</b>                               | <b>s.o.</b>                                    | <b>s.o.</b>                                    |
|   | Inhalation de vapeurs (intérieur, dalle sur terre-plein)                  | 30  | 150  | s.o.   | s.o.   |
|   | Inhalation de vapeurs (intérieur, sous-sol)                               | 40  | 190  | s.o.   | s.o.   |
|   | <b>Protection de l'eau souterraine pour la vie aquatique en eau douce</b> | <b>970 – RES</b>                          | <b>380 – RES</b>                               | <b>s.o.</b>                                    | <b>s.o.</b>                                    |
|   | Contact écologique avec le sol  | 210                                       | 150  | 300  | 2 800  |
|   | Limites aux fins de la gestion  | 700                                       | 1 000  | 2 500  | 10 000   |
|   | Commerciale   | Exposition directe (combinée)             | 19 000   | 10 000   | 23 000   |
| <b>Protection de l'eau souterraine potable</b>                            |   | <b>240 – RES</b>                          | <b>320 – RES</b>                               | <b>s.o.</b>                                    | <b>s.o.</b>                                    |
| Inhalation de vapeurs (intérieur, dalle sur terre-plein)                  |   | 320                                       | 1 700  | s.o.   | s.o.   |
| <b>Protection de l'eau souterraine pour la vie aquatique en eau douce</b> |   | <b>970 – RES</b>                          | <b>380 – RES</b>                               | <b>s.o.</b>                                    | <b>s.o.</b>                                    |
| Contact écologique avec le sol  |   | 320                                       | 260  | 1 700  | 3 300  |
| Limites aux fins de la gestion  |   | 700                                       | 1 000  | 3 500  | 10 000   |
| Migration hors du lieu contaminé  |   | s.o.                                      | s.o.   | 4 300  | RES  |
| Industrielle  |   | Exposition directe (combinée)             | RES  | RES  | RES  |
|   | <b>Protection de l'eau souterraine potable</b>                            | <b>240 – RES</b>                          | <b>320 – RES</b>                               | <b>s.o.</b>                                    | <b>s.o.</b>                                    |
|   | Inhalation de vapeurs (intérieur, dalle sur terre-plein)                  | 320                                       | 1 700  | s.o.   | s.o.   |
|   | <b>Protection de l'eau souterraine pour la vie aquatique en eau douce</b> | <b>970 – RES</b>                          | <b>380 – RES</b>                               | <b>s.o.</b>                                    | <b>s.o.</b>                                    |
|   | Contact écologique avec le sol  | 320                                       | 260  | 1 700  | 3 300  |
|   | Limites aux fins de la gestion  | 700                                       | 1 000  | 3 500  | 10 000   |
|   | Migration hors du lieu contaminé  | s.o.                                      | s.o.   | 4 300  | RES  |

RES – Formation d'hydrocarbures pétroliers résiduels. La valeur calculée est supérieure à 30 000 mg/kg et à la limite de solubilité pour la fraction d'hydrocarbures pétroliers.

s.o. – La voie d'exposition ne s'applique pas à la fraction d'hydrocarbures pétroliers.

<sup>a</sup> Faire varier la profondeur de l'eau souterraine de façon qu'elle passe de 3 m à 10 m fait également varier de 0 m à 7 m la distance de séparation entre la contamination et l'eau souterraine.

Les valeurs en **caractères gras** indiquent des scénarios qui diffèrent grandement du cas par défaut.

TABLEAU D-16

**RECOMMANDATIONS INDICATIVES POUR LA QUALITÉ DES SOLS (mg/kg) CONCERNANT LES HYDROCARBURES  
PÉTROLIERS PRÉSENTS DANS LES SOLS DE SURFACE À GRAINS GROSSIERS  
DISTANCE AUX RÉCÉPTEURS DE L'EAU SOUTERRAINE<sup>a</sup> VARIANT DE 0 m À 500 m**

| UTILISATION DES TERRAINS       | VOIE D'EXPOSITION   | F1<br>(C <sub>6</sub> – C <sub>10</sub> ) | F2<br>(C <sub>&gt;10</sub> – C <sub>16</sub> ) | F3<br>(C <sub>&gt;16</sub> – C <sub>34</sub> ) | F4<br>(C <sub>&gt;34</sub> – C <sub>50</sub> ) |
|--------------------------------|---|---|--|--|--|
| Agricole                       | Exposition directe (combinée)   | 12 000                                    | 6 800  | 15 000   | 21 000   |
|                                | <b>Protection de l'eau souterraine potable</b>                            | <b>240 – RES</b>                          | <b>320 – RES</b>                               | <b>s.o.</b>                                    | <b>s.o.</b>                                    |
|                                | Inhalation de vapeurs (intérieur, dalle sur terre-plein)                  | 30  | 150  | s.o.   | s.o.   |
|                                | Inhalation de vapeurs (intérieur, sous-sol)                               | 40  | 190  | s.o.   | s.o.   |
|                                | <b>Protection de l'eau souterraine pour la vie aquatique en eau douce</b> | <b>4,2 – RES</b>                          | <b>5,3 – RES</b>                               | <b>s.o.</b>                                    | <b>s.o.</b>                                    |
|                                | <b>Protection de l'eau souterraine pour le bétail</b>                     | <b>5 300 – RES</b>                        | <b>14 000 – RES</b>                            | <b>s.o.</b>                                    | <b>s.o.</b>                                    |
|                                | Contact écologique avec le sol  | 210                                       | 150  | 300  | 2 800  |
| Limites aux fins de la gestion | 700   | 1 000                                     | 2 500  | 10 000   |  |
| Résidentielle                  | Exposition directe (combinée)   | 12 000                                    | 6 800  | 15 000   | 21 000   |
|                                | <b>Protection de l'eau souterraine potable</b>                            | <b>240 – RES</b>                          | <b>320 – RES</b>                               | <b>s.o.</b>                                    | <b>s.o.</b>                                    |
|                                | Inhalation de vapeurs (intérieur, dalle sur terre-plein)                  | 30  | 150  | s.o.   | s.o.   |
|                                | Inhalation de vapeurs (intérieur, sous-sol)                               | 40  | 190  | s.o.   | s.o.   |
|                                | <b>Protection de l'eau souterraine pour la vie aquatique en eau douce</b> | <b>4,2 – RES</b>                          | <b>5,3 – RES</b>                               | <b>s.o.</b>                                    | <b>s.o.</b>                                    |
|                                | Contact écologique avec le sol  | 210                                       | 150  | 300  | 2 800  |
|                                | Limites aux fins de la gestion  | 700                                       | 1 000  | 2 500  | 10 000   |
| Commerciale                    | Exposition directe (combinée)   | 19 000                                    | 10 000   | 23 000   | RES  |
|                                | <b>Protection de l'eau souterraine potable</b>                            | <b>240 – RES</b>                          | <b>320 – RES</b>                               | <b>s.o.</b>                                    | <b>s.o.</b>                                    |
|                                | Inhalation de vapeurs (intérieur, dalle sur terre-plein)                  | 320                                       | 1 700  | s.o.   | s.o.   |
|                                | <b>Protection de l'eau souterraine pour la vie aquatique en eau douce</b> | <b>4,2 – RES</b>                          | <b>5,3 – RES</b>                               | <b>s.o.</b>                                    | <b>s.o.</b>                                    |
|                                | Contact écologique avec le sol  | 320                                       | 260  | 1 700  | 3 300  |
|                                | Limites aux fins de la gestion  | 700                                       | 1 000  | 3 500  | 10 000   |
|                                | Migration hors du lieu contaminé  | s.o.                                      | s.o.   | 4 300  | RES  |
| Industrielle                   | Exposition directe (combinée)   | RES                                       | RES  | RES  | RES  |
|                                | <b>Protection de l'eau souterraine potable</b>                            | <b>240 – RES</b>                          | <b>320 – RES</b>                               | <b>s.o.</b>                                    | <b>s.o.</b>                                    |
|                                | Inhalation de vapeurs (intérieur, dalle sur terre-plein)                  | 320                                       | 1 700  | s.o.   | s.o.   |
|                                | <b>Protection de l'eau souterraine pour la vie aquatique en eau douce</b> | <b>4,2 – RES</b>                          | <b>5,3 – RES</b>                               | <b>s.o.</b>                                    | <b>s.o.</b>                                    |
|                                | Contact écologique avec le sol  | 320                                       | 260  | 1 700  | 3 300  |
|                                | Limites aux fins de la gestion  | 700                                       | 1 000  | 3 500  | 10 000   |
|                                | Migration hors du lieu contaminé  | s.o.                                      | s.o.   | 4 300  | RES  |

RES – Formation d'hydrocarbures pétroliers résiduels. La valeur calculée est supérieure à 30 000 mg/kg et à la limite de solubilité pour la fraction d'hydrocarbures pétroliers.

s.o. – La voie d'exposition ne s'applique pas à la fraction d'hydrocarbures pétroliers.

<sup>a</sup> Distance à l'eau de surface (pour la vie aquatique en eau douce), au consommateur d'eau potable et à l'eau servant à abreuver le bétail.

Les valeurs en **caractères gras** indiquent des scénarios qui diffèrent grandement du cas par défaut.

TABLEAU D-17

**RECOMMANDATIONS INDICATIVES POUR LA QUALITÉ DES SOLS (mg/kg) CONCERNANT LES HYDROCARBURES  
PÉTROLIERS PRÉSENTS DANS LES SOLS DE SURFACE À GRAINS FINS  
SCÉNARIO PAR DÉFAUT**

| UTILISATION DES TERRAINS   | VOIE D'EXPOSITION  | F1<br>(C <sub>6</sub> – C <sub>10</sub> ) | F2<br>(C <sub>&gt;10</sub> – C <sub>16</sub> ) | F3<br>(C <sub>&gt;16</sub> – C <sub>34</sub> ) | F4<br>(C <sub>&gt;34</sub> – C <sub>50</sub> ) |
|--|--|---|--|--|--|
| Agricole   | Exposition directe (combinée)                                      | 12 000                                    | 6 800  | 15 000   | 21 000   |
|  | Protection de l'eau souterraine potable                            | 170                                       | 230  | s.o.   | s.o.   |
|  | Inhalation de vapeurs (intérieur, dalle sur terre-plein)           | 610                                       | 3 100  | s.o.   | s.o.   |
|  | Inhalation de vapeurs (intérieur, sous-sol)                        | 710                                       | 3 600  | s.o.   | s.o.   |
|  | Protection de l'eau souterraine pour la vie aquatique en eau douce | RES                                       | RES  | s.o.   | s.o.   |
|  | Protection de l'eau souterraine pour le bétail                     | 4 200                                     | 10 000   | s.o.   | s.o.   |
|  | Contact écologique avec le sol                                     | 210                                       | 150  | 1 300  | 5 600  |
|  | Limites aux fins de la gestion                                     | 800                                       | 1 000  | 3 500  | 10 000   |
| Résidentielle  | Exposition directe (combinée)                                      | 12 000                                    | 6 800  | 15 000   | 21 000   |
|  | Protection de l'eau souterraine potable                            | 170                                       | 230  | s.o.   | s.o.   |
|  | Inhalation de vapeurs (intérieur, dalle sur terre-plein)           | 610                                       | 3 100  | s.o.   | s.o.   |
|  | Inhalation de vapeurs (intérieur, sous-sol)                        | 710                                       | 3 600  | s.o.   | s.o.   |
|  | Protection de l'eau souterraine pour la vie aquatique en eau douce | RES                                       | RES  | s.o.   | s.o.   |
|  | Contact écologique avec le sol                                     | 210                                       | 150  | 1 300  | 5 600  |
|  | Limites aux fins de la gestion                                     | 800                                       | 1 000  | 3 500  | 10 000   |
|  | Commerciale  | Exposition directe (combinée)             | 19 000   | 10 000   | 23 000   |
| Protection de l'eau souterraine potable                            |  | 170                                       | 230  | s.o.   | s.o.   |
| Inhalation de vapeurs (intérieur, dalle sur terre-plein)           |  | 4 600                                     | 23 000   | s.o.   | s.o.   |
| Protection de l'eau souterraine pour la vie aquatique en eau douce |  | RES                                       | RES  | s.o.   | s.o.   |
| Contact écologique avec le sol                                     |  | 320                                       | 260  | 2 500  | 6 600  |
| Limites aux fins de la gestion                                     |  | 800                                       | 1 000  | 5 000  | 10 000   |
| Migration hors du lieu contaminé                                   |  | s.o.                                      | s.o.   | 19 000   | RES  |
| Industrielle   |  | Exposition directe (combinée)             | RES  | RES  | RES  |
|  | Protection de l'eau souterraine potable                            | 170                                       | 230  | s.o.   | s.o.   |
|  | Inhalation de vapeurs (intérieur, dalle sur terre-plein)           | 4 600                                     | 23 000   | s.o.   | s.o.   |
|  | Protection de l'eau souterraine pour la vie aquatique en eau douce | RES                                       | RES  | s.o.   | s.o.   |
|  | Contact écologique avec le sol                                     | 320                                       | 260  | 2 500  | 6 600  |
|  | Limites aux fins de la gestion                                     | 800                                       | 1 000  | 5 000  | 10 000   |
|  | Migration hors du lieu contaminé                                   | s.o.                                      | s.o.   | 19 000   | RES  |

RES – Formation d'hydrocarbures pétroliers résiduels. La valeur calculée est supérieure à 30 000 mg/kg et à la limite de solubilité pour la fraction d'hydrocarbures pétroliers.

s.o. – La voie d'exposition ne s'applique pas à la fraction d'hydrocarbures pétroliers.

Les valeurs en **caractères gras** indiquent des scénarios qui diffèrent grandement du cas par défaut.

TABLEAU D-18

**RECOMMANDATIONS INDICATIVES POUR LA QUALITÉ DES SOLS (mg/kg) CONCERNANT LES HYDROCARBURES  
PÉTROLIERS PRÉSENTS DANS LES SOLS DE SURFACE À GRAINS FINS  
PERMÉABILITÉ DES SOLS À LA VAPEUR VARIANT DE  $10^{-12}$  cm<sup>2</sup> À  $10^{-8}$  cm<sup>2</sup>**

| UTILISATION DES TERRAINS   | VOIE D'EXPOSITION  | F1<br>(C <sub>6</sub> – C <sub>10</sub> ) | F2<br>(C <sub>&gt;10</sub> – C <sub>16</sub> ) | F3<br>(C <sub>&gt;16</sub> – C <sub>34</sub> ) | F4<br>(C <sub>&gt;34</sub> – C <sub>50</sub> ) |
|--|--|---|--|--|--|
| Agricole   | Exposition directe (combinée)                                      | 12 000                                    | 6 800  | 15 000   | 21 000   |
|  | Protection de l'eau souterraine potable                            | 170                                       | 230  | s.o.   | s.o.   |
|  | <b>Inhalation de vapeurs (intérieur, dalle sur terre-plein)</b>    | <b>930 – 20</b>                           | <b>4 800 – 87</b>                              | <b>s.o.</b>                                    | <b>s.o.</b>                                    |
|  | <b>Inhalation de vapeurs (intérieur, sous-sol)</b>                 | <b>930 – 20</b>                           | <b>4 700 – 100</b>                             | <b>s.o.</b>                                    | <b>s.o.</b>                                    |
|  | Protection de l'eau souterraine pour la vie aquatique en eau douce | RES                                       | RES  | s.o.   | s.o.   |
|  | Protection de l'eau souterraine pour le bétail                     | 4 200                                     | 10 000   | s.o.   | s.o.   |
|  | Contact écologique avec le sol                                     | 210                                       | 150  | 1 300  | 5 600  |
|  | Limites aux fins de la gestion                                     | 800                                       | 1 000  | 3 500  | 10 000   |
| Résidentielle  | Exposition directe (combinée)                                      | 12 000                                    | 6 800  | 15 000   | 21 000   |
|  | Protection de l'eau souterraine potable                            | 170                                       | 230  | s.o.   | s.o.   |
|  | <b>Inhalation de vapeurs (intérieur, dalle sur terre-plein)</b>    | <b>930 – 20</b>                           | <b>4 800 – 87</b>                              | <b>s.o.</b>                                    | <b>s.o.</b>                                    |
|  | <b>Inhalation de vapeurs (intérieur, sous-sol)</b>                 | <b>930 – 20</b>                           | <b>4700 – 100</b>                              | <b>s.o.</b>                                    | <b>s.o.</b>                                    |
|  | Protection de l'eau souterraine pour la vie aquatique en eau douce | RES                                       | RES  | s.o.   | s.o.   |
|  | Contact écologique avec le sol                                     | 210                                       | 150  | 1 300  | 5 600  |
|  | Limites aux fins de la gestion                                     | 800                                       | 1 000  | 3 500  | 10 000   |
|  | Commerciale  | Exposition directe (combinée)             | 19 000   | 10 000   | 23 000   |
| Protection de l'eau souterraine potable                            |  | 170                                       | 230  | s.o.   | s.o.   |
| <b>Inhalation de vapeurs (intérieur, dalle sur terre-plein)</b>    |  | <b>5 500 – 180</b>                        | <b>28 000 – 930</b>                            | <b>s.o.</b>                                    | <b>s.o.</b>                                    |
| Protection de l'eau souterraine pour la vie aquatique en eau douce |  | RES                                       | RES  | s.o.   | s.o.   |
| Contact écologique avec le sol                                     |  | 320                                       | 260  | 2 500  | 6 600  |
| Limites aux fins de la gestion                                     |  | 800                                       | 1 000  | 5 000  | 10 000   |
| Migration hors du lieu contaminé                                   |  | s.o.                                      | s.o.   | 19 000   | RES  |
| Industrielle   |  | Exposition directe (combinée)             | RES  | RES  | RES  |
|  | Protection de l'eau souterraine potable                            | 170                                       | 230  | s.o.   | s.o.   |
|  | <b>Inhalation de vapeurs (intérieur, dalle sur terre-plein)</b>    | <b>5 500 – 180</b>                        | <b>28 000 – 930</b>                            | <b>s.o.</b>                                    | <b>s.o.</b>                                    |
|  | Protection de l'eau souterraine pour la vie aquatique en eau douce | RES                                       | RES  | s.o.   | s.o.   |
|  | Contact écologique avec le sol                                     | 320                                       | 260  | 2 500  | 6 600  |
|  | Limites aux fins de la gestion                                     | 800                                       | 1 000  | 5 000  | 10 000   |
|  | Migration hors du lieu contaminé                                   | s.o.                                      | s.o.   | 19 000   | RES  |

RES – Formation d'hydrocarbures pétroliers résiduels. La valeur calculée est supérieure à 30 000 mg/kg et à la limite de solubilité pour la fraction d'hydrocarbures pétroliers.

s.o. – La voie d'exposition ne s'applique pas à la fraction d'hydrocarbures pétroliers.

Les valeurs en **caractères gras** indiquent des scénarios qui diffèrent grandement du cas par défaut.

TABLEAU D-19

**RECOMMANDATIONS INDICATIVES POUR LA QUALITÉ DES SOLS (mg/kg) CONCERNANT LES HYDROCARBURES  
PÉTROLIERS PRÉSENTS DANS LES SOLS DE SURFACE À GRAINS FINS  
TENEUR EN EAU VARIANT DE 0,07 g/g À 0,16 g/g**

| UTILISATION DES TERRAINS       | VOIE D'EXPOSITION  | F1<br>(C <sub>6</sub> – C <sub>10</sub> ) | F2<br>(C <sub>&gt;10</sub> – C <sub>16</sub> ) | F3<br>(C <sub>&gt;16</sub> – C <sub>34</sub> ) | F4<br>(C <sub>&gt;34</sub> – C <sub>50</sub> ) |
|--------------------------------|--|---|--|--|--|
| Agricole                       | Exposition directe (combinée)                                      | 12 000                                    | 6 800  | 15 000   | 21 000   |
|                                | Protection de l'eau souterraine potable                            | 170                                       | 230  | s.o.   | s.o.   |
|                                | <b>Inhalation de vapeurs (intérieur, dalle sur terre-plein)</b>    | <b>620 – 600</b>                          | <b>3 100</b>                                   | <b>s.o.</b>                                    | <b>s.o.</b>                                    |
|                                | <b>Inhalation de vapeurs (intérieur, sous-sol)</b>                 | <b>730 – 700</b>                          | <b>3 600 – 3 700</b>                           | <b>s.o.</b>                                    | <b>s.o.</b>                                    |
|                                | Protection de l'eau souterraine pour la vie aquatique en eau douce | RES                                       | RES  | s.o.   | s.o.   |
|                                | <b>Protection de l'eau souterraine pour le bétail</b>              | <b>4 400 – 4 000</b>                      | <b>10 000</b>                                  | <b>s.o.</b>                                    | <b>s.o.</b>                                    |
|                                | Contact écologique avec le sol                                     | 210                                       | 150  | 1 300  | 5 600  |
| Limites aux fins de la gestion | 800  | 1 000                                     | 3 500  | 10 000   |  |
| Résidentielle                  | Exposition directe (combinée)                                      | 12 000                                    | 6 800  | 15 000   | 21 000   |
|                                | Protection de l'eau souterraine potable                            | 170                                       | 230  | s.o.   | s.o.   |
|                                | <b>Inhalation de vapeurs (intérieur, dalle sur terre-plein)</b>    | <b>620 – 600</b>                          | <b>3 100</b>                                   | <b>s.o.</b>                                    | <b>s.o.</b>                                    |
|                                | <b>Inhalation de vapeurs (intérieur, sous-sol)</b>                 | <b>730 – 700</b>                          | <b>3 600 – 3 700</b>                           | <b>s.o.</b>                                    | <b>s.o.</b>                                    |
|                                | Protection de l'eau souterraine pour la vie aquatique en eau douce | RES                                       | RES  | s.o.   | s.o.   |
|                                | Contact écologique avec le sol                                     | 210                                       | 150  | 1 300  | 5 600  |
|                                | Limites aux fins de la gestion                                     | 800                                       | 1 000  | 3 500  | 10 000   |
| Commerciale                    | Exposition directe (combinée)                                      | 19 000                                    | 10 000   | 23 000   | RES  |
|                                | Protection de l'eau souterraine potable                            | 170                                       | 230  | s.o.   | s.o.   |
|                                | <b>Inhalation de vapeurs (intérieur, dalle sur terre-plein)</b>    | <b>4 700 – 4 500</b>                      | <b>23 000 – 24 000</b>                         | <b>s.o.</b>                                    | <b>s.o.</b>                                    |
|                                | Protection de l'eau souterraine pour la vie aquatique en eau douce | RES                                       | RES  | s.o.   | s.o.   |
|                                | Contact écologique avec le sol                                     | 320                                       | 260  | 2 500  | 6 600  |
|                                | Limites aux fins de la gestion                                     | 800                                       | 1 000  | 5 000  | 10 000   |
|                                | Migration hors du lieu contaminé                                   | s.o.                                      | s.o.   | 19 000   | RES  |
| Industrielle                   | Exposition directe (combinée)                                      | RES                                       | RES  | RES  | RES  |
|                                | Protection de l'eau souterraine potable                            | 170                                       | 230  | s.o.   | s.o.   |
|                                | <b>Inhalation de vapeurs (intérieur, dalle sur terre-plein)</b>    | <b>4 700 – 4 500</b>                      | <b>23 000 – 24 000</b>                         | <b>s.o.</b>                                    | <b>s.o.</b>                                    |
|                                | Protection de l'eau souterraine pour la vie aquatique en eau douce | RES                                       | RES  | s.o.   | s.o.   |
|                                | Contact écologique avec le sol                                     | 320                                       | 260  | 2 500  | 6 600  |
|                                | Limites aux fins de la gestion                                     | 800                                       | 1 000  | 5 000  | 10 000   |
|                                | Migration hors du lieu contaminé                                   | s.o.                                      | s.o.   | 19 000   | RES  |

RES – Formation d'hydrocarbures pétroliers résiduels. La valeur calculée est supérieure à 30 000 mg/kg et à la limite de solubilité pour la fraction d'hydrocarbures pétroliers.

s.o. – La voie d'exposition ne s'applique pas à la fraction d'hydrocarbures pétroliers.

Les valeurs en **caractères gras** indiquent des scénarios qui diffèrent grandement du cas par défaut.

TABLEAU D-20

**RECOMMANDATIONS INDICATIVES POUR LA QUALITÉ DES SOLS (mg/kg) CONCERNANT LES HYDROCARBURES  
PÉTROLIERS PRÉSENTS DANS LES SOLS DE SURFACE À GRAINS FINS  
DENSITÉ APPARENTE DU SOL VARIANT DE 1,3 g/cm<sup>3</sup> À 1,6 g/cm<sup>3</sup>**

| UTILISATION DES TERRAINS       | VOIE D'EXPOSITION  | F1<br>(C <sub>6</sub> – C <sub>10</sub> ) | F2<br>(C <sub>&gt;10</sub> – C <sub>16</sub> ) | F3<br>(C <sub>&gt;16</sub> – C <sub>34</sub> ) | F4<br>(C <sub>&gt;34</sub> – C <sub>50</sub> ) |
|--------------------------------|--|---|--|--|--|
| Agricole                       | Exposition directe (combinée)                                      | 12 000                                    | 6 800  | 15 000   | 21 000   |
|                                | Protection de l'eau souterraine potable                            | 170                                       | 230  | s.o.   | s.o.   |
|                                | <b>Inhalation de vapeurs (intérieur, dalle sur terre-plein)</b>    | <b>590 – 660</b>                          | <b>2 900 – 3 500</b>                           | <b>s.o.</b>                                    | <b>s.o.</b>                                    |
|                                | <b>Inhalation de vapeurs (intérieur, sous-sol)</b>                 | <b>680 – 790</b>                          | <b>3 400 – 4 200</b>                           | <b>s.o.</b>                                    | <b>s.o.</b>                                    |
|                                | Protection de l'eau souterraine pour la vie aquatique en eau douce | RES                                       | RES  | s.o.   | s.o.   |
|                                | <b>Protection de l'eau souterraine pour le bétail</b>              | <b>4 400 – 3 800</b>                      | <b>10 000</b>                                  | <b>s.o.</b>                                    | <b>s.o.</b>                                    |
|                                | Contact écologique avec le sol                                     | 210                                       | 150  | 1 300  | 5 600  |
| Limites aux fins de la gestion | 800  | 1 000                                     | 3 500  | 10 000   |  |
| Résidentielle                  | Exposition directe (combinée)                                      | 12 000                                    | 6 800  | 15 000   | 21 000   |
|                                | Protection de l'eau souterraine potable                            | 170                                       | 230  | s.o.   | s.o.   |
|                                | <b>Inhalation de vapeurs (intérieur, dalle sur terre-plein)</b>    | <b>590 – 660</b>                          | <b>2 900 – 3 500</b>                           | <b>s.o.</b>                                    | <b>s.o.</b>                                    |
|                                | <b>Inhalation de vapeurs (intérieur, sous-sol)</b>                 | <b>680 – 790</b>                          | <b>3 400 – 4 200</b>                           | <b>s.o.</b>                                    | <b>s.o.</b>                                    |
|                                | Protection de l'eau souterraine pour la vie aquatique en eau douce | RES                                       | RES  | s.o.   | s.o.   |
|                                | Contact écologique avec le sol                                     | 210                                       | 150  | 1 300  | 5 600  |
|                                | Limites aux fins de la gestion                                     | 800                                       | 1 000  | 3 500  | 10 000   |
| Commerciale                    | Exposition directe (combinée)                                      | 19 000                                    | 10 000   | 23 000   | RES  |
|                                | Protection de l'eau souterraine potable                            | 170                                       | 230  | s.o.   | s.o.   |
|                                | <b>Inhalation de vapeurs (intérieur, dalle sur terre-plein)</b>    | <b>4 300 – 5 200</b>                      | <b>21 000 – 28 000</b>                         | <b>s.o.</b>                                    | <b>s.o.</b>                                    |
|                                | Protection de l'eau souterraine pour la vie aquatique en eau douce | RES                                       | RES  | s.o.   | s.o.   |
|                                | Contact écologique avec le sol                                     | 320                                       | 260  | 2 500  | 6 600  |
|                                | Limites aux fins de la gestion                                     | 800                                       | 1 000  | 5 000  | 10 000   |
|                                | Migration hors du lieu contaminé                                   | s.o.                                      | s.o.   | 19 000   | RES  |
| Industrielle                   | Exposition directe (combinée)                                      | RES                                       | RES  | RES  | RES  |
|                                | Protection de l'eau souterraine potable                            | 170                                       | 230  | s.o.   | s.o.   |
|                                | <b>Inhalation de vapeurs (intérieur, dalle sur terre-plein)</b>    | <b>4 300 – 5 200</b>                      | <b>21 000 – 28 000</b>                         | <b>s.o.</b>                                    | <b>s.o.</b>                                    |
|                                | Protection de l'eau souterraine pour la vie aquatique en eau douce | RES                                       | RES  | s.o.   | s.o.   |
|                                | Contact écologique avec le sol                                     | 320                                       | 260  | 2 500  | 6 600  |
|                                | Limites aux fins de la gestion                                     | 800                                       | 1 000  | 5 000  | 10 000   |
|                                | Migration hors du lieu contaminé                                   | s.o.                                      | s.o.   | 19 000   | RES  |

RES – Formation d'hydrocarbures pétroliers résiduels. La valeur calculée est supérieure à 30 000 mg/kg et à la limite de solubilité pour la fraction d'hydrocarbures pétroliers.

s.o. – La voie d'exposition ne s'applique pas à la fraction d'hydrocarbures pétroliers.

Les valeurs en **caractères gras** indiquent des scénarios qui diffèrent grandement du cas par défaut.

TABLEAU D-21

**RECOMMANDATIONS INDICATIVES POUR LA QUALITÉ DES SOLS (mg/kg) CONCERNANT LES HYDROCARBURES  
PÉTROLIERS PRÉSENTS DANS LES SOLS DE SURFACE À GRAINS FINS  
FRACTION DE CARBONE ORGANIQUE VARIANT DE 0,0005 g/g À 0,03 g/g**

| UTILISATION DES TERRAINS       | VOIE D'EXPOSITION   | F1<br>(C <sub>6</sub> – C <sub>10</sub> ) | F2<br>(C <sub>&gt;10</sub> – C <sub>16</sub> ) | F3<br>(C <sub>&gt;16</sub> – C <sub>34</sub> ) | F4<br>(C <sub>&gt;34</sub> – C <sub>50</sub> ) |
|--------------------------------|---|---|--|--|--|
| Agricole                       | Exposition directe (combinée)   | 12 000                                    | 6 800  | 15 000   | 21 000   |
|                                | <b>Protection de l'eau souterraine potable</b>                            | <b>22 – 1 000</b>                         | <b>25 – 1 400</b>                              | <b>s.o.</b>                                    | <b>s.o.</b>                                    |
|                                | <b>Inhalation de vapeurs (intérieur, dalle sur terre-plein)</b>           | <b>120 – 3 200</b>                        | <b>360 – 18 000</b>                            | <b>s.o.</b>                                    | <b>s.o.</b>                                    |
|                                | <b>Inhalation de vapeurs (intérieur, sous-sol)</b>                        | <b>140 – 3 700</b>                        | <b>420 – 22 000</b>                            | <b>s.o.</b>                                    | <b>s.o.</b>                                    |
|                                | <b>Protection de l'eau souterraine pour la vie aquatique en eau douce</b> | <b>140 – RES</b>                          | <b>30 – RES</b>                                | <b>s.o.</b>                                    | <b>s.o.</b>                                    |
|                                | <b>Protection de l'eau souterraine pour le bétail</b>                     | <b>920 – 20 000</b>                       | <b>1 100 – RES</b>                             | <b>s.o.</b>                                    | <b>s.o.</b>                                    |
|                                | Contact écologique avec le sol  | 210                                       | 150  | 1 300  | 5 600  |
| Limites aux fins de la gestion | 800   | 1 000                                     | 3 500  | 10 000   |  |
| Résidentielle                  | Exposition directe (combinée)   | 12 000                                    | 6 800  | 15 000   | 21 000   |
|                                | <b>Protection de l'eau souterraine potable</b>                            | <b>22 – 1 000</b>                         | <b>25 – 1 400</b>                              | <b>s.o.</b>                                    | <b>s.o.</b>                                    |
|                                | <b>Inhalation de vapeurs (intérieur, dalle sur terre-plein)</b>           | <b>120 – 3 200</b>                        | <b>360 – 18 000</b>                            | <b>s.o.</b>                                    | <b>s.o.</b>                                    |
|                                | <b>Inhalation de vapeurs (intérieur, sous-sol)</b>                        | <b>140 – 3 700</b>                        | <b>420 – 22 000</b>                            | <b>s.o.</b>                                    | <b>s.o.</b>                                    |
|                                | <b>Protection de l'eau souterraine pour la vie aquatique en eau douce</b> | <b>140 – RES</b>                          | <b>30 – RES</b>                                | <b>s.o.</b>                                    | <b>s.o.</b>                                    |
|                                | Contact écologique avec le sol  | 210                                       | 150  | 1 300  | 5 600  |
|                                | Limites aux fins de la gestion  | 800                                       | 1 000  | 3 500  | 10 000   |
| Commerciale                    | Exposition directe (combinée)   | 19 000                                    | 10 000   | 23 000   | RES  |
|                                | <b>Protection de l'eau souterraine potable</b>                            | <b>22 – 1 000</b>                         | <b>25 – 1 400</b>                              | <b>s.o.</b>                                    | <b>s.o.</b>                                    |
|                                | <b>Inhalation de vapeurs (intérieur, dalle sur terre-plein)</b>           | <b>890 – 24 000</b>                       | <b>2 700 – RES</b>                             | <b>s.o.</b>                                    | <b>s.o.</b>                                    |
|                                | <b>Protection de l'eau souterraine pour la vie aquatique en eau douce</b> | <b>140 – RES</b>                          | <b>30 – RES</b>                                | <b>s.o.</b>                                    | <b>s.o.</b>                                    |
|                                | Contact écologique avec le sol  | 320                                       | 260  | 2 500  | 6 600  |
|                                | Limites aux fins de la gestion  | 800                                       | 1 000  | 5 000  | 10 000   |
|                                | Migration hors du lieu contaminé  | s.o.                                      | s.o.   | 19 000   | RES  |
| Industrielle                   | Exposition directe (combinée)   | RES                                       | RES  | RES  | RES  |
|                                | <b>Protection de l'eau souterraine potable</b>                            | <b>22 – 1 000</b>                         | <b>25 – 1 400</b>                              | <b>s.o.</b>                                    | <b>s.o.</b>                                    |
|                                | <b>Inhalation de vapeurs (intérieur, dalle sur terre-plein)</b>           | <b>890 – 24 000</b>                       | <b>2 700 – RES</b>                             | <b>s.o.</b>                                    | <b>s.o.</b>                                    |
|                                | <b>Protection de l'eau souterraine pour la vie aquatique en eau douce</b> | <b>140 – RES</b>                          | <b>30 – RES</b>                                | <b>s.o.</b>                                    | <b>s.o.</b>                                    |
|                                | Contact écologique avec le sol  | 320                                       | 260  | 2 500  | 6 600  |
|                                | Limites aux fins de la gestion  | 800                                       | 1 000  | 5 000  | 10 000   |
|                                | Migration hors du lieu contaminé  | s.o.                                      | s.o.   | 19 000   | RES  |

RES – Formation d'hydrocarbures pétroliers résiduels. La valeur calculée est supérieure à 30 000 mg/kg et à la limite de solubilité pour la fraction d'hydrocarbures pétroliers.

s.o. – La voie d'exposition ne s'applique pas à la fraction d'hydrocarbures pétroliers.

Les valeurs en **caractères gras** indiquent des scénarios qui diffèrent grandement du cas par défaut.

TABLEAU D-22

**RECOMMANDATIONS INDICATIVES POUR LA QUALITÉ DES SOLS (mg/kg) CONCERNANT LES HYDROCARBURES  
PÉTROLIERS PRÉSENTS DANS LES SOLS DE SURFACE À GRAINS FINS  
CONDUCTIVITÉ HYDRAULIQUE VARIANT DE 0,032 m/a À 32 m/a<sup>a</sup>**

| UTILISATION DES TERRAINS   | VOIE D'EXPOSITION  | F1<br>(C <sub>6</sub> – C <sub>10</sub> ) | F2<br>(C <sub>&gt;10</sub> – C <sub>16</sub> ) | F3<br>(C <sub>&gt;16</sub> – C <sub>34</sub> ) | F4<br>(C <sub>&gt;34</sub> – C <sub>50</sub> ) |
|--|--|---|--|--|--|
| Agricole   | Exposition directe (combinée)                                      | 12 000                                    | 6 800  | 15 000   | 21 000   |
|  | <b>Protection de l'eau souterraine potable</b>                     | <b>71 – 170</b>                           | <b>95 – 230</b>                                | <b>s.o.</b>                                    | <b>s.o.</b>                                    |
|  | Inhalation de vapeurs (intérieur, dalle sur terre-plein)           | 610                                       | 3 100  | s.o.   | s.o.   |
|  | Inhalation de vapeurs (intérieur, sous-sol)                        | 710                                       | 3 600  | s.o.   | s.o.   |
|  | Protection de l'eau souterraine pour la vie aquatique en eau douce | RES                                       | RES  | s.o.   | s.o.   |
|  | <b>Protection de l'eau souterraine pour le bétail</b>              | <b>1 700 – 4 200</b>                      | <b>4 200 – 10 000</b>                          | <b>s.o.</b>                                    | <b>s.o.</b>                                    |
|  | Contact écologique avec le sol                                     | 210                                       | 150  | 1 300  | 5 600  |
|  | Limites aux fins de la gestion                                     | 800                                       | 1 000  | 3 500  | 10 000   |
| Résidentielle  | Exposition directe (combinée)                                      | 12 000                                    | 6 800  | 15 000   | 21 000   |
|  | <b>Protection de l'eau souterraine potable</b>                     | <b>71 – 170</b>                           | <b>95 – 230</b>                                | <b>s.o.</b>                                    | <b>s.o.</b>                                    |
|  | Inhalation de vapeurs (intérieur, dalle sur terre-plein)           | 610                                       | 3 100  | s.o.   | s.o.   |
|  | Inhalation de vapeurs (intérieur, sous-sol)                        | 710                                       | 3 600  | s.o.   | s.o.   |
|  | Protection de l'eau souterraine pour la vie aquatique en eau douce | RES                                       | RES  | s.o.   | s.o.   |
|  | Contact écologique avec le sol                                     | 210                                       | 150  | 1 300  | 5 600  |
|  | Limites aux fins de la gestion                                     | 800                                       | 1 000  | 3 500  | 10 000   |
|  | Commerciale  | Exposition directe (combinée)             | 19 000   | 10 000   | 23 000   |
| <b>Protection de l'eau souterraine potable</b>                     |  | <b>71 – 170</b>                           | <b>95 – 230</b>                                | <b>s.o.</b>                                    | <b>s.o.</b>                                    |
| Inhalation de vapeurs (intérieur, dalle sur terre-plein)           |  | 4 600                                     | 23 000   | s.o.   | s.o.   |
| Protection de l'eau souterraine pour la vie aquatique en eau douce |  | RES                                       | RES  | s.o.   | s.o.   |
| Contact écologique avec le sol                                     |  | 320                                       | 260  | 2 500  | 6 600  |
| Limites aux fins de la gestion                                     |  | 800                                       | 1 000  | 5 000  | 10 000   |
| Migration hors du lieu contaminé                                   |  | s.o.                                      | s.o.   | 19 000   | RES  |
| Industrielle   |  | Exposition directe (combinée)             | RES  | RES  | RES  |
|  | <b>Protection de l'eau souterraine potable</b>                     | <b>71 – 170</b>                           | <b>95 – 230</b>                                | <b>s.o.</b>                                    | <b>s.o.</b>                                    |
|  | Inhalation de vapeurs (intérieur, dalle sur terre-plein)           | 4 600                                     | 23 000   | s.o.   | s.o.   |
|  | Protection de l'eau souterraine pour la vie aquatique en eau douce | RES                                       | RES  | s.o.   | s.o.   |
|  | Contact écologique avec le sol                                     | 320                                       | 260  | 2 500  | 6 600  |
|  | Limites aux fins de la gestion                                     | 800                                       | 1 000  | 5 000  | 10 000   |
|  | Migration hors du lieu contaminé                                   | s.o.                                      | s.o.   | 19 000   | RES  |

RES – Formation d'hydrocarbures pétroliers résiduels. La valeur calculée est supérieure à 30 000 mg/kg et à la limite de solubilité pour la fraction d'hydrocarbures pétroliers.

s.o. – La voie d'exposition ne s'applique pas à la fraction d'hydrocarbures pétroliers.

<sup>a</sup> – Une conductivité hydraulique inférieure à 32 m/a peut entraîner un rendement insuffisant pour l'approvisionnement en eau d'un puits domestique ou l'approvisionnement en eau pour le bétail.

Les valeurs en **caractères gras** indiquent des scénarios qui diffèrent grandement du cas par défaut.

TABLEAU D-23

**RECOMMANDATIONS INDICATIVES POUR LA QUALITÉ DES SOLS (mg/kg) CONCERNANT LES HYDROCARBURES  
PÉTROLIERS PRÉSENTS DANS LES SOLS DE SURFACE À GRAINS FINS  
ALIMENTATION DE L'AQUIFÈRE VARIANT DE 0,005 m/a À 0,5 m/a**

| UTILISATION DES TERRAINS       | VOIE D'EXPOSITION  | F1<br>(C <sub>6</sub> – C <sub>10</sub> ) | F2<br>(C <sub>&gt;10</sub> – C <sub>16</sub> ) | F3<br>(C <sub>&gt;16</sub> – C <sub>34</sub> ) | F4<br>(C <sub>&gt;34</sub> – C <sub>50</sub> ) |
|--------------------------------|--|---|--|--|--|
| Agricole                       | Exposition directe (combinée)                                      | 12 000                                    | 6 800  | 15 000   | 21 000   |
|                                | <b>Protection de l'eau souterraine potable</b>                     | <b>350 – 130</b>                          | <b>470 – 170</b>                               | <b>s.o.</b>                                    | <b>s.o.</b>                                    |
|                                | Inhalation de vapeurs (intérieur, dalle sur terre-plein)           | 610                                       | 3 100  | s.o.   | s.o.   |
|                                | Inhalation de vapeurs (intérieur, sous-sol)                        | 710                                       | 3 600  | s.o.   | s.o.   |
|                                | Protection de l'eau souterraine pour la vie aquatique en eau douce | RES                                       | RES  | s.o.   | s.o.   |
|                                | <b>Protection de l'eau souterraine pour le bétail</b>              | <b>8 500 – 3 200</b>                      | <b>20 000 – 7 600</b>                          | <b>s.o.</b>                                    | <b>s.o.</b>                                    |
|                                | Contact écologique avec le sol                                     | 210                                       | 150  | 1 300  | 5 600  |
| Limites aux fins de la gestion | 800  | 1 000                                     | 3 500  | 10 000   |  |
| Résidentielle                  | Exposition directe (combinée)                                      | 12 000                                    | 6 800  | 15 000   | 21 000   |
|                                | <b>Protection de l'eau souterraine potable</b>                     | <b>350 – 130</b>                          | <b>470 – 170</b>                               | <b>s.o.</b>                                    | <b>s.o.</b>                                    |
|                                | Inhalation de vapeurs (intérieur, dalle sur terre-plein)           | 610                                       | 3 100  | s.o.   | s.o.   |
|                                | Inhalation de vapeurs (intérieur, sous-sol)                        | 710                                       | 3 600  | s.o.   | s.o.   |
|                                | Protection de l'eau souterraine pour la vie aquatique en eau douce | RES                                       | RES  | s.o.   | s.o.   |
|                                | Contact écologique avec le sol                                     | 210                                       | 150  | 1 300  | 5 600  |
|                                | Limites aux fins de la gestion                                     | 800                                       | 1 000  | 3 500  | 10 000   |
| Commerciale                    | Exposition directe (combinée)                                      | 19 000                                    | 10 000   | 23 000   | RES  |
|                                | <b>Protection de l'eau souterraine potable</b>                     | <b>350 – 130</b>                          | <b>470 – 170</b>                               | <b>s.o.</b>                                    | <b>s.o.</b>                                    |
|                                | Inhalation de vapeurs (intérieur, dalle sur terre-plein)           | 4 600                                     | 23 000   | s.o.   | s.o.   |
|                                | Protection de l'eau souterraine pour la vie aquatique en eau douce | RES                                       | RES  | s.o.   | s.o.   |
|                                | Contact écologique avec le sol                                     | 320                                       | 260  | 2 500  | 6 600  |
|                                | Limites aux fins de la gestion                                     | 800                                       | 1 000  | 5 000  | 10 000   |
|                                | Migration hors du lieu contaminé                                   | s.o.                                      | s.o.   | 19 000   | RES  |
| Industrielle                   | Exposition directe (combinée)                                      | RES                                       | RES  | RES  | RES  |
|                                | <b>Protection de l'eau souterraine potable</b>                     | <b>350 – 130</b>                          | <b>470 – 170</b>                               | <b>s.o.</b>                                    | <b>s.o.</b>                                    |
|                                | Inhalation de vapeurs (intérieur, dalle sur terre-plein)           | 4 600                                     | 23 000   | s.o.   | s.o.   |
|                                | Protection de l'eau souterraine pour la vie aquatique en eau douce | RES                                       | RES  | s.o.   | s.o.   |
|                                | Contact écologique avec le sol                                     | 320                                       | 260  | 2 500  | 6 600  |
|                                | Limites aux fins de la gestion                                     | 800                                       | 1 000  | 5 000  | 10 000   |
|                                | Migration hors du lieu contaminé                                   | s.o.                                      | s.o.   | 19 000   | RES  |

RES – Formation d'hydrocarbures pétroliers résiduels. La valeur calculée est supérieure à 30 000 mg/kg et à la limite de solubilité pour la fraction d'hydrocarbures pétroliers.

s.o. – La voie d'exposition ne s'applique pas à la fraction d'hydrocarbures pétroliers.

Les valeurs en **caractères gras** indiquent des scénarios qui diffèrent grandement du cas par défaut.

TABLEAU D-24

**RECOMMANDATIONS INDICATIVES POUR LA QUALITÉ DES SOLS (mg/kg) CONCERNANT LES HYDROCARBURES  
PÉTROLIERS PRÉSENTS DANS LES SOLS DE SURFACE À GRAINS FINS  
GRADIENT HYDRAULIQUE VARIANT DE 0,001 À 0,1**

| UTILISATION DES TERRAINS  | VOIE D'EXPOSITION   | F1<br>(C <sub>6</sub> – C <sub>10</sub> ) | F2<br>(C <sub>&gt;10</sub> – C <sub>16</sub> ) | F3<br>(C <sub>&gt;16</sub> – C <sub>34</sub> ) | F4<br>(C <sub>&gt;34</sub> – C <sub>50</sub> ) |
|---|---|---|--|--|--|
| Agricole  | Exposition directe (combinée)   | 12 000                                    | 6 800  | 15 000   | 21 000   |
|   | <b>Protection de l'eau souterraine potable</b>                            | <b>77 – 220</b>                           | <b>100 – 290</b>                               | <b>s.o.</b>                                    | <b>s.o.</b>                                    |
|   | Inhalation de vapeurs (intérieur, dalle sur terre-plein)                  | 610                                       | 3 100  | s.o.   | s.o.   |
|   | Inhalation de vapeurs (intérieur, sous-sol)                               | 710                                       | 3 600  | s.o.   | s.o.   |
|   | <b>Protection de l'eau souterraine pour la vie aquatique en eau douce</b> | <b>RES – 13 000</b>                       | <b>RES – 3 400</b>                             | <b>s.o.</b>                                    | <b>s.o.</b>                                    |
|   | <b>Protection de l'eau souterraine pour le bétail</b>                     | <b>1 900 – 5 300</b>                      | <b>4 500 – 13 000</b>                          | <b>s.o.</b>                                    | <b>s.o.</b>                                    |
|   | Contact écologique avec le sol  | 210                                       | 150  | 1 300  | 5 600  |
|   | Limites aux fins de la gestion  | 800                                       | 1 000  | 3 500  | 10 000   |
| Résidentielle   | Exposition directe (combinée)   | 12 000                                    | 6 800  | 15 000   | 21 000   |
|   | <b>Protection de l'eau souterraine potable</b>                            | <b>77 – 220</b>                           | <b>100 – 290</b>                               | <b>s.o.</b>                                    | <b>s.o.</b>                                    |
|   | Inhalation de vapeurs (intérieur, dalle sur terre-plein)                  | 610                                       | 3 100  | s.o.   | s.o.   |
|   | Inhalation de vapeurs (intérieur, sous-sol)                               | 710                                       | 3 600  | s.o.   | s.o.   |
|   | <b>Protection de l'eau souterraine pour la vie aquatique en eau douce</b> | <b>RES – 13 000</b>                       | <b>RES – 3 400</b>                             | <b>s.o.</b>                                    | <b>s.o.</b>                                    |
|   | Contact écologique avec le sol  | 210                                       | 150  | 1 300  | 5 600  |
|   | Limites aux fins de la gestion  | 800                                       | 1 000  | 3 500  | 10 000   |
|   | Commerciale   | Exposition directe (combinée)             | 19 000   | 10 000   | 23 000   |
| <b>Protection de l'eau souterraine potable</b>                            |   | <b>77 – 220</b>                           | <b>100 – 290</b>                               | <b>s.o.</b>                                    | <b>s.o.</b>                                    |
| Inhalation de vapeurs (intérieur, dalle sur terre-plein)                  |   | 4 600                                     | 23 000   | s.o.   | s.o.   |
| <b>Protection de l'eau souterraine pour la vie aquatique en eau douce</b> |   | <b>RES – 13 000</b>                       | <b>RES – 3 400</b>                             | <b>s.o.</b>                                    | <b>s.o.</b>                                    |
| Contact écologique avec le sol  |   | 320                                       | 260  | 2 500  | 6 600  |
| Limites aux fins de la gestion  |   | 800                                       | 1 000  | 5 000  | 10 000   |
| Migration hors du lieu contaminé  |   | s.o.                                      | s.o.   | 19 000   | RES  |
| Industrielle  |   | Exposition directe (combinée)             | RES  | RES  | RES  |
|   | <b>Protection de l'eau souterraine potable</b>                            | <b>77 – 220</b>                           | <b>100 – 290</b>                               | <b>s.o.</b>                                    | <b>s.o.</b>                                    |
|   | Inhalation de vapeurs (intérieur, dalle sur terre-plein)                  | 4 600                                     | 23 000   | s.o.   | s.o.   |
|   | <b>Protection de l'eau souterraine pour la vie aquatique en eau douce</b> | <b>RES – 13 000</b>                       | <b>RES – 3 400</b>                             | <b>s.o.</b>                                    | <b>s.o.</b>                                    |
|   | Contact écologique avec le sol  | 320                                       | 260  | 2 500  | 6 600  |
|   | Limites aux fins de la gestion  | 800                                       | 1 000  | 5 000  | 10 000   |
|   | Migration hors du lieu contaminé  | s.o.                                      | s.o.   | 19 000   | RES  |

RES – Formation d'hydrocarbures pétroliers résiduels. La valeur calculée est supérieure à 30 000 mg/kg et à la limite de solubilité pour la fraction d'hydrocarbures pétroliers.

s.o. – La voie d'exposition ne s'applique pas à la fraction d'hydrocarbures pétroliers.

Les valeurs en **caractères gras** indiquent des scénarios qui diffèrent grandement du cas par défaut.

TABLEAU D-25

**RECOMMANDATIONS INDICATIVES POUR LA QUALITÉ DES SOLS (mg/kg) CONCERNANT LES HYDROCARBURES  
PÉTROLIERS PRÉSENTS DANS LES SOLS DE SURFACE À GRAINS FINS  
LONGUEUR DU LIEU VARIANT DE 5 m À 30 m**

| UTILISATION DES TERRAINS       | VOIE D'EXPOSITION  | F1<br>(C <sub>6</sub> – C <sub>10</sub> ) | F2<br>(C <sub>&gt;10</sub> – C <sub>16</sub> ) | F3<br>(C <sub>&gt;16</sub> – C <sub>34</sub> ) | F4<br>(C <sub>&gt;34</sub> – C <sub>50</sub> ) |
|--------------------------------|--|---|--|--|--|
| Agricole                       | Exposition directe (combinée)                                      | 12 000                                    | 6 800  | 15 000   | 21 000   |
|                                | <b>Protection de l'eau souterraine potable</b>                     | <b>200 – 120</b>                          | <b>260 – 170</b>                               | <b>s.o.</b>                                    | <b>s.o.</b>                                    |
|                                | Inhalation de vapeurs (intérieur, dalle sur terre-plein)           | 610                                       | 3 100  | s.o.   | s.o.   |
|                                | Inhalation de vapeurs (intérieur, sous-sol)                        | 710                                       | 3 600  | s.o.   | s.o.   |
|                                | Protection de l'eau souterraine pour la vie aquatique en eau douce | RES                                       | RES  | s.o.   | s.o.   |
|                                | <b>Protection de l'eau souterraine pour le bétail</b>              | <b>4 800 – 3 000</b>                      | <b>12 000 – 7 300</b>                          | <b>s.o.</b>                                    | <b>s.o.</b>                                    |
|                                | Contact écologique avec le sol                                     | 210                                       | 150  | 1 300  | 5 600  |
| Limites aux fins de la gestion | 800  | 1 000                                     | 3 500  | 10 000   |  |
| Résidentielle                  | Exposition directe (combinée)                                      | 12 000                                    | 6 800  | 15 000   | 21 000   |
|                                | <b>Protection de l'eau souterraine potable</b>                     | <b>200 – 120</b>                          | <b>260 – 170</b>                               | <b>s.o.</b>                                    | <b>s.o.</b>                                    |
|                                | Inhalation de vapeurs (intérieur, dalle sur terre-plein)           | 610                                       | 3 100  | s.o.   | s.o.   |
|                                | Inhalation de vapeurs (intérieur, sous-sol)                        | 710                                       | 3 600  | s.o.   | s.o.   |
|                                | Protection de l'eau souterraine pour la vie aquatique en eau douce | RES                                       | RES  | s.o.   | s.o.   |
|                                | Contact écologique avec le sol                                     | 210                                       | 150  | 1 300  | 5 600  |
|                                | Limites aux fins de la gestion                                     | 800                                       | 1 000  | 3 500  | 10 000   |
| Commerciale                    | Exposition directe (combinée)                                      | 19 000                                    | 10 000   | 23 000   | RES  |
|                                | <b>Protection de l'eau souterraine potable</b>                     | <b>200 – 120</b>                          | <b>260 – 170</b>                               | <b>s.o.</b>                                    | <b>s.o.</b>                                    |
|                                | Inhalation de vapeurs (intérieur, dalle sur terre-plein)           | 4 600                                     | 23 000   | s.o.   | s.o.   |
|                                | Protection de l'eau souterraine pour la vie aquatique en eau douce | RES                                       | RES  | s.o.   | s.o.   |
|                                | Contact écologique avec le sol                                     | 320                                       | 260  | 2 500  | 6 600  |
|                                | Limites aux fins de la gestion                                     | 800                                       | 1 000  | 5 000  | 10 000   |
|                                | Migration hors du lieu contaminé                                   | s.o.                                      | s.o.   | 19 000   | RES  |
| Industrielle                   | Exposition directe (combinée)                                      | RES                                       | RES  | RES  | RES  |
|                                | <b>Protection de l'eau souterraine potable</b>                     | <b>200 – 120</b>                          | <b>260 – 170</b>                               | <b>s.o.</b>                                    | <b>s.o.</b>                                    |
|                                | Inhalation de vapeurs (intérieur, dalle sur terre-plein)           | 4 600                                     | 23 000   | s.o.   | s.o.   |
|                                | Protection de l'eau souterraine pour la vie aquatique en eau douce | RES                                       | RES  | s.o.   | s.o.   |
|                                | Contact écologique avec le sol                                     | 320                                       | 260  | 2 500  | 6 600  |
|                                | Limites aux fins de la gestion                                     | 800                                       | 1 000  | 5 000  | 10 000   |
|                                | Migration hors du lieu contaminé                                   | s.o.                                      | s.o.   | 19 000   | RES  |

RES – Formation d'hydrocarbures pétroliers résiduels. La valeur calculée est supérieure à 30 000 mg/kg et à la limite de solubilité pour la fraction d'hydrocarbures pétroliers.

s.o. – La voie d'exposition ne s'applique pas à la fraction d'hydrocarbures pétroliers.

Les valeurs en **caractères gras** indiquent des scénarios qui diffèrent grandement du cas par défaut.

TABLEAU D-26

**RECOMMANDATIONS INDICATIVES POUR LA QUALITÉ DES SOLS (mg/kg) CONCERNANT LES HYDROCARBURES  
PÉTROLIERS PRÉSENTS DANS LES SOLS À GRAINS FINS  
PROFONDEUR DE LA CONTAMINATION/DISTANCE À LA CONTAMINATION VARIANT DE 30 cm À 10 m AU-DESSOUS DU  
NIVEAU DU SOL**

| UTILISATION DES TERRAINS   | VOIE D'EXPOSITION  | F1<br>(C <sub>6</sub> – C <sub>10</sub> ) | F2<br>(C <sub>&gt;10</sub> – C <sub>16</sub> ) | F3<br>(C <sub>&gt;16</sub> – C <sub>34</sub> ) | F4<br>(C <sub>&gt;34</sub> – C <sub>50</sub> ) |
|--|--|---|--|--|--|
| Agricole   | Exposition directe (combinée)                                      | 12 000                                    | 6 800  | 15 000   | 21 000   |
|  | Protection de l'eau souterraine potable                            | 170                                       | 230  | s.o.   | s.o.   |
|  | <b>Inhalation de vapeurs (intérieur, dalle sur terre-plein)</b>    | <b>610 – 840</b>                          | <b>3 100 – 4 300</b>                           | <b>s.o.</b>                                    | <b>s.o.</b>                                    |
|  | <b>Inhalation de vapeurs (intérieur, sous-sol)</b>                 | <b>710 – 810</b>                          | <b>3 600 – 4 100</b>                           | <b>s.o.</b>                                    | <b>s.o.</b>                                    |
|  | Protection de l'eau souterraine pour la vie aquatique en eau douce | RES                                       | RES  | s.o.   | s.o.   |
|  | Protection de l'eau souterraine pour le bétail                     | 4 200                                     | 10 000   | s.o.   | s.o.   |
|  | Contact écologique avec le sol                                     | 210                                       | 150  | 1 300  | 5 600  |
|  | Limites aux fins de la gestion                                     | 800                                       | 1 000  | 3 500  | 10 000   |
| Résidentielle  | Exposition directe (combinée)                                      | 12 000                                    | 6 800  | 15 000   | 21 000   |
|  | Protection de l'eau souterraine potable                            | 170                                       | 230  | s.o.   | s.o.   |
|  | <b>Inhalation de vapeurs (intérieur, dalle sur terre-plein)</b>    | <b>610 – 840</b>                          | <b>3 100 – 4 300</b>                           | <b>s.o.</b>                                    | <b>s.o.</b>                                    |
|  | <b>Inhalation de vapeurs (intérieur, sous-sol)</b>                 | <b>710 – 810</b>                          | <b>3 600 – 4 100</b>                           | <b>s.o.</b>                                    | <b>s.o.</b>                                    |
|  | Protection de l'eau souterraine pour la vie aquatique en eau douce | RES                                       | RES  | s.o.   | s.o.   |
|  | Contact écologique avec le sol                                     | 210                                       | 150  | 1 300  | 5 600  |
|  | Limites aux fins de la gestion                                     | 800                                       | 1 000  | 3 500  | 10 000   |
|  | Commerciale  | Exposition directe (combinée)             | 19 000   | 10 000   | 23 000   |
| Protection de l'eau souterraine potable                            |  | 170                                       | 230  | s.o.   | s.o.   |
| <b>Inhalation de vapeurs (intérieur, dalle sur terre-plein)</b>    |  | <b>4 600 – 5 800</b>                      | <b>23 000 – 30 000</b>                         | <b>s.o.</b>                                    | <b>s.o.</b>                                    |
| Protection de l'eau souterraine pour la vie aquatique en eau douce |  | RES                                       | RES  | s.o.   | s.o.   |
| Contact écologique avec le sol                                     |  | 320                                       | 260  | 2 500  | 6 600  |
| Limites aux fins de la gestion                                     |  | 800                                       | 1 000  | 5 000  | 10 000   |
| <b>Migration hors du lieu contaminé</b>                            |  | <b>s.o.</b>                               | <b>s.o.</b>                                    | <b>19 000 – s.o.</b>                           | <b>RES</b>                                     |
| Industrielle   |  | Exposition directe (combinée)             | RES  | RES  | RES  |
|  | Protection de l'eau souterraine potable                            | 170                                       | 230  | s.o.   | s.o.   |
|  | <b>Inhalation de vapeurs (intérieur, dalle sur terre-plein)</b>    | <b>4 600 – 5 800</b>                      | <b>23 000 – 30 000</b>                         | <b>s.o.</b>                                    | <b>s.o.</b>                                    |
|  | Protection de l'eau souterraine pour la vie aquatique en eau douce | RES                                       | RES  | s.o.   | s.o.   |
|  | Contact écologique avec le sol                                     | 320                                       | 260  | 2 500  | 6 600  |
|  | Limites aux fins de la gestion                                     | 800                                       | 1 000  | 5 000  | 10 000   |
|  | <b>Migration hors du lieu contaminé</b>                            | <b>s.o.</b>                               | <b>s.o.</b>                                    | <b>19 000 – s.o.</b>                           | <b>RES</b>                                     |

| UTILISATION DES TERRAINS | VOIE D'EXPOSITION | F1<br>(C <sub>6</sub> – C <sub>10</sub> ) | F2<br>(C <sub>&gt;10</sub> – C <sub>16</sub> ) | F3<br>(C <sub>&gt;16</sub> – C <sub>34</sub> ) | F4<br>(C <sub>&gt;34</sub> – C <sub>50</sub> ) |
|--------------------------|-------------------|---|--|--|--|
|--------------------------|-------------------|---|--|--|--|

RES – Formation d'hydrocarbures pétroliers résiduels. La valeur calculée est supérieure à 30 000 mg/kg et à la limite de solubilité pour la fraction d'hydrocarbures pétroliers.

s.o. – La voie d'exposition ne s'applique pas à la fraction d'hydrocarbures pétroliers.

Les valeurs en **caractères gras** indiquent des scénarios qui diffèrent grandement du cas par défaut.

TABLEAU D-27

**RECOMMANDATIONS INDICATIVES POUR LA QUALITÉ DES SOLS (mg/kg) CONCERNANT LES HYDROCARBURES  
PÉTROLIERS PRÉSENTS DANS LES SOLS DE SURFACE À GRAINS FINS  
PROFONDEUR DE L'EAU SOUTERRAINE<sup>a</sup> VARIANT DE 3 m À 10 m**

| UTILISATION DES TERRAINS   | VOIE D'EXPOSITION  | F1<br>(C <sub>6</sub> – C <sub>10</sub> ) | F2<br>(C <sub>&gt;10</sub> – C <sub>16</sub> ) | F3<br>(C <sub>&gt;16</sub> – C <sub>34</sub> ) | F4<br>(C <sub>&gt;34</sub> – C <sub>50</sub> ) |
|--|--|---|--|--|--|
| Agricole   | Exposition directe (combinée)                                      | 12 000                                    | 6 800  | 15 000   | 21 000   |
|  | <b>Protection de l'eau souterraine potable</b>                     | <b>170 – RES</b>                          | <b>230 – RES</b>                               | <b>s.o.</b>                                    | <b>s.o.</b>                                    |
|  | Inhalation de vapeurs (intérieur, dalle sur terre-plein)           | 610                                       | 3 100  | s.o.   | s.o.   |
|  | Inhalation de vapeurs (intérieur, sous-sol)                        | 710                                       | 3 600  | s.o.   | s.o.   |
|  | Protection de l'eau souterraine pour la vie aquatique en eau douce | RES                                       | RES  | s.o.   | s.o.   |
|  | <b>Protection de l'eau souterraine pour le bétail</b>              | <b>4 200 – RES</b>                        | <b>10 000 – RES</b>                            | <b>s.o.</b>                                    | <b>s.o.</b>                                    |
|  | Contact écologique avec le sol                                     | 210                                       | 150  | 1 300  | 5 600  |
|  | Limites aux fins de la gestion                                     | 800                                       | 1 000  | 3 500  | 10 000   |
| Résidentielle  | Exposition directe (combinée)                                      | 12 000                                    | 6 800  | 15 000   | 21 000   |
|  | Protection de l'eau souterraine potable                            | 170 – RES                                 | 230 – RES                                      | s.o.   | s.o.   |
|  | <b>Inhalation de vapeurs (intérieur, dalle sur terre-plein)</b>    | <b>610</b>                                | <b>3 100</b>                                   | <b>s.o.</b>                                    | <b>s.o.</b>                                    |
|  | <b>Inhalation de vapeurs (intérieur, sous-sol)</b>                 | <b>710</b>                                | <b>3 600</b>                                   | <b>s.o.</b>                                    | <b>s.o.</b>                                    |
|  | Protection de l'eau souterraine pour la vie aquatique en eau douce | RES                                       | RES  | s.o.   | s.o.   |
|  | Contact écologique avec le sol                                     | 210                                       | 150  | 1 300  | 5 600  |
|  | Limites aux fins de la gestion                                     | 800                                       | 1 000  | 3 500  | 10 000   |
|  | Commerciale  | Exposition directe (combinée)             | 19 000   | 10 000   | 23 000   |
| <b>Protection de l'eau souterraine potable</b>                     |  | <b>170 – RES</b>                          | <b>230 – RES</b>                               | <b>s.o.</b>                                    | <b>s.o.</b>                                    |
| Inhalation de vapeurs (intérieur, dalle sur terre-plein)           |  | 4 600                                     | 23 000   | s.o.   | s.o.   |
| Protection de l'eau souterraine pour la vie aquatique en eau douce |  | RES                                       | RES  | s.o.   | s.o.   |
| Contact écologique avec le sol                                     |  | 320                                       | 260  | 2 500  | 6 600  |
| Limites aux fins de la gestion                                     |  | 800                                       | 1 000  | 5 000  | 10 000   |
| Migration hors du lieu contaminé                                   |  | s.o.                                      | s.o.   | 19 000   | RES  |
| Industrielle   |  | Exposition directe (combinée)             | RES  | RES  | RES  |
|  | <b>Protection de l'eau souterraine potable</b>                     | <b>170 – RES</b>                          | <b>230 – RES</b>                               | <b>s.o.</b>                                    | <b>s.o.</b>                                    |
|  | Inhalation de vapeurs (intérieur, dalle sur terre-plein)           | 4 600                                     | 23 000   | s.o.   | s.o.   |
|  | Protection de l'eau souterraine pour la vie aquatique en eau douce | RES                                       | RES  | s.o.   | s.o.   |
|  | Contact écologique avec le sol                                     | 320                                       | 260  | 2 500  | 6 600  |
|  | Limites aux fins de la gestion                                     | 800                                       | 1 000  | 5 000  | 10 000   |
|  | Migration hors du lieu contaminé                                   | s.o.                                      | s.o.   | 19 000   | RES  |

RES – Formation d'hydrocarbures pétroliers résiduels. La valeur calculée est supérieure à 30 000 mg/kg et à la limite de solubilité pour la fraction d'hydrocarbures pétroliers.

s.o. – La voie d'exposition ne s'applique pas à la fraction d'hydrocarbures pétroliers.

<sup>a</sup> Faire varier la profondeur de l'eau souterraine de façon qu'elle passe de 3 m à 10 m fait varier de 0 m à 7 m la distance de séparation entre la contamination et l'eau souterraine.

Les valeurs en **caractères gras** indiquent des scénarios qui diffèrent grandement du cas par défaut.

**TABLEAU D-28**  
**RECOMMANDATIONS INDICATIVES POUR LA QUALITÉ DES SOLS (mg/kg) CONCERNANT LES HYDROCARBURES**  
**PÉTROLIERS PRÉSENTS DANS LES SOLS DE SURFACE À GRAINS FINS**  
**DISTANCE AUX RÉCÉPTEURS DE L'EAU SOUTERRAINE<sup>a</sup> VARIANT DE 0 m À 500 m**

| UTILISATION DES TERRAINS  | VOIE D'EXPOSITION   | F1<br>(C <sub>6</sub> – C <sub>10</sub> ) | F2<br>(C <sub>&gt;10</sub> – C <sub>16</sub> ) | F3<br>(C <sub>&gt;16</sub> – C <sub>34</sub> ) | F4<br>(C <sub>&gt;34</sub> – C <sub>50</sub> ) |
|---|---|---|--|--|--|
| Agricole  | Exposition directe (combinée)   | 12 000                                    | 6 800  | 15 000   | 21 000   |
|   | <b>Protection de l'eau souterraine potable</b>                            | <b>170 – RES</b>                          | <b>230 – RES</b>                               | <b>s.o.</b>                                    | <b>s.o.</b>                                    |
|   | Inhalation de vapeurs (intérieur, dalle sur terre-plein)                  | 610                                       | 3 100  | s.o.   | s.o.   |
|   | Inhalation de vapeurs (intérieur, sous-sol)                               | 710                                       | 3 600  | s.o.   | s.o.   |
|   | Protection de l'eau souterraine pour la vie aquatique en eau douce        | 3,3 – RES                                 | 3,9 – RES                                      | s.o.   | s.o.   |
|   | Protection de l'eau souterraine pour le bétail                            | 4 200 – RES                               | 10 000 – RES                                   | s.o.   | s.o.   |
|   | Contact écologique avec le sol  | 210                                       | 150  | 1 300  | 5 600  |
|   | Limites aux fins de la gestion  | 800                                       | 1 000  | 3 500  | 10 000   |
| Résidentielle   | Exposition directe (combinée)   | 12 000                                    | 6 800  | 15 000   | 21 000   |
|   | <b>Protection de l'eau souterraine potable</b>                            | <b>170 – RES</b>                          | <b>230 – RES</b>                               | <b>s.o.</b>                                    | <b>s.o.</b>                                    |
|   | Inhalation de vapeurs (intérieur, dalle sur terre-plein)                  | 610                                       | 3 100  | s.o.   | s.o.   |
|   | Inhalation de vapeurs (intérieur, sous-sol)                               | 710                                       | 3 600  | s.o.   | s.o.   |
|   | <b>Protection de l'eau souterraine pour la vie aquatique en eau douce</b> | <b>3,3 – RES</b>                          | <b>3,9 – RES</b>                               | <b>s.o.</b>                                    | <b>s.o.</b>                                    |
|   | Contact écologique avec le sol  | 210                                       | 150  | 1 300  | 5 600  |
|   | Limites aux fins de la gestion  | 800                                       | 1 000  | 3 500  | 10 000   |
|   | Commerciale   | Exposition directe (combinée)             | 19 000   | 10 000   | 23 000   |
| <b>Protection de l'eau souterraine potable</b>                            |   | <b>170 – RES</b>                          | <b>230 – RES</b>                               | <b>s.o.</b>                                    | <b>s.o.</b>                                    |
| Inhalation de vapeurs (intérieur, dalle sur terre-plein)                  |   | 4 600                                     | 23 000   | s.o.   | s.o.   |
| <b>Protection de l'eau souterraine pour la vie aquatique en eau douce</b> |   | <b>3,3 – RES</b>                          | <b>3,9 – RES</b>                               | <b>s.o.</b>                                    | <b>s.o.</b>                                    |
| Contact écologique avec le sol  |   | 320                                       | 260  | 2 500  | 6 600  |
| Limites aux fins de la gestion  |   | 800                                       | 1 000  | 5 000  | 10 000   |
| Migration hors du lieu contaminé  |   | s.o.                                      | s.o.   | 19 000   | RES  |
| Industrielle  |   | Exposition directe (combinée)             | RES  | RES  | RES  |
|   | <b>Protection de l'eau souterraine potable</b>                            | <b>170 – RES</b>                          | <b>230 – RES</b>                               | <b>s.o.</b>                                    | <b>s.o.</b>                                    |
|   | Inhalation de vapeurs (intérieur, dalle sur terre-plein)                  | 4 600                                     | 23 000   | s.o.   | s.o.   |
|   | <b>Protection de l'eau souterraine pour la vie aquatique en eau douce</b> | <b>3,3 – RES</b>                          | <b>3,9 – RES</b>                               | <b>s.o.</b>                                    | <b>s.o.</b>                                    |
|   | Contact écologique avec le sol  | 320                                       | 260  | 2 500  | 6 600  |
|   | Limites aux fins de la gestion  | 800                                       | 1 000  | 5 000  | 10 000   |
|   | Migration hors du lieu contaminé  | s.o.                                      | s.o.   | 19 000   | RES  |

RES – Formation d'hydrocarbures pétroliers résiduels. La valeur calculée est supérieure à 30 000 mg/kg et à la limite de solubilité pour la fraction d'hydrocarbures pétroliers.

s.o. – La voie d'exposition ne s'applique pas à la fraction d'hydrocarbures pétroliers.

<sup>a</sup> Distance à l'eau de surface (pour la vie aquatique en eau douce), au consommateur d'eau potable et à l'eau servant à abreuver le bétail.

Les valeurs en **caractères gras** indiquent des scénarios qui diffèrent grandement du cas par défaut.

**TABLEAU D-29**  
**RÉSUMÉ DES EFFETS CARACTÉRISTIQUES DE CERTAINS AJUSTEMENTS DE NIVEAU 2**  
**SOLS À GRAINS GROSSIERS (mg/kg)<sup>a</sup>**

| PARAMÈTRE ET INTERVALLE   | UTILISATION DES TERRAINS | F1<br>(C <sub>6</sub> – C <sub>10</sub> ) | F2<br>(C <sub>&gt;10</sub> – C <sub>16</sub> ) | F3<br>(C <sub>&gt;16</sub> – C <sub>34</sub> ) | F4<br>(C <sub>&gt;34</sub> – C <sub>50</sub> ) |
|---|--------------------------|---|--|--|--|
| Valeurs par défaut  | A                        | 30  | 150  | 300  | 2 800  |
|   | R                        | 30  | 150  | 300  | 2 800  |
|   | C                        | 240                                       | 260  | 1 700  | 3 300  |
|   | I                        | 240                                       | 260  | 1 700  | 3 300  |
| Perméabilité à la vapeur variant de 10 <sup>-8</sup> cm <sup>2</sup> à 10 <sup>-6</sup> cm <sup>2</sup>                   | A                        | 20 – 5 <sup>c</sup>                       | 96 – 26 <sup>b,c</sup>                         | 300  | 2 800  |
|   | R                        | 20 – 5 <sup>c</sup>                       | 96 – 26 <sup>b,c</sup>                         | 300  | 2 800  |
|   | C                        | 180 – 50 <sup>c</sup>                     | 260 – 250 <sup>b</sup>                         | 1 700  | 3 300  |
|   | I                        | 180 – 50 <sup>c</sup>                     | 260 – 250 <sup>b</sup>                         | 1 700  | 3 300  |
| Teneur en eau variant de 0,03 g/g à 0,15 g/g  | A                        | 20 – 100 <sup>b</sup>                     | 120 – 150 <sup>b</sup>                         | 300  | 2 800  |
|   | R                        | 20 – 100 <sup>b</sup>                     | 120 – 150 <sup>b</sup>                         | 300  | 2 800  |
|   | C                        | 240                                       | 260  | 1 700  | 3 300  |
|   | I                        | 240                                       | 260  | 1 700  | 3 300  |
| Densité apparente du sol variant de 1,5 g/cm <sup>3</sup> à 1,8 g/cm <sup>3</sup>   | A                        | 20 – 30                                   | 130 – 150 <sup>b</sup>                         | 300  | 2 800  |
|   | R                        | 20 – 30                                   | 130 – 150 <sup>b</sup>                         | 300  | 2 800  |
|   | C                        | 240 – 230                                 | 260  | 1 700  | 3 300  |
|   | I                        | 240 – 230                                 | 260  | 1 700  | 3 300  |
| Fraction de carbone organique variant de 0,0005 g/g à 0,007 g/g   | A                        | 4,7 – 40 <sup>b</sup>                     | 3,9 – 150 <sup>b</sup>                         | 300  | 2 800  |
|   | R                        | 4,7 – 40 <sup>b</sup>                     | 3,9 – 150 <sup>b</sup>                         | 300  | 2 800  |
|   | C                        | 4,7 – 320 <sup>b</sup>                    | 3,9 – 260 <sup>b</sup>                         | 1 700  | 3 300  |
|   | I                        | 4,7 – 320 <sup>b</sup>                    | 3,9 – 260 <sup>b</sup>                         | 1 700  | 3 300  |
| Conductivité hydraulique variant de 32 m/a à 3 200 m/a  | A                        | 30  | 150 – 67 <sup>b</sup>                          | 300  | 2 800  |
|   | R                        | 30  | 150 – 67 <sup>b</sup>                          | 300  | 2 800  |
|   | C                        | 160 – 36 <sup>b,c</sup>                   | 210 – 67 <sup>b,c</sup>                        | 1 700  | 3 300  |
|   | I                        | 160 – 36 <sup>b,c</sup>                   | 210 – 67 <sup>b,c</sup>                        | 1 700  | 3 300  |
| Alimentation de l'aquifère variant de 0,005 m/a à 0,5 m/a   | A                        | 30  | 150  | 300  | 2 800  |
|   | R                        | 30  | 150  | 300  | 2 800  |
|   | C                        | 320 – 220 <sup>b</sup>                    | 260  | 1 700  | 3 300  |
|   | I                        | 320 – 220 <sup>b</sup>                    | 260  | 1 700  | 3 300  |
| Gradient hydraulique variant de 0,001 à 0,1   | A                        | 30  | 150 – 94 <sup>b</sup>                          | 300  | 2 800  |
|   | R                        | 30  | 150 – 94 <sup>b</sup>                          | 300  | 2 800  |
|   | C                        | 110 – 97 <sup>b,c</sup>                   | 150 – 94 <sup>b,c</sup>                        | 1 700  | 3 300  |
|   | I                        | 110 – 97 <sup>b,c</sup>                   | 150 – 94 <sup>b,c</sup>                        | 1 700  | 3 300  |
| Longueur du lieu variant de 5 m à 30 m  | A                        | 30  | 150  | 300  | 2 800  |
|   | R                        | 30  | 150  | 300  | 2 800  |
|   | C                        | 240 – 220                                 | 260  | 1 700  | 3 300  |
|   | I                        | 240 – 220                                 | 260  | 1 700  | 3 300  |
| Profondeur de la contamination/distance à la contamination variant de 0 m à 10 m au-dessous du niveau du sol <sup>d</sup> | A                        | 30 – 150 <sup>b</sup>                     | 150  | 300  | 2 800  |
|   | R                        | 30 – 150 <sup>b</sup>                     | 150  | 300  | 2 800  |
|   | C                        | 240                                       | 260  | 1 700  | 3 300  |
|   | I                        | 240                                       | 260  | 1 700  | 3 300  |
| Profondeur de l'eau souterraine <sup>e</sup> variant de 3 m à 10 m  | A                        | 30  | 150  | 300  | 2 800  |
|   | R                        | 30  | 150  | 300  | 2 800  |
|   | C                        | 240                                       | 260  | 1 700  | 3 300  |
|   | I                        | 240                                       | 260  | 1 700  | 3 300  |
| Distance aux récepteurs de l'eau souterraine <sup>f</sup> variant de 0 m à 500 m  | A                        | 4,2 – 30 <sup>b</sup>                     | 5,3 – 150 <sup>b</sup>                         | 300  | 2 800  |
|   | R                        | 4,2 – 30 <sup>b</sup>                     | 5,3 – 150 <sup>b</sup>                         | 300  | 2 800  |
|   | C                        | 4,2 – 320 <sup>b</sup>                    | 5,3 – 260 <sup>b</sup>                         | 1 700  | 3 300  |
|   | I                        | 4,2 – 320 <sup>b</sup>                    | 5,3 – 260 <sup>b</sup>                         | 1 700  | 3 300  |

a – On suppose, pour tous les résultats, que toutes les voies d'exposition sont actives, y compris les voies d'exposition liées à l'eau souterraine et à l'eau de surface.

b – Changements à la voie d'exposition principale.

c – Les valeurs inférieure et supérieure de l'intervalle sont toutes deux inférieures à la valeur par défaut parce que le paramètre a un effet contraire sur les voies d'exposition liées à la protection de l'eau souterraine potable et de l'eau souterraine pour la vie aquatique.

d – Distance minimale présumée de 30 cm entre la contamination et les fondations du bâtiment.

e – Faire varier la profondeur de l'eau souterraine de façon qu'elle passe de 3 m à 10 m fait varier de 0 m à 7 m la distance de séparation entre la contamination et l'eau souterraine.

f – Distance à l'eau de surface (pour la vie aquatique en eau douce), au consommateur d'eau potable et à l'eau servant à abreuver le bétail.

A – agricole

R – résidentielle

C – commerciale

I – industrielle

TABLEAU D-30

**RÉSUMÉ DES EFFETS CARACTÉRISTIQUES DE CERTAINS AJUSTEMENTS DE NIVEAU 2  
SOLS À GRAINS FINS (mg/kg)<sup>a</sup>**

| PARAMÈTRE ET INTERVALLE   | UTILISATION<br>DES<br>TERRAINS | F1<br>(C <sub>6</sub> – C <sub>10</sub> ) | F2<br>(C <sub>&gt;10</sub> – C <sub>16</sub> ) | F3<br>(C <sub>&gt;16</sub> – C <sub>34</sub> ) | F4<br>(C <sub>&gt;34</sub> – C <sub>50</sub> ) |
|---|--------------------------------|---|--|--|--|
| Valeurs par défaut  | A                              | 170                                       | 150  | 1 300  | 5 600  |
|   | R                              | 170                                       | 150  | 1 300  | 5 600  |
|   | C                              | 170                                       | 230  | 2 500  | 6 600  |
|   | I                              | 170                                       | 230  | 2 500  | 6 600  |
| Perméabilité à la vapeur variant<br>de 10 <sup>-12</sup> cm <sup>2</sup> à 10 <sup>-8</sup> cm <sup>2</sup>                           | A                              | 170 – 20 <sup>b</sup>                     | 150 – 87 <sup>b</sup>                          | 1 300  | 5 600  |
|   | R                              | 170 – 20 <sup>b</sup>                     | 150 – 87 <sup>b</sup>                          | 1 300  | 5 600  |
|   | C                              | 170                                       | 230  | 2 500  | 6 600  |
|   | I                              | 170                                       | 230  | 2 500  | 6 600  |
| Teneur en eau variant de 0,07 g/g<br>à 0,16 g/g   | A                              | 170                                       | 150  | 1 300  | 5 600  |
|   | R                              | 170                                       | 150  | 1 300  | 5 600  |
|   | C                              | 170                                       | 230  | 2 500  | 6 600  |
|   | I                              | 170                                       | 230  | 2 500  | 6 600  |
| Densité apparente du sol variant<br>de 1,3 g/cm <sup>3</sup> à 1,6 g/cm <sup>3</sup>  | A                              | 170                                       | 150  | 1 300  | 5 600  |
|   | R                              | 170                                       | 150  | 1 300  | 5 600  |
|   | C                              | 170                                       | 230  | 2 500  | 6 600  |
|   | I                              | 170                                       | 230  | 2 500  | 6 600  |
| Fraction de carbone organique<br>variant de 0,0005 g/g à 0,03 g/g   | A                              | 22 – 210 <sup>b</sup>                     | 25 – 150 <sup>b</sup>                          | 1 300  | 5 600  |
|   | R                              | 22 – 210 <sup>b</sup>                     | 25 – 150 <sup>b</sup>                          | 1 300  | 5 600  |
|   | C                              | 22 – 320 <sup>b</sup>                     | 25 – 260 <sup>b</sup>                          | 2 500  | 6 600  |
|   | I                              | 22 – 320 <sup>b</sup>                     | 25 – 260 <sup>b</sup>                          | 2 500  | 6 600  |
| Conductivité hydraulique variant<br>de 0,032 m/a à 32 m/a <sup>c</sup>  | A                              | 71 – 170                                  | 95 – 150 <sup>b</sup>                          | 1 300  | 5 600  |
|   | R                              | 71 – 170                                  | 95 – 150 <sup>b</sup>                          | 1 300  | 5 600  |
|   | C                              | 71 – 170                                  | 95 – 230                                       | 2 500  | 6 600  |
|   | I                              | 71 – 170                                  | 95 – 230                                       | 2 500  | 6 600  |
| Alimentation de l'aquifère variant<br>de 0,005 m/a à 0,5 m/a  | A                              | 210 – 130 <sup>b</sup>                    | 150  | 1 300  | 5 600  |
|   | R                              | 210 – 130 <sup>b</sup>                    | 150  | 1 300  | 5 600  |
|   | C                              | 320 – 130 <sup>b</sup>                    | 260 – 170 <sup>b</sup>                         | 2 500  | 6 600  |
|   | I                              | 320 – 130 <sup>b</sup>                    | 260 – 170 <sup>b</sup>                         | 2 500  | 6 600  |
| Gradient hydraulique variant de<br>0,001 à 0,1  | A                              | 77 – 210 <sup>b</sup>                     | 100 – 150 <sup>b</sup>                         | 1 300  | 5 600  |
|   | R                              | 77 – 210 <sup>b</sup>                     | 100 – 150 <sup>b</sup>                         | 1 300  | 5 600  |
|   | C                              | 77 – 220                                  | 100 – 260 <sup>b</sup>                         | 2 500  | 6 600  |
|   | I                              | 77 – 220                                  | 100 – 260 <sup>b</sup>                         | 2 500  | 6 600  |
| Longueur du lieu variant de 5 m à<br>30 m   | A                              | 200 – 120                                 | 150  | 1 300  | 5 600  |
|   | R                              | 200 – 120                                 | 150  | 1 300  | 5 600  |
|   | C                              | 200 – 120                                 | 260 – 170                                      | 2 500  | 6 600  |
|   | I                              | 200 – 120                                 | 260 – 170                                      | 2 500  | 6 600  |
| Profondeur de la<br>contamination/distance à la<br>contamination variant de 0 m à<br>10 m au-dessous du niveau du<br>sol <sup>d</sup> | A                              | 170                                       | 150  | 1 300  | 5 600  |
|   | R                              | 170                                       | 150  | 1 300  | 5 600  |
|   | C                              | 170                                       | 230  | 2 500  | 6 600  |
|   | I                              | 170                                       | 230  | 2 500  | 6 600  |
| Profondeur de l'eau souterraine <sup>e</sup><br>variant de 3 m à 10 m   | A                              | 170                                       | 150  | 1 300  | 5 600  |
|   | R                              | 170                                       | 150  | 1 300  | 5 600  |
|   | C                              | 170                                       | 230  | 2 500  | 6 600  |
|   | I                              | 170                                       | 230  | 2 500  | 6 600  |
| Distance aux récepteurs de l'eau<br>souterraine <sup>f</sup> variant de 0 m à<br>500 m  | A                              | 3,3 – 210 <sup>b</sup>                    | 3,9 – 150 <sup>b</sup>                         | 1 300  | 5 600  |
|   | R                              | 3,3 – 210 <sup>b</sup>                    | 3,9 – 150 <sup>b</sup>                         | 1 300  | 5 600  |
|   | C                              | 3,3 – 320 <sup>b</sup>                    | 3,9 – 260 <sup>b</sup>                         | 2 500  | 6 600  |
|   | I                              | 3,3 – 320 <sup>b</sup>                    | 3,9 – 260 <sup>b</sup>                         | 2 500  | 6 600  |

a – On suppose, pour tous les résultats, que toutes les voies d'exposition sont actives, y compris les voies d'exposition liées à l'eau souterraine et à l'eau de surface.

b – Changements à la voie d'exposition principale.

c – Une conductivité hydraulique inférieure à 32 m/a peut entraîner un rendement insuffisant pour l'approvisionnement en eau d'un puits domestique ou l'approvisionnement en eau pour le bétail.

d – Distance minimale présumée de 30 cm entre la contamination et les fondations du bâtiment.

e – Faire varier la profondeur de l'eau souterraine de façon qu'elle passe de 3 m à 10 m fait varier de 0 m à 7 m la distance de séparation entre la contamination et l'eau souterraine.

f – Distance à l'eau de surface (pour la vie aquatique en eau douce), au consommateur d'eau potable et à l'eau servant à abreuver le bétail.

A – agricole

R – résidentielle

C – commerciale

I – industrielle

**TABLEAU D-31**  
**NIVEAUX CARACTÉRISTIQUES DE VAPEUR DANS LE SOL**  
**(mg/m<sup>3</sup>)<sup>a</sup>**

|                         |                           | <b>F1</b> | <b>F2</b> |
|-------------------------|---------------------------|-----------|-----------|
| Sols à grains grossiers | Utilisation agricole      | 5 600     | 1 100     |
|                         | Utilisation résidentielle | 5 600     | 1 100     |
|                         | Utilisation commerciale   | 50 000    | 10 000    |
|                         | Utilisation industrielle  | 50 000    | 10 000    |
| Sols à grains fins      | Utilisation agricole      | 66 000    | 14 000    |
|                         | Utilisation résidentielle | 66 000    | 14 000    |
|                         | Utilisation commerciale   | 490 000   | 110 000   |
|                         | Utilisation industrielle  | 490 000   | 110 000   |

a – Établis en fonction d'une profondeur minimale de 1 m au-dessous des fondations du bâtiment, des propriétés du sol par défaut et des fractions en masse gazeuses résumées au tableau B-4.

## **ANNEXE E : RÔLE D'UNE ÉVALUATION PROBABILISTE DES RISQUES**

### **E.1 Introduction**

L'évaluation des risques pour la santé humaine et des risques écotoxicologiques peut être réalisée à l'aide de méthodes déterministes ou probabilistes. Les méthodes déterministes supposent l'utilisation d'une seule « estimation ponctuelle » par hypothèse d'entrée et l'achèvement d'un seul processus de calcul pouvant générer une estimation ponctuelle des risques ou des objectifs d'assainissement (Richardson, 1996). Les paramètres d'entrée peuvent être des valeurs moyennes, des estimations selon le scénario de la pire éventualité ou des valeurs représentatives de conditions associées à une « exposition maximale raisonnable ». Dans le cadre des méthodes probabilistes, on assigne des distributions théoriques aux principales hypothèses d'entrée et on a recours à une sorte de méthode de simulation de Monte Carlo grâce à laquelle on effectue de multiples répétitions du processus de calcul à l'aide de paramètres échantillonnés au hasard à partir des distributions d'entrée définies. Les simulations produisent une distribution probabiliste des variables de sortie (risque ou objectif d'assainissement) pouvant fournir des données statistiques de base. Les résultats représentent une mesure de la variabilité de l'estimation des risques ou des objectifs d'assainissement issue de l'incertitude ou de la variabilité naturelle associée aux hypothèses d'entrée (Richardson, 1996).

Bien que certaines autorités aient utilisé des méthodes probabilistes pour élaborer des recommandations, les valeurs du standard pancanadien relatif aux hydrocarbures pétroliers dans le sol pour le Niveau 1 ont été établies en conformité avec les protocoles disponibles (CCME, 1996a et 2006) et les méthodes de réglementation fédérales canadiennes. Les méthodes probabilistes sont de plus en plus utilisées au Canada dans le cadre d'évaluations de risques propres au lieu, particulièrement l'évaluation des risques pour la santé humaine; aucune recommandation détaillée n'a cependant été établie relativement à l'intégration des résultats des évaluations probabilistes des risques au sein du processus de décision réglementaire. L'établissement de recommandations précises sur les analyses probabilistes, comme les évaluations des risques propres au lieu, dépasse la portée du présent document. Néanmoins, cette section vise à mettre en évidence certains aspects de chaque méthode et d'aborder certaines différences afin de permettre à l'utilisateur d'appliquer et d'interpréter les résultats de la démarche dans le contexte approprié.

### **E.2 Évaluation déterministe et établissement des seuils du Niveau 1 pour le standard pancanadien**

Dans les évaluations de risques réalisées à des fins réglementaires au Canada, ce sont les valeurs moyennes des principales variables qui, traditionnellement, ont été utilisées, particulièrement les valeurs des variables liées aux facteurs d'exposition humaine ou aux caractéristiques des récepteurs, pour déterminer la moyenne approximative ou le niveau « typique » d'exposition ou de risque pour la population. Aux États-Unis par contre, les évaluations déterministes de risques ont, depuis toujours, intégré des hypothèses selon le scénario de la quasi pire éventualité. La

possibilité que le cumul des hypothèses selon le scénario de la quasi pire éventualité favorise une prudence exagérée a été un des facteurs moteurs de la tendance des évaluations probabilistes de risques au cours des cinq dernières années. Les évaluations de risques servant à élaborer des recommandations (p. ex. des objectifs d'assainissement) sont souvent conçues pour s'appliquer à un large éventail de conditions dans le but d'être applicables à une majorité de lieux tout en s'inspirant de niveaux moyens d'exposition humaine. Par conséquent, les évaluations déterministes de risques n'appliquent pas nécessairement un degré constant de prudence et le niveau de protection n'est donc pas toujours quantifiable.

Les seuils du Niveau 1 du standard pancanadien relatif aux hydrocarbures pétroliers dans le sol ont été établis à l'aide des algorithmes déterministes ainsi que des modèles décrits dans le document de justification scientifique (CCME, 2008) et l'annexe C. Des estimations ponctuelles simples ont été utilisées pour toutes les variables d'entrée même si les critères de sélection des valeurs variaient entre les différentes catégories de paramètres d'entrée. Les facteurs d'exposition humaine sont des valeurs moyennes qui, pour la plupart, sont considérées comme les moyennes des distributions compilées par Richardson (1997). Les valeurs des conditions physiques du lieu, essentiellement les paramètres liés au sol et à l'eau souterraine, ont tendance à faire partie de l'intervalle des valeurs prudentes, mais elles ne constituent pas nécessairement des valeurs du scénario de la pire éventualité. Les données sur le bâtiment, qui s'appliquent à la voie d'exposition par inhalation de vapeurs, sont des valeurs caractéristiques pour des types donnés de bâtiments. En ce qui concerne l'exposition écologique, la modélisation des voies d'exposition indirectes fait appel à des hypothèses prudentes concernant les conditions physiques, le devenir et le transport. Dans le cas d'expositions directes et indirectes, l'exposition écologique directe et la toxicité sont fondées dans la mesure du possible sur les données médianes relatives aux effets ou sur celles du quartile inférieur, conformément au protocole du CCME (1996a et 2006).

L'utilisation de valeurs prudentes afin de représenter les conditions physiques des lieux permet ainsi d'établir des objectifs du Niveau 1 qui contribueront probablement à assurer la protection dans une grande majorité de lieux. En outre, la possibilité d'apporter des ajustements propres au lieu au Niveau 2 permet de réduire l'incertitude et la prudence associées aux objectifs génériques lorsqu'ils sont appliqués à un ensemble de conditions connues. Les objectifs fixés reposent donc sur un scénario d'exposition raisonnable visant la protection des voies d'exposition préoccupantes de l'environnement du lieu en question, bien qu'ils soient combinés avec des paramètres prudents en matière de toxicité.

### **E.3 Évaluation probabiliste**

Dans le cadre d'une évaluation probabiliste des risques, on utilise des distributions de probabilité pour représenter les paramètres très variables ou incertains. Par exemple, les facteurs liés à l'exposition humaine comme le poids corporel et le taux d'inhalation peuvent être décrits par des fonctions probabilistes de densité de la population totale ou de sous-groupes de la population. De plus, les paramètres physiques des lieux qui sont incertains peuvent être exprimés sous la forme de distributions de probabilité. Cependant, les distributions servant aux évaluations de risques propres au lieu diffèrent de celles permettant de représenter la variation entre les lieux en ce qui a

trait au calcul des objectifs génériques. Dans le deuxième cas, la distribution est utilisée pour décrire la variabilité dans l'ensemble d'un lieu ou l'incertitude liée à la mesure des paramètres clés.

L'un des principaux avantages de l'évaluation probabiliste des risques du point de vue de la réglementation est la possibilité d'établir des objectifs d'assainissement qui contribueront probablement à assurer la protection dans un pourcentage défini de cas. Par exemple, les recommandations en matière d'assainissement peuvent s'inspirer de la répartition des risques du 90<sup>e</sup> percentile ou de l'objectif d'assainissement du 10<sup>e</sup> percentile qui correspond au niveau de risque cible. Le choix ou l'approbation d'un percentile approprié, et donc du niveau de protection, est habituellement une question qui relève des administrations. Utiliser des valeurs moyennes pour les facteurs d'exposition lors du calcul des valeurs déterministes du standard pancanadien en ce qui concerne le Niveau 1 équivaut à utiliser la valeur moyenne de la distribution de probabilité des risques si cette dernière est essentiellement une fonction de la variabilité au sein des facteurs d'exposition.

#### **E.4 Application de l'évaluation probabiliste des risques aux Niveaux 2 et 3**

Une évaluation probabiliste des risques n'est pas préconisée au Niveau 2 pour un certain nombre de raisons. Tout d'abord, le concept d'un ajustement de Niveau 2 consiste en la substitution d'un ou de plusieurs paramètres propres au lieu dans l'algorithme ou le modèle utilisé pour les calculs du Niveau 1. Le processus devrait être simple et transparent. L'évaluation probabiliste ne se prête pas à l'établissement d'une « piste de calcul » pouvant mener aux objectifs ainsi obtenus et pourrait donc obscurcir le processus d'ajustement du Niveau 2. De plus, les paramètres intégrés au Niveau 1, à la fois ceux qui sont ajustables au Niveau 2 et ceux qui ne le sont pas, sont déjà exprimés sous la forme de valeurs ponctuelles. Par ailleurs, il n'est pas prévu de les redéfinir sous la forme de distributions à cette étape-ci. Enfin, le niveau de protection (c.-à-d. une exposition moyenne) doit être le même; ainsi, un résultat fondé sur la moyenne d'une distribution probabiliste ne serait pas significativement différent d'un résultat fondé sur une analyse déterministe.

Le recours à une approche probabiliste pour effectuer une évaluation des risques propres au lieu au Niveau 3 peut offrir certains avantages importants. En effet, comme l'un des objectifs d'une telle évaluation est d'accroître la justesse des estimations liées à l'exposition, le fait de tenir compte de façon précise de l'incertitude ayant trait à certains paramètres réduira la nécessité d'appliquer le principe de prudence. Par exemple, le fait de disposer de suffisamment d'échantillons et d'analyses de sol permet d'utiliser une description statistique des concentrations d'hydrocarbures pétroliers dans le sol plutôt qu'une valeur du pire scénario ou une valeur maximale.

Un autre avantage de cette approche réside dans le fait que la distribution de probabilité des risques peut être utile à l'analyse coûts-avantages des options de gestion des risques. En effet, elle peut notamment servir à évaluer l'accroissement du niveau de protection associé à une réduction de la concentration d'hydrocarbures pétroliers ou à estimer la valeur que représentent

des données supplémentaires sur le lieu pour réduire l'incertitude. De plus, différentes sous-populations et différents objectifs liés à la protection de la santé et de l'environnement peuvent être considérés lorsqu'une gestion continue au Niveau 3 est envisagée. L'évaluation probabiliste des risques peut enfin donner un aperçu utile aux fins de la communication des risques.

L'évaluation probabiliste des risques est donc considérée comme viable au Niveau 3 et pourrait être adaptée au cadre de travail du standard pancanadien. Afin d'obtenir une estimation probabiliste représentative des risques ou de calculer les objectifs d'assainissement, il faut assigner des distributions représentatives appropriées à toutes les variables clés le cas échéant. Dans certains cas, une telle situation peut faire en sorte qu'on fasse preuve d'une plus grande prudence à l'égard d'un paramètre que si on utilisait une estimation ponctuelle; toutefois, la variation totale des risques tiendrait compte de la variabilité de tous les paramètres d'influence. Certaines autorités peuvent ne pas accepter un traitement probabiliste des valeurs de toxicité. Un lien doit être établi entre les variables corrélées lors d'une analyse probabiliste. En fin de compte, il faudra obtenir l'approbation ou l'accord des autorités pour appliquer une évaluation probabiliste des risques à une gestion des risques de Niveau 3, particulièrement à l'égard de l'interprétation de l'évaluation et du niveau de protection implicite.

D'autres sources proposent des directives sur la réalisation des évaluations probabilistes des risques (p. ex. US EPA, 2001 et Santé Canada, 2006).