

Guide de caractérisation des terrains

Ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les
changements climatiques, de la Faune et des Parcs

Coordination et rédaction

Cette publication a été réalisée par la Direction des lieux contaminés du ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs (MELCCFP).

Renseignements

Téléphone : 418 521-3830

1 800 561-1616 (sans frais)

Formulaire : www.environnement.gouv.qc.ca/formulaires/renseignements.asp

Internet : www.environnement.gouv.qc.ca

Dépôt légal – 2024

Bibliothèque et Archives nationales du Québec

ISBN:978-2-550-96913-6 (PDF)

Tous droits réservés pour tous les pays.

© Gouvernement du Québec – 2024

Table des matières

Équipe de réalisation	vii
Avant-propos	viii
1. Introduction et objectifs	1
2. Modèle conceptuel	4
2.1 Usage du terrain à l'étude	8
2.2 Caractéristiques physiques du terrain	8
2.3 Facteurs environnementaux	9
2.4 Propriétés des substances potentiellement contaminantes pour chaque matière constituant le terrain	10
2.5 Fiabilité	12
3. Phase I de l'étude de caractérisation	13
3.1 Introduction et objectifs	13
3.2 Sources d'information	14
3.3 Rapport	19
4. Phase II de l'étude de caractérisation	22
4.1 Introduction et objectifs	22
4.2 Investigation qualitative	25
4.3 Échantillonnage	32
4.4 Sol	42
4.5 Eaux souterraines	48
4.6 Eau de surface	54
4.7 Sédiment	54
4.8 Rejet liquide	62
4.9 Air	62
4.10 Matière résiduelle en surface	65
4.11 Compilation et interprétation des données	65

4.12 Rédaction d'un rapport	77
5. Phase III de l'étude de caractérisation	79
5.1 Introduction et objectifs	79
5.2 Sol	80
5.3 Eaux de surface	83
5.4 Sédiments	84
5.5 Rejet liquide	85
5.6 Air	85
5.7 Compilation et interprétation des données	86
6. Cas particuliers	92
6.1 Caractérisation pour établir les teneurs de fond de référence	92
6.2 Caractérisation de bandes linéaires	95
6.3 Caractérisation de terrain en présence de réservoirs	97
6.4 Contamination aéroportée	100
6.5 Caractérisation pour l'installation ou la réfection d'un système d'aqueduc, d'égout ou de gestion des eaux pluviales	103
6.6 Caractérisation des sols en pile	103
6.7 Caractérisation d'un terrain récepteur en vue de valoriser des sols contaminés	105
6.8 Caractérisation lorsqu'il est fondé à croire que des contaminants sont présents dans le terrain (article 31.50.1 de la LQE)	106
6.9 Caractérisation d'un lieu d'élimination de matières résiduelles désaffecté visé par l'article 22 de la LQE	106
6.10 Caractérisation en vue d'un traitement <i>in situ</i> ou <i>ex situ</i>	107
6.11 Caractérisation à la suite d'un rejet accidentel de matières dangereuses	107
6.12 Caractérisation lors de l'excavation de sols	108
Liste des abréviations, acronymes et sigles	113
Références bibliographiques	115
Annexe 1	120

Annexe 2	164
Annexe 3	176
Annexe 4	179
Annexe 5	186
Annexe 6	190
Annexe 7	193
Annexe 8	205
Annexe 9	209

Liste des tableaux

Tableau 1 : Exemple d'information générale pouvant être incluse dans le tableau composant un modèle conceptuel d'un terrain _____	6
Tableau 2 : Paramètres pertinents à vérifier en fonction du type de produit pétrolier _____	36
Tableau 3 : Fréquence d'échantillonnage – Sol _____	45
Tableau 4 : Fréquence d'échantillonnage sur la longueur – Réservoir _____	99
Tableau 5 : Stratégie d'échantillonnage en plan pour une contamination aéroportée _____	101
Tableau 6 : Fréquence d'échantillonnage – Pile _____	104
Tableau 7 : Fréquence d'échantillonnage – Fond d'excavation _____	109
Tableau 8 : Techniques d'investigation qualitative par capacité de couverture _____	186
Tableau 9 : Techniques d'investigation qualitative et références _____	188
Tableau 10 : Tableau des valeurs seuils _____	209

Liste des figures

Figure 1 : Cheminement pour la caractérisation d'un terrain _____	3
Figure 2 : Exemple de schéma illustrant un modèle conceptuel _____	5
Figure 3 : Procédure à suivre lors de la phase II _____	24
Figure 4 : Principe de fonctionnement des techniques de poussée directe (Source © Geoprobe) _____	28
Figure 5 : Principe de fonctionnement de la sonde MIP (source : © Geoprobe) _____	29
Figure 6 : Zone saturée et non saturée _____	49
Figure 7 : Carte piézométrique et sens d'écoulement de l'eau souterraine _____	71
Figure 8 : Gradient hydraulique horizontal _____	72
Figure 9 : Conceptualisation d'une contamination aéroportée _____	102
Figure 10 : Localisation des stations d'échantillonnage _____	103

Équipe de réalisation

Ce document a été élaboré par : Direction des lieux contaminés
Direction générale des politiques en milieu terrestre
Ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les
changements climatiques, de la Faune et des Parcs

Conception et rédaction : Julie Bernard
Johanne Laberge
Christelle Medjid
Serge Rainville

Collaboration : Christian Balg
Luc Bonneau
Sylvie Chevalier
Christian Deblois
Claude Dugas
Lory Gendron
Nathalie Guibord
Hélène Houde
Daniel Lapierre
Mathieu Laporte-Saumure
Mélanie Longpré-Girard
Van Trang Nguyen
Hugues Ouellette
Myjanoue Perron
Julie Rochefort
Veronika Varfalvy
Marie-Hélène Veilleux

Révision et mise en page : Manon Routhier

<p>Note au lecteur : Les renseignements relatifs aux marques déposées ou aux produits commerciaux ne sont donnés qu'à titre indicatif. Des produits équivalents peuvent leur être substitués.</p>
--

Nous tenons à remercier les membres du comité de lecture et toutes les personnes, tant au sein des unités centrales que des directions régionales du ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs, qui ont assisté l'équipe de rédaction et ses collaborateurs en leur fournissant des informations précieuses et en acceptant de commenter le document. Votre apport est inestimable.

Nous tenons à remercier tout particulièrement le Pôle d'expertise industriel, la Direction générale du suivi de l'état de l'environnement, la Direction de l'eau potable et des eaux souterraines et de surface, la Direction des matières résiduelles et la Direction des matières dangereuses et des pesticides pour leur précieuse collaboration.

Avant-propos

Le présent guide constitue une nouvelle version du *Guide de caractérisation des terrains* publié en 2003. Élaboré par le ministre en application de l'article 31.66 de la *Loi sur la qualité de l'environnement* (LQE), le guide énonce les objectifs et les éléments dont il faut tenir compte afin de mieux encadrer la réalisation des études de caractérisation d'un terrain transmises au ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs (Ministère) en vertu des dispositions de la section IV du chapitre IV (titre 1) de la LQE. Ces études doivent être réalisées par des spécialistes (professionnel comme défini à l'article 31.42 de la LQE, évaluateur environnemental de site accrédité, etc.) du domaine des terrains contaminés. La caractérisation réalisée au cours des travaux de réhabilitation et dont les résultats doivent faire partie du rapport à transmettre au ministre en vertu des articles 31.48 et 31.68.1 et dont le résumé peut accompagner un avis de décontamination de terrain déposé au Registre foncier en vertu de l'article 31.59 est également abordée dans ce guide.

Le *Guide de caractérisation des terrains* (ci-après nommé guide) est également destiné à toutes les personnes désireuses de connaître la procédure et les méthodes reconnues par le Ministère pour caractériser un terrain.

Le présent guide a été mis à jour en tenant compte des nouveaux développements dans le domaine de la caractérisation et de la réhabilitation des terrains. Ainsi, les nouvelles stratégies proposées dans ce guide permettent notamment de répondre à des besoins spécifiques, d'uniformiser les façons de faire et d'améliorer les pratiques utilisées lors de la caractérisation des terrains susceptibles d'être contaminés.

Le guide décrit les trois phases à suivre (phases I à III) pour réaliser la caractérisation d'un terrain en les présentant de façon complète et distincte. Il présente également la méthodologie afin de réaliser des travaux de caractérisation des terrains selon les exigences du Ministère en considérant les différentes matières qui constituent le terrain ou qui se trouvent dans l'environnement d'un terrain (sol, eaux souterraines, eau de surface, sédiment, air et matière résiduelle en surface ou mélangée au sol), afin d'assurer une uniformité dans les procédures utilisées et une qualité des travaux réalisés. De plus, il détaille le contenu et la structure des études devant être déposées au Ministère pour qu'elles soient jugées comme complètes et recevables.

Toutes les études de caractérisation qui doivent être réalisées en vertu, ou non, d'une exigence de la section IV du chapitre IV (titre I) de la LQE, ou qui accompagnent une demande d'approbation de plan de réhabilitation d'un terrain ou encore une déclaration de conformité relative à la réhabilitation d'un terrain doivent respecter les exigences du présent *Guide de caractérisation des terrains*. Le ministère s'attend également à ce que les études de caractérisation déposées dans le cadre d'une demande d'autorisation environnementale soient réalisées en suivant les prescriptions applicables du guide. En dehors de ce cadre, le guide demeure un outil permettant de produire des études de caractérisation de qualité qui pourront servir, par exemple, à des fins de transaction immobilière ou pour l'octroi d'aides financières à des fins de réhabilitation de terrains contaminés. Le niveau de qualité et de détails attendu est le même pour toutes les études qui seront réalisées.

À noter que le guide est à utiliser avec les différents guides du Ministère, dont le *Guide d'intervention – Protection des sols et réhabilitation des terrains contaminés* qui présente, à la section 4.12, les cas où il y a obligation de caractériser un terrain, ainsi qu'au tableau 3 les éléments déclencheurs pouvant nécessiter de fournir au ministre une étude de caractérisation. Aussi, selon les matières impliquées, il est requis, de tenir compte des différents guides d'échantillonnage à des fins d'analyses environnementales du Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec (CEAEQ), soit le cahier 1 « Généralités », le cahier 3 « Échantillonnage des eaux souterraines », le cahier 5 « Échantillonnage des sols », l'addenda au cahier 5 qui concerne l'échantillonnage des composés organiques volatils, etc.

Ce guide sera mis à jour de façon régulière afin de pouvoir intégrer des patrons d'échantillonnage spécifiques pour de nouvelles problématiques environnementales ou encore d'autres existantes et déjà en évaluation au Ministère (caractérisation des remblais hétérogènes, caractérisation de sols contenant de l'amiante, etc.).

1. Introduction et objectifs

La problématique des terrains contaminés est un enjeu important au Québec. De nombreux projets de développement, de réaménagement et de mise en valeur d'anciens terrains industriels, commerciaux et résidentiels sont réalisés chaque année. Le gouvernement du Québec favorise la densification urbaine et la réutilisation de terrains à proximité des grands centres, ce qui peut entraîner la réalisation d'études de caractérisation.

Lorsque des travaux sur des terrains potentiellement contaminés sont envisagés, il est nécessaire au préalable de connaître les lois, les règlements ainsi que les directives administratives qui les régissent. Le présent guide décrit, entre autres, les exigences du Ministère en matière de caractérisation des terrains et les exigences en relation avec la section IV, du chapitre IV (titre I) de la LQE qui traite des terrains contaminés ainsi qu'à toutes les dispositions de la Loi requérant la réalisation d'une étude de caractérisation. À noter que le contenu de ce guide s'applique également aux autres cas de caractérisation, c'est-à-dire ceux qui ne sont pas visés par la section IV de la LQE.

Une étude de caractérisation peut être requise pour diverses raisons, notamment :

- Obligation légale (ex. : réutilisation, cessation d'activité);
- Déversement accidentel (ex. : matières dangereuses);
- Raison financière (ex. : achat, vente);
- Raison de santé et de sécurité (ex. : propriétaire, voisin);
- Raison environnementale (ex. : faune, flore);
- Planification de travaux de réfection d'infrastructures municipales (ex. : routes, égouts, aqueduc, etc.).

Le présent guide décrit les exigences en matière de caractérisation d'un terrain au Québec en fonction de chacune des matières présentes dans un terrain. Ces matières qui constituent le terrain peuvent être sous forme solide, liquide ou gazeuse.

Une étude de caractérisation peut être composée de trois phases principales. Il est recommandé de suivre une démarche structurée comprenant des étapes précises et spécifiques. Une première évaluation de l'identification des contaminants susceptibles de se trouver sur un terrain ainsi que leur localisation est réalisée lors de la phase 1 de la caractérisation. La figure 1 ci-après résume le cheminement à suivre. La phase I consiste à documenter l'historique des activités à risque réalisées sur un terrain. Par ailleurs, les activités réalisées sur les propriétés adjacentes et avoisinantes du terrain sont également évaluées. **La phase I est une étape fondamentale de la caractérisation, laquelle va permettre de déterminer la stratégie d'échantillonnage qu'il y aura lieu de mettre en place à la suite des conclusions de cette dernière. Elle doit être réalisée avec une grande rigueur, tout comme les autres phases de l'étude de caractérisation.** Lorsque la phase I identifie une zone à risque (zone susceptible d'être contaminée), une phase II doit être réalisée. Cette deuxième phase vise, au moyen de sondages, de prélèvements d'échantillons et d'analyses chimiques, à vérifier la présence d'une contamination suspectée. Finalement, si la présence d'une contamination est confirmée à la suite de la réalisation de la phase II, une phase II complémentaire (phase III) permettra de délimiter de façon plus précise la contamination du terrain, d'estimer les volumes des matières contaminées (ex : sols et matières résiduelles) ou encore les biogaz présents dans ces sols et d'évaluer les impacts de la contamination des eaux souterraines sur le milieu récepteur.

Un modèle conceptuel constitue un sommaire de l'interprétation de l'ensemble des études de caractérisation et de suivi réalisées sur un terrain; il ne constitue donc pas en lui-même une étude de caractérisation. Il doit être élaboré et bonifié tout au long du processus de caractérisation et permettre de

comprendre l'ensemble des liens entre les différentes matières et les substances contaminantes connues ou soupçonnées ainsi que les processus physicochimiques ayant affecté le terrain durant son existence.

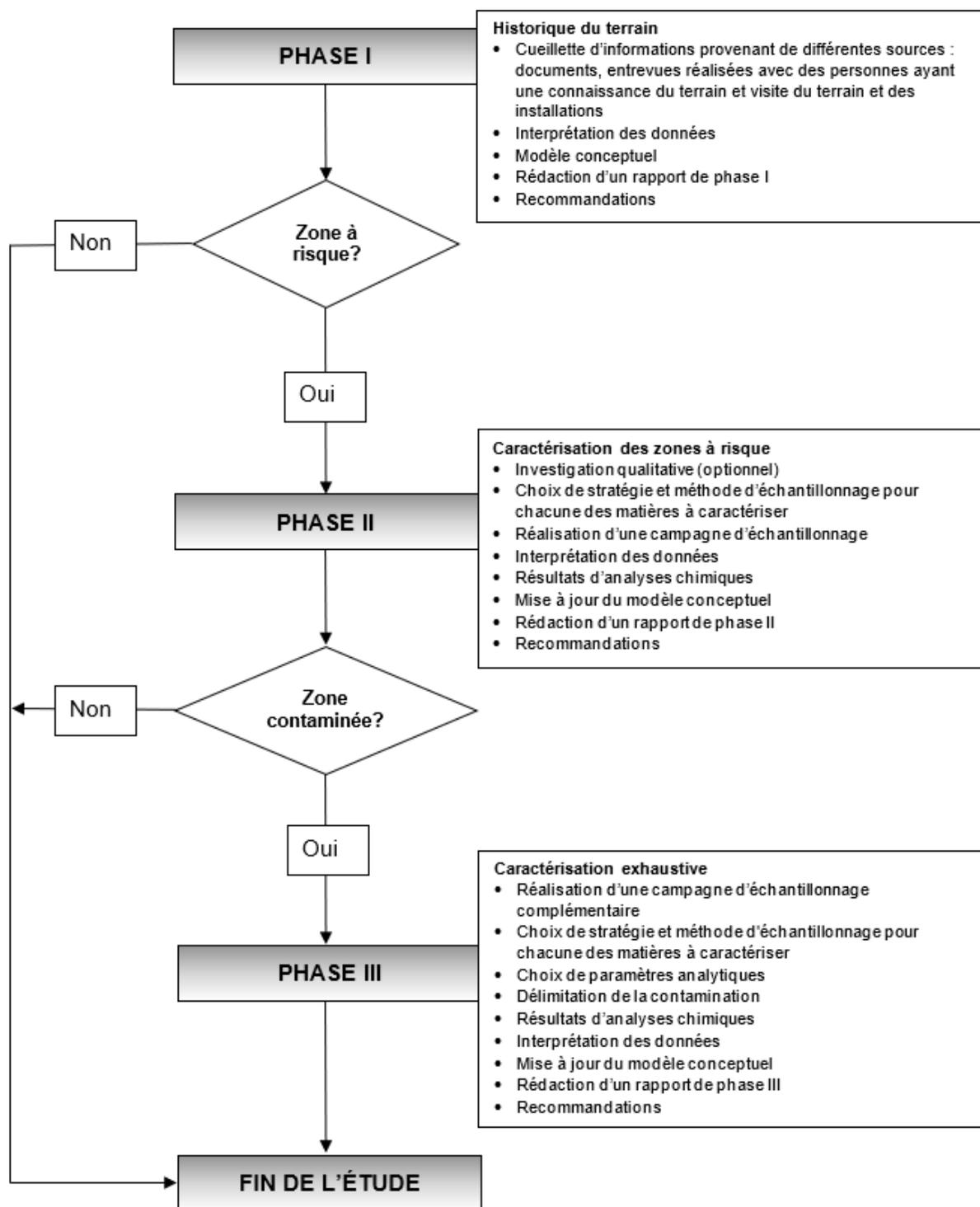
Le guide s'applique à toutes les dispositions de la LQE requérant une étude de caractérisation, incluant les demandes d'autorisation selon l'article 22 de la LQE. Comme l'indique le [Guide d'intervention](#), toute étude de caractérisation réalisée en application des dispositions de la section IV du chapitre IV (titre I) de la LQE doit être signée par un professionnel, comme défini à l'article 31.42 de la LQE, notamment dans les cas suivants :

- Ordonnance (art. 31.49 de la LQE);
- Si le ministre est fondé à croire que des contaminants visés par l'article 31.43 sont présents dans le terrain, il peut demander une caractérisation du terrain ou de la partie du terrain concernée par le projet (art. 31.50.1 de la LQE);
- Cessation définitive d'une activité industrielle ou commerciale appartenant à l'une des catégories désignées par règlement (art. 31.51 de la LQE);
- Changement d'utilisation d'un terrain (art. 31.53 de la LQE);
- Réhabilitation volontaire d'un terrain en y maintenant des contaminants dont la concentration excède les valeurs réglementaires (art. 31.57 de la LQE);
- Évaluation de la qualité environnementale d'un terrain dans le cadre des dossiers de réhabilitation de terrains ayant recours à de l'analyse de risque, impliquant un comité d'étude interministériel (ministère de la Santé et des Services sociaux (MSSS), MELCCFP) nommé le Groupe technique d'évaluation (GTE).

Le Guide d'intervention présente, au tableau 1 de la section 4.1, toutes les situations où il y a une obligation légale ou réglementaire de caractériser un terrain, de réaliser une étude ou de mettre en place un suivi. En effet, une étude de caractérisation peut être effectuée pour diverses raisons. Dans la majorité des cas, l'étude de caractérisation sera réalisée pour déterminer la qualité générale du terrain, mais des objectifs plus spécifiques peuvent également être présents :

- Déterminer la nature des substances présentes ainsi que leur distribution dans les différentes matières qui constituent le terrain (sol, eau souterraine, eau de surface, sédiment, rejet liquide, air, matière résiduelle);
- Identifier les dépassements des critères, des valeurs limites réglementaires ou des normes reconnues afin d'évaluer les impacts de la présence de ces substances dans l'environnement et les risques que représente le terrain pour la santé humaine, la faune et la flore;
- Connaître les teneurs de référence (teneur de fond naturelle, caractérisation initiale, secteur témoin);
- Vérifier l'applicabilité d'une technologie de traitement et, le cas échéant, l'atteinte des objectifs de réhabilitation visés;
- Vérifier la qualité des sols des parois et du fond des excavations pour vérifier l'atteinte des objectifs de réhabilitation;
- Connaître la qualité environnementale des sols en place en vue d'une gestion des déblais;
- Etc.

Figure 1 : Cheminement pour la caractérisation d'un terrain



2. Modèle conceptuel

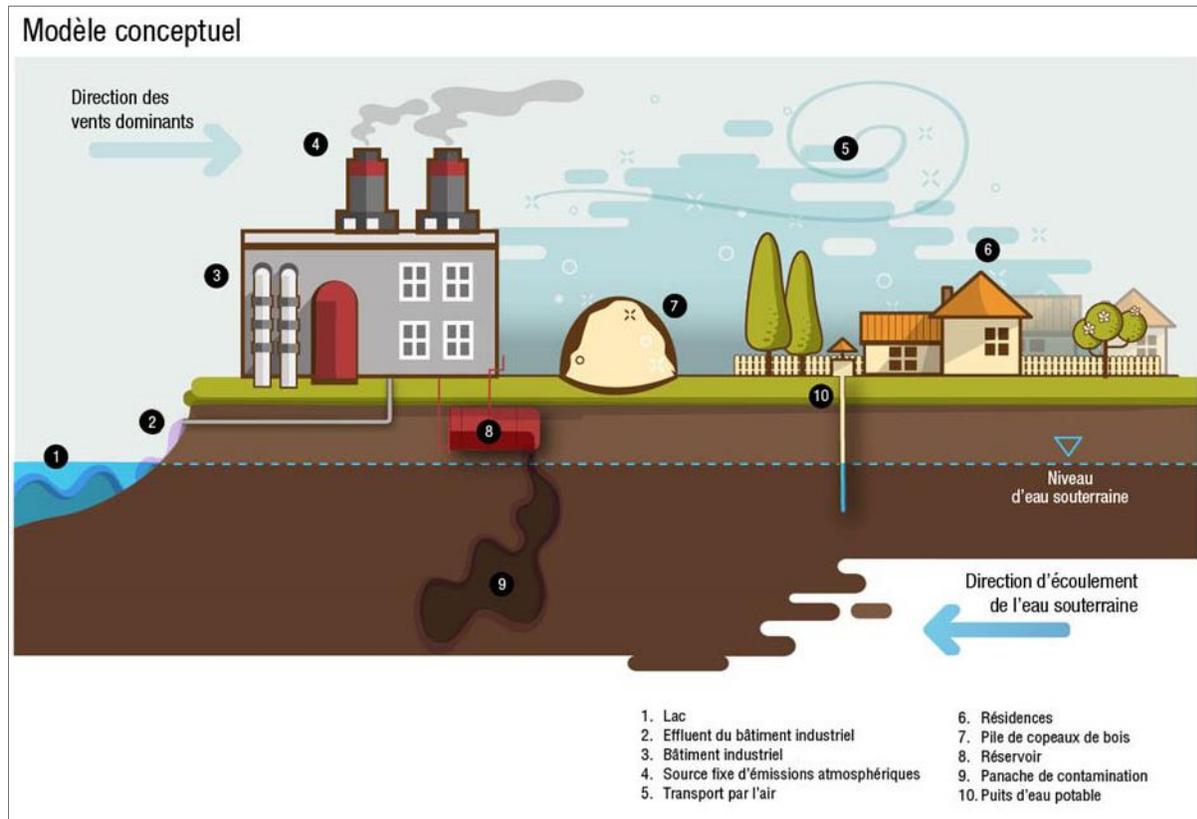
Le modèle conceptuel est « une représentation visuelle et une description écrite des liens entre les processus physiques, chimiques et biologiques du site et les récepteurs humains et environnementaux » ([Guide sur la caractérisation environnementale des sites dans le cadre de l'évaluation des risques pour l'environnement et la santé humaine – Volume 1 : Orientations](#) 2016, CCME). **Il permet de cerner les problématiques du terrain en décrivant tous les liens possibles entre les sources de contamination et les récepteurs humains, écologiques ou autres récepteurs pouvant y être exposés, incluant les différentes matières qui le constituent, leur susceptibilité à être contaminé selon les différents événements survenus sur une propriété ou à proximité, les propriétés des substances potentiellement contaminantes et le danger qu'elles peuvent présenter pour les récepteurs écologiques et humains. Il inclut également les différents mécanismes de transport de ces substances, les voies d'exposition possibles selon le récepteur potentiel, etc.** L'établissement du modèle conceptuel constitue une première étape de l'évaluation du risque que peut présenter un terrain contaminé ou susceptible de l'être pour la santé humaine et l'environnement. Il permet ensuite d'orienter les travaux de caractérisation subséquents. Les résultats obtenus permettront de mieux comprendre la situation, d'en tirer des conclusions éclairées et de formuler les recommandations appropriées sur les actions à prendre afin de gérer le risque de façon durable relativement à la problématique environnementale rencontrée.

Le modèle conceptuel devra être adapté à tous les cas, du plus simple au plus complexe. Dans les rapports d'étude, son niveau de détail devra être le plus élevé possible, en fonction de la complexité des informations, des problématiques et des enjeux environnementaux connus du terrain.

Chaque modèle conceptuel doit être constitué de trois composantes : une illustration, un tableau et une description qualitative :

- **L'illustration** peut être effectuée à l'aide d'un schéma, d'une ou de plusieurs figures ou encore d'un ou de plusieurs plans, et doit permettre de faire des liens entre les éléments connus ou soupçonnés au sujet de la contamination présente dans chaque matière, les sources de contamination potentielles ainsi que les processus physiques, chimiques et biologiques qui influencent le transport des substances vers les différents récepteurs. Les figures ou plans tirés d'un rapport de caractérisation peuvent être utilisés dans le cas d'un modèle conceptuel qui y est inclus ou joint à la condition qu'ils considèrent l'ensemble des données qui y sont présentées (ex. : le sommaire des résultats de qualité des sols incluant les données historiques). La figure 2 ci-après est un exemple de schéma d'un modèle conceptuel pouvant être réalisé;
- **Le tableau** ou la liste doit faire le sommaire factuel et succinct des données considérées ainsi que des sources d'information desquelles les données ont été extraites (phase I, phase II, documents de référence en l'absence de données de terrain, etc.). Le tableau 1 donne un exemple des éléments pouvant être inclus dans le tableau du modèle conceptuel avec une courte description pour chaque élément. La structure du tableau ou de la liste et les éléments à y inclure sont laissés à la discrétion du professionnel, selon les informations disponibles et ce qui est jugé pertinent dans le contexte du site;
- **La description qualitative** est une courte portion de texte qui doit aborder les éléments les plus importants du modèle conceptuel, qui doit permettre de cerner la problématique du terrain et dans laquelle les actions à entreprendre peuvent être sommairement décrites.

Figure 2 : Exemple de schéma illustrant un modèle conceptuel



Le modèle conceptuel est **succinct, factuel et évolutif**. Il doit être mis en place dès la phase I, mis à jour aux moments clés du cycle de vie d'un projet et tenir compte de l'ensemble des données disponibles. Ce modèle devra être bonifié et repensé de façon périodique en considérant toutes les nouvelles informations recueillies lors des différentes phases de caractérisation, suivi et réhabilitation d'un terrain.

Voici un exemple d'éléments à considérer lors de l'élaboration du modèle conceptuel (à noter que seuls quelques éléments sont discutés dans la section suivante) :

- Informations générales sur le terrain :
 - Usage;
 - Caractéristiques physiques du terrain :
 - Topographie,
 - Géologie,
 - Hydrogéologie;
 - Récepteurs et voies d'exposition;
 - Facteurs environnementaux;
- Propriété des substances potentiellement contaminantes pour chaque matière constituant le terrain :
 - Sommaire de leur localisation,
 - La ou les sources présumées,
 - Propriétés physicochimiques d'une substance,

- Propriétés chimiques d'une matière
- Efforts de traitement, le cas échéant;
- Fiabilité.

Dans les cas particuliers où, suivant les conclusions et les recommandations des études sur les actions à prendre afin de gérer le risque de façon durable, l'approche par analyse de risque est choisie pour réhabiliter le terrain en y maintenant en place des contaminants en concentration excédant les valeurs limites réglementaires, le modèle conceptuel devra être réévalué et modifié au besoin pour tenir compte des exigences additionnelles du MELCCFP et du ministère de la Santé et des Services sociaux (MSSS) relatives à la procédure d'évaluation des risques toxicologiques et écotoxicologiques ainsi que des impacts sur les eaux souterraines que prévoit la section IV du chapitre IV (titre I) de la LQE. Ces exigences additionnelles concernent notamment la sélection des récepteurs humains et écologiques, qui sont soumis à différents scénarios d'exposition. Il convient alors de respecter les procédures décrites dans les lignes directrices et les guides établis à cet effet. Pour plus de détails, se référer à la section 6.6 du Guide d'intervention.

Tableau 1 : Exemple d'information générale pouvant être incluse dans le tableau composant un modèle conceptuel d'un terrain

Composantes du modèle conceptuel		Description des éléments pouvant être inclus
Informations générales	Localisation	<ul style="list-style-type: none"> - Adresse du terrain - Délimitations du terrain - Superficie - Terrains avoisinants
	Usage et zonage	<ul style="list-style-type: none"> - Usages précédents identifiés dans le cadre d'une phase I - Usages actuels du terrain et des terrains avoisinants - Zonage - Courte description des installations présentes actuellement ou historiquement ayant pu contribuer à la mise en place de substances contaminantes
	Sources de contamination potentielles	<ul style="list-style-type: none"> - Installations, déversements et événements connus ou présumés ayant pu participer à la mise en place de contamination ou l'influencer et types de substances contaminantes associées
	Récepteurs potentiels et voies d'exposition	<ul style="list-style-type: none"> - Récepteurs potentiels de l'eau souterraine et leur distance par rapport au terrain - Récepteurs potentiels associés à la contamination dans les sols (récepteurs écotoxicologiques, intrusion de vapeurs, etc.) - Récepteurs humains et écologiques, et écosystèmes à risque
	Topographie et surface	<ul style="list-style-type: none"> - Topographie (le terrain est plat, accidenté, etc.) - Description sommaire du couvert de surface (gazonné, asphalté, en pierre concassée, etc.)
	Critères applicables	<ul style="list-style-type: none"> - Critères applicables pour la qualité des sols - Critères applicables pour la qualité de l'eau souterraine - Critères applicables pour l'eau de surface, le cas échéant - Critères applicables pour les sédiments, le cas échéant
	Géologie	<ul style="list-style-type: none"> - Résumé de la stratigraphie des sols observée sur le terrain ou basée sur des documents de référence associés à la géologie régionale

Composantes du modèle conceptuel		Description des éléments pouvant être inclus
		<ul style="list-style-type: none"> - Description du roc observé sur le terrain ou basé sur des documents de référence associés à la géologie régionale - Sommaire des résultats de granulométrie lorsqu'ils sont disponibles
	Hydrogéologie	<ul style="list-style-type: none"> - Profondeur de l'eau souterraine observée ou basée sur des documents de référence associés à l'hydrogéologie régionale - Amplitude observée de la variation saisonnière du niveau d'eau - Sens d'écoulement présumé de l'eau souterraine - Vitesse d'écoulement de l'eau souterraine - Valeurs de conductivité hydraulique mesurées sur le terrain, incluant l'unité stratigraphique associée
Sols	Signature chimique	<ul style="list-style-type: none"> - Identification des substances contaminantes observées ou présumées
	Localisation de la contamination	<ul style="list-style-type: none"> - Courte description de la localisation de la contamination observée dans les sols (emplacement, profondeur, etc.)
Liquides immiscibles légers	Signature chimique et propriétés	<ul style="list-style-type: none"> - Identification des substances contaminantes observées par des analyses ou selon la source de contamination présumée - Sommaire des propriétés chimiques et physicochimiques mesurées ou présumées (densité, viscosité, etc.)
	Localisation	<ul style="list-style-type: none"> - Courte description de la localisation des liquides immiscibles légers observés - Sommaire des épaisseurs historiquement observées
Liquides immiscibles lourds	Signature chimique et propriétés	<ul style="list-style-type: none"> - Identification des substances contaminantes observées par des analyses ou selon la source de contamination présumée - Sommaire des propriétés chimiques et physicochimiques mesurées ou présumées (densité, viscosité, etc.)
	Localisation	<ul style="list-style-type: none"> - Courte description de la localisation des liquides immiscibles lourds observés - Sommaire des épaisseurs historiquement observées
Eau souterraine	Signature chimique de la contamination	<ul style="list-style-type: none"> - Identification des substances contaminantes observées ou présumées
	Localisation de la contamination	<ul style="list-style-type: none"> - Courte description de la localisation passée et actuelle de la contamination dissoute observée
Air (intrusion de vapeur)	Signature chimique de la contamination	<ul style="list-style-type: none"> - Identification des substances contaminantes observées ou présumées
	Localisation de la contamination	<ul style="list-style-type: none"> - Courte description de la localisation passée et actuelle de la contamination observée
Eau de surfac	Signature chimique de la contamination	<ul style="list-style-type: none"> - Identification des substances contaminantes observées ou présumées

Composantes du modèle conceptuel		Description des éléments pouvant être inclus
Sédiments	Localisation de la contamination	- Courte description de la localisation passée et actuelle de la contamination dissoute observée
	Signature chimique de la contamination	- Identification des substances contaminantes observées ou présumées
	Localisation de la contamination	- Courte description de la localisation observée de la contamination dans les sédiments
Réhabilitation		- À inclure, le cas échéant, pour chaque matière pour laquelle un effort de réhabilitation a été effectué (excavation, pompage, réhabilitation <i>in situ</i> , etc.)

À partir des informations recueillies lors de la phase I et du modèle conceptuel, il est possible de déterminer les types de substances potentiellement contaminantes présentes sur un terrain. Dans ce guide, ce qui définit une substance contaminante est le fait qu'elle porte atteinte ou génère un impact sur une matière qui constitue le terrain (sol, eau, sédiment, air, etc.). La présence de substances contaminantes prohibées par l'article 20 de la LQE dépend notamment de certains éléments indicateurs, comme leur concentration, les observations directes ou indirectes, ou encore les résultats de campagnes d'échantillonnage. Pour plus de détails, il est possible de se référer au [Guide d'intervention](#). Chaque substance possède des caractéristiques chimiques et physiques particulières qui lui confèrent des comportements qui sont également fonction de la matière qui constitue le terrain dans lequel elle se trouve. Lors de l'ajustement du modèle conceptuel et pour évaluer l'ampleur de la contamination soupçonnée dans un terrain, il est aussi important de déterminer les comportements, les mécanismes de transport des substances ainsi que les paramètres d'analyse pertinents dans les milieux naturels et nordiques. Certains de ces éléments sont discutés dans les sections suivantes.

2.1 Usage du terrain à l'étude

Un sommaire des usages passés et actuels du terrain doit être présenté, permettant de déterminer les sources potentielles de substances contaminantes, la nature de ces substances et leur devenir. Il est important de relever les principales activités et installations ayant un impact potentiel sur la mise en place de substances contaminantes (déversements, conduites, réservoirs, importation de remblais, émissions de gaz ou poussières par une cheminée, etc.) ou affectant leur transport (fossé de drainage, égouts, drains, fondation, etc.). De plus, l'identification des usages actuels et futurs peut donner des indications sur certains récepteurs potentiels et permettre la validation des critères ou valeurs limites réglementaires applicables.

2.2 Caractéristiques physiques du terrain

Le modèle conceptuel de terrain est un outil d'aide à la décision qui permet de faire un sommaire des informations à jour et pertinentes associées au terrain. Par exemple, la localisation géographique et les limites du terrain considéré dans le cadre du modèle conceptuel doivent être clairement définies. Le modèle conceptuel devrait, de façon générale, inclure la totalité du terrain concerné. Il est cependant acceptable de diviser le terrain en plusieurs modèles conceptuels lorsque cela est justifié.

Le transport des substances contaminantes peut se faire selon des chemins préférentiels qu'on appelle aussi voies de migration. Ces chemins peuvent être favorisés notamment par la topographie, la géologie, les infrastructures (de surfaces ou souterraines) ou encore les activités humaines. Ces différents éléments sont détaillés ci-dessous.

2.2.1 Topographie et surface

Le relief du terrain est une caractéristique dont il faut tenir compte pour évaluer le transport des substances contaminantes. Aussi, les aménagements de surface tels que la finition avec des granulats plus ou moins imperméables, les recouvrements imperméables ou simplement l'état des sols à nu (présence ou pas de fissures apparentes) constituent un facteur déterminant dans l'évaluation du risque d'impact d'une activité ou la présence potentielle de contaminants dans les sols sous-jacents.

Par exemple, un terrain accidenté qui a une pente importante a tendance à favoriser le transport des substances par ruissellement plus rapidement qu'un terrain plat qui favorise l'infiltration. Au niveau du couvert de surface, le passage de véhicules et de piétons sur un terrain contaminé peut également déplacer les substances adsorbées aux particules de sol et les entraîner sur des terrains avoisinants. La présence de cours d'eau à proximité (ruisseaux, rivières, étangs, lacs, etc.) est aussi une caractéristique importante de la topographie, car ils peuvent transporter les substances sur de grandes distances ou encore contribuer à les confiner, comme dans le cas d'un liquide immiscible dense (LID) accumulé au fond d'un lac.

2.2.2 Géologie

Les différents types de sols, roc, remblais et/ou matières résiduelles observés sur un terrain doivent être considérés et décrits de façon succincte dans le modèle conceptuel. Leurs propriétés, lorsqu'elles sont connues (granulométrie, porosité, niveau de fracturation du roc, etc.), doivent aussi être considérées. Il est important de noter que la migration de substances contaminantes sous forme liquide et gazeuse peut être favorisée par différents types géologiques de sol ou de roc.

Lorsqu'aucune investigation souterraine n'a été réalisée sur le terrain, il est possible de considérer des sources d'informations telles que le Système d'information hydrogéologique (SIH), le Système d'information géominière (SIGEOM), une carte interactive, etc.

2.2.3 Hydrogéologie

Lorsque les substances contaminantes atteignent la nappe d'eau souterraine, les substances solubles dans l'eau et celles qui sont plus légères que l'eau ont tendance à migrer, suivant la direction de l'écoulement des eaux souterraines, en déployant un panache de contamination. Par conséquent, la profondeur de la nappe, la direction et la vitesse d'écoulement de l'eau souterraine en milieu saturé exercent une influence importante sur le transport des substances contaminantes.

Par exemple, certains types de sols très perméables, comme les graviers, les sables ou une matière granulaire résiduelle (MGR) comme la pierre concassée résiduelle, ainsi que le roc fracturé ou altéré, peuvent constituer des chemins d'écoulement préférentiels favorisant la migration des substances présentes sous forme liquide ou gazeuse.

2.3 Facteurs environnementaux

Plusieurs facteurs environnementaux, comme le vent, la température et les précipitations, peuvent affecter la mise en place et le transport des substances contaminantes au fil des saisons. Ils doivent être considérés dans le cadre du modèle conceptuel et de toutes les phases de caractérisation. Cependant, à moins de conditions particulières au terrain (fonte de pergélisol, présence d'effet de marées, contamination aéroportée, érosion importante, etc.), il est attendu que leur effet soit considéré dans l'élaboration du modèle conceptuel et n'ont pas à être mentionnés spécifiquement.

Vent

Le vent représente un mécanisme de transport qui a pour effet d'entraîner par voie aérienne notamment des composés volatils et des substances absorbées sur des particules. Selon la dimension des particules, celles-ci peuvent rester en suspension et retomber sur le terrain ou être transportées par le vent et se déposer plus loin, engendrant ainsi une contamination des sols de surface à une certaine distance de la

source. La détermination de la direction des vents dominants est essentielle lors de la planification de la stratégie d'échantillonnage dans le cas d'une contamination aéroportée. Cette information permet de mieux distribuer les stations d'échantillonnage (air, sol, eau) autour d'un point d'émission.

Pluie

La pluie représente aussi un mécanisme de transport des substances contaminantes, puisqu'elle peut les entraîner par les eaux de ruissellement et par infiltration. Sur des surfaces imperméables, les eaux peuvent s'écouler sur de grandes distances pour atteindre des milieux drainants, tels que des fossés, des ruisseaux, des rivières ou des lacs. Selon la vitesse d'écoulement des eaux de surface, les substances peuvent être entraînées ou déposées et ainsi s'accumuler dans les sédiments ou sur les rives.

Variations saisonnières

Le cycle des saisons affecte de façon importante les mécanismes de transport des substances contaminantes. Les périodes de pluies prolongées en automne et la fonte des neiges au printemps font augmenter le niveau de la nappe phréatique, alors qu'à l'opposé l'absence de précipitations sous forme liquide en hiver et la période d'étiage en été font diminuer le niveau de la nappe. Ces variations cycliques des niveaux d'eau peuvent entre autres influencer le sens d'écoulement de l'eau souterraine sur certains terrains, créer une zone d'étalement des produits immiscibles légers dans la zone de fluctuation de l'eau souterraine et influencer la volatilisation de substances contaminantes présentes dans les sols vers l'air interstitiel de la zone non saturée.

La fonte des neiges peut aussi avoir un impact important sur le transport des substances contaminantes dans les eaux de surface et les sédiments. Le brassage des eaux de surface et des sédiments en lien avec la crue des eaux, les changements soudains de température et le passage de blocs de glace et de débris entraîne la mobilisation de contaminants.

La réalisation de suivis de qualité des différentes matières (eau souterraine, eau de surface, etc.) à différentes périodes de l'année (étiage et crue) permet d'évaluer l'effet des saisons sur les concentrations en contaminants présents dans chacune des matières.

Marées

En plus de l'effet saisonnier de crue et d'étiage, l'effet de marnage peut influencer de façon importante le niveau de la nappe d'eau souterraine sur les terrains situés à proximité de plans d'eau présentant des marées. Donc, de la même façon que les variations saisonnières, les variations des niveaux d'eau souterraine associées à l'effet de marée peuvent influencer le transport des substances contaminantes et doivent être tenues en compte lors de l'élaboration du modèle conceptuel d'un terrain.

Changements climatiques

La problématique croissante des changements climatiques entraîne notamment un lot de variations des conditions météorologiques dont les conséquences sont difficiles à évaluer. Il est cependant important que ces conséquences potentielles soient tenues en compte, dans la mesure du possible dans l'élaboration du modèle conceptuel d'un terrain. Elles peuvent inclure, entre autres, des événements de pluie ou de sécheresse extrêmes entraînant la hausse ou la baisse des niveaux des eaux souterraines et de surface, l'érosion prématurée des zones côtières ou des berges, la fonte du pergélisol, etc.

2.4 Propriétés des substances potentiellement contaminantes pour chaque matière constituant le terrain

Dans le cadre de la réalisation d'une étude de caractérisation d'un terrain, il devient plus facile de déterminer les zones potentiellement contaminées d'un terrain lorsque les contaminants susceptibles d'être trouvés, les propriétés physicochimiques de ces derniers, les matières concernées ainsi que les

comportements et les mécanismes de transport de ces substances sont connus. Les propriétés physiques et chimiques d'une substance influencent son comportement ainsi que les mécanismes de transport qui y sont associés. Les voies possibles d'exposition, biodisponibilité et bioaccumulabilité des contaminants sont également à considérer. D'autres facteurs, dont les actions sont parfois simultanées ou indépendantes, comme les propriétés physiques du terrain, les propriétés des matières qui constituent le terrain ou encore les conditions météorologiques, sont également à considérer. Les mécanismes de transport peuvent être combinés entre eux et associés à des chemins d'écoulement préférentiels rendant l'évaluation du transport des contaminants encore plus complexe. Ces informations sont importantes pour ajuster adéquatement le modèle conceptuel du terrain et établir une stratégie d'échantillonnage adaptée au terrain pour lequel une étude est réalisée. L'étude menée en 2021 par l'Institut national de la recherche scientifique (INRS) pour le MELCCFP sur [la mobilité des contaminants présents dans l'eau souterraine](#) permet de comprendre notamment les mécanismes de transport des contaminants et leurs propriétés dans cette matière.

2.4.1 Propriétés physicochimiques d'une substance

Le comportement d'une substance chimique dans une matière qui constitue le terrain (sol, eau, sédiment, etc.) est déterminé par différentes propriétés physicochimiques. La présente section décrit quelques-unes de ces propriétés. D'autres propriétés physicochimiques que celles qui sont décrites ci-dessous peuvent influencer le comportement d'une substance, telles que le coefficient d'adsorption, le coefficient de partition, la constante de la loi de Henry (H), la structure moléculaire ou encore la stabilité chimique (demi-vie, dégradation en sous-produits). Une définition plus précise ainsi que des exemples de ces propriétés peuvent être consultés dans la littérature scientifique.

Solubilité

La solubilité est l'une des plus importantes propriétés susceptibles d'affecter le comportement et le transport des substances dans l'environnement. Les composés solubles se dissolvent dans les eaux de surface ou souterraines et se dispersent ainsi dans l'environnement. Plus la solubilité est élevée, plus la substance sera facilement lixiviée dans les eaux de surface ou dans les eaux souterraines. À titre d'exemple, les ions nitrites et nitrates sont hautement solubles, de même que certains pesticides. Aussi, la solubilité est influencée par le potentiel d'oxydoréduction (POR) ou potentiel rédox du milieu. En effet, un milieu réducteur (POR ou Eh négatif) sera favorable à la solubilisation de certaines substances alors que, pour d'autres, la solubilité sera accrue dans un milieu oxydant (POR ou Eh positif).

Miscibilité

La miscibilité est la capacité de deux ou plusieurs substances à se mélanger pour ne former qu'une phase homogène. Elle présente des propriétés équivalentes à celles de la solubilité à la différence qu'elle porte sur l'interaction entre des liquides plutôt qu'entre un liquide et un solide. À titre d'exemple, l'eau et l'alcool sont miscibles. Cependant, l'essence, le diesel et l'acétone sont des liquides immiscibles légers (LIL), qui se présentent comme une phase flottante et qui ne se mélangent pas ou peu à l'eau. Il existe des substances qui ont la caractéristique d'être des liquides immiscibles lourds (LID), tels que la créosote, les biphényles polychlorés (BPC), certains solvants chlorés, et qui se présenteront en profondeur ou dans le fond des puits d'observation.

Masse volumique

La masse volumique d'une substance représente le ratio de sa masse sur son volume. Une substance de masse volumique inférieure à celle de l'eau (1000 kg/m^3) aura tendance à flotter sur les eaux de surface ou à former une phase flottante à la surface des eaux souterraines. Les substances contenues dans les essences (en moyenne 745 kg/m^3 à 15°C) et plusieurs hydrocarbures aliphatiques ont cette caractéristique et sont considérés comme des LIL.

Une substance de masse volumique supérieure à 1 g/cm^3 aura tendance à se répandre davantage dans la zone saturée et en profondeur dans les sols et les eaux souterraines. Par exemple, puisque le perchloroéthylène (PCE) possède une masse volumique d'environ $1,62 \text{ g/cm}^3$ à 20°C , il aura tendance à

migrer en profondeur et à s'accumuler au-dessus d'un horizon peu perméable de sol ou de roc, en plus de potentiellement migrer en profondeur le long de fractures dans le roc.

Volatilité

La volatilisation est le procédé par lequel une substance s'évapore dans l'atmosphère à partir d'une matière (ex. : le sol ou l'eau). Une substance volatile a tendance à être rapidement libérée dans l'air et peut être odorante ou inodore selon la substance impliquée. Une substance peu volatile a un temps de résidence plus long dans les sols, les eaux de surface et souterraines. Une substance est considérée comme volatile lorsque sa pression de vapeur est supérieure à 0,1 mm de mercure (mmHg) à 20 °C. Même si une substance est volatile, elle peut se retrouver confinée en profondeur dans les eaux souterraines, dans les sols, sous des infrastructures comme un bâtiment ou dans des conduits souterrains.

Viscosité

La viscosité est la résistance ou la facilité d'écoulement d'une substance. Plus la viscosité est grande, plus la substance a de la difficulté à s'écouler. À l'inverse, plus la viscosité est faible, plus la substance s'écoule facilement sans résistance ni turbulence.

Certains hydrocarbures pétroliers ont une faible viscosité et peuvent se propager rapidement selon la porosité du milieu dans lequel ils sont déversés, ce qui rend leur confinement difficile en cas de déversement, par exemple. Il est également important de considérer que la viscosité des hydrocarbures varie selon la température. La dynamique de migration de certains contaminants est donc influencée verticalement dans la percolation dans les sols, mais également latéralement selon la direction et la température de la nappe d'eau souterraine.

2.4.2 Propriétés chimiques d'une matière

Certaines caractéristiques chimiques propres aux matières qui constituent le terrain sont susceptibles d'influencer le transport d'une substance dans l'environnement. Le pH d'un sol, d'un sédiment ou d'une eau, exerce une influence directe sur la solubilité des métaux et métalloïdes, par exemple. Un milieu réducteur (POR ou Eh négatif) est favorable à la solubilisation de certaines substances alors que, pour d'autres, la solubilité est accrue dans un milieu oxydant (POR ou Eh). La teneur en matière organique d'un sol et son contenu en argile sont également des caractéristiques régissant la migration potentielle d'une substance. Par exemple, la matière organique a tendance à adsorber certaines substances, telles que les métaux.

2.5 Fiabilité

Comme le modèle conceptuel doit être élaboré dès la phase I et mis à jour de façon périodique à la lumière des nouvelles informations recueillies lors des étapes ultérieures de caractérisation du terrain, il est possible que certaines données portant sur le terrain soient manquantes au départ. Dans ce cas, l'utilisation de données tirées de documents de référence peut être considérée en l'absence de données provenant du terrain lui-même. Ce choix relève du jugement du professionnel. À noter que les sources d'information utilisées et les données manquantes doivent être dûment documentées.

3. Phase I de l'étude de caractérisation

3.1 Introduction et objectifs

La phase I de l'étude de caractérisation (phase I) est une étape **indispensable** à toute caractérisation de terrain. **Elle doit être réalisée avec le souci de ne rien laisser au hasard puisqu'elle est la base d'une étude de caractérisation.** Elle consiste en la revue de l'information existante et à faire l'historique des activités réalisées sur l'ensemble du terrain. Une analyse exhaustive de l'information existante lors de cette première étape de la caractérisation (phase I) permet d'éviter des coûts imprévus, notamment lors des étapes suivantes de la caractérisation. Une telle étude peut être exigée par différents intervenants (institution financière, nouveau propriétaire, ministère, etc.) ou être requise lorsqu'un terrain est assujéti à la section Protection et réhabilitation des terrains (section IV du chapitre IV, titre I) de la LQE. Les raisons qui conduisent à la réalisation d'une phase I doivent être bien établies dès le départ pour que cette étude atteigne les objectifs fixés (obligation de la LQE, gestion des sols, etc.).

Les objectifs de la phase I consistent à définir la problématique potentielle du terrain et à déterminer les activités susceptibles d'avoir contaminé le terrain.

Pour atteindre ces objectifs, il est requis de collecter toute l'information disponible, depuis l'état naturel du terrain (absence d'activité anthropique) jusqu'au moment de la réalisation de l'étude.

Le terrain peut avoir été contaminé de différentes façons selon l'utilisation qui en a été faite (exploitation industrielle, commerciale, institutionnelle ou résidentielle).

Il peut notamment avoir été contaminé par :

- des activités inadéquates d'entreposage et de transbordement de matières premières ou de résidus;
- des activités d'élimination de déchets industriels ou autres sur le terrain (dépotoir non autorisé par le MELCCFP);
- l'utilisation de matières d'origine inconnue ou souillées par des débris (matériau de construction, de rénovation et de démolition, scories, cendres d'incinérateur, mâchefer et toute autre matière résiduelle) à des fins de remblayage;
- des rejets accidentels;
- des fuites de réservoirs souterrains ou hors terre;
- des actes de vandalisme.

Le terrain peut également avoir été contaminé par voie aérienne (ex. : poussières, métaux) ou souterraine par des substances provenant d'une activité industrielle ou commerciale à proximité. Les terrains avoisinants doivent donc être pris en compte lors de la phase I du terrain à l'étude. La présence de cours d'eau ou de plan d'eau dans un terrain ou à la limite de celui-ci doit aussi faire l'objet d'une vérification en fonction des activités qui ont été réalisées près de ceux-ci.

La bonne connaissance de l'historique du terrain permet la réalisation d'une phase I plus complète et plus juste. Il est également important de vérifier si le terrain est assujéti à la section IV du chapitre IV (titre I) de la LQE et si l'étude est réalisée conformément aux exigences du présent guide.

Le modèle conceptuel élaboré dans le cadre d'une phase I permet d'identifier les différentes zones à risque présentes sur un terrain et de faire des liens notamment avec le potentiel de migration des substances présentes dans ces zones à risque. De manière plus précise, une zone à risque est une zone susceptible de contenir une ou des substances d'origine anthropique potentiellement contaminantes. Le risque de retrouver une contamination dans une telle zone est basé sur le modèle conceptuel qui permet de regrouper

toutes les informations disponibles et de tisser des liens entre les processus physiques, chimiques et biologiques qui se produisent ou se sont produits sur un terrain. Le risque devra être jaugé notamment en fonction des observations de terrain. Prenons l'exemple d'un réservoir hors terre de mazout qui se trouve sur une dalle de béton sans fissure apparente au sous-sol d'un bâtiment. Ce dernier ne semble pas à prime abord, présenter un impact sur ce terrain. Toutefois, la présence par le passé d'une conduite souterraine dans cette dalle de béton pour relier le réservoir hors terre à la fournaise du bâtiment constitue un risque environnemental pour les sols sous-jacents à la dalle, notamment en cas de bris de cette conduite. Cette zone devrait être considérée comme une zone à risque à l'issue de cette première étape de caractérisation (phase I).

En phase I, le risque provient d'incertitude qui peut être en lien avec un équipement tel qu'un réservoir, des activités exercées sur une portion du terrain, comme de l'entreposage ou encore du transbordement de produits potentiellement polluants. De plus, lorsque certaines informations recueillies lors de la phase I sont manquantes ou insuffisantes (terrain entier ou un ou des secteurs du terrain), l'incertitude augmente. Dans ce cas, il est possible que, face à un risque trop important de contamination potentielle, le terrain ou la portion de terrain concernée doive être considéré et interprété comme étant une zone à risque dans le modèle conceptuel. Il en est de même pour les zones peu documentées (ex. : destruction des documents à la suite d'un incendie) ou encore pour celles qui sont utilisées de manière sporadique ou informelle pour des activités potentiellement à risque. La nature des utilisations et des activités qui y ont été réalisées devra être évaluée. Le jugement du professionnel devra être exercé en tout temps et est primordial pour évaluer le risque de contamination d'un terrain.

La phase I d'une étude de caractérisation peut être considérée comme d'actualité pour une période maximale de 1 an. Au-delà de cette période de 1 an, il peut être requis d'effectuer une mise à jour. Cette mise à jour est réalisée pour identifier toutes les nouvelles activités qui auraient pu avoir lieu sur le terrain et sur les propriétés adjacentes depuis la réalisation de la dernière étude de phase I. Il est parfois possible de mettre à jour l'étude de phase I, en mentionnant qu'aucune activité nouvelle à risque, ou aucun changement, n'a été réalisée sur le terrain à l'étude ainsi que sur les propriétés adjacentes et avoisinantes.

3.2 Sources d'information

Dans le cadre de la réalisation d'une phase I, il est requis d'effectuer une cueillette d'information concernant le terrain à l'étude. Cette dernière s'effectue par la consultation de documents provenant de différentes sources (Ministère, municipalité, Régie du bâtiment du Québec (RBQ), etc.), par les entrevues réalisées avec des personnes ayant une connaissance du terrain ainsi que par la visite du terrain à l'étude et des installations. Les informations recueillies doivent permettre de répondre aux objectifs de la phase I et de déterminer si le terrain est visé ou non par la section IV du chapitre IV (titre I) de la LQE. Lors de la consultation de ces sources d'information, il est important de tenir compte de toutes les activités qui ont pu avoir lieu sur le terrain et les terrains avoisinants ainsi que de l'évolution des infrastructures et de la morphologie du terrain : remblai, déblai, fossé, revêtement des sols (imperméable, semi-imperméable enrobé bitumineux, béton, etc.), route, cours d'eau, etc.

3.2.1 Documentation à consulter

Lors de la réalisation de la phase I, il est requis de consulter une panoplie de documents provenant de sources diverses, telles que des ministères, des organismes ou des municipalités. Le responsable de la cueillette doit être rigoureux dans ses recherches afin d'obtenir le maximum d'information disponible. Il doit également remonter dans le temps jusqu'à l'époque où le terrain était exempt d'activités anthropiques. Lors de la consultation de ces documents pour le terrain à l'étude, une attention particulière doit être portée sur les terrains avoisinants. Les activités avoisinantes peuvent influencer l'état du terrain à l'étude par la migration possible des substances.

Le rapport de phase I doit faire mention des informations manquantes, à venir ou non disponibles.

La section ci-dessous présente la liste des documents obligatoires et de ceux dont la consultation est recommandée. La description du contenu de ces documents ainsi que la liste des sources d'information qui leur sont associées sont présentées à l'annexe 2.

3.2.1.1. Documents obligatoires

Les documents identifiés par le symbole « * » rappellent au responsable de la cueillette des données que, lorsque le terrain à l'étude figure dans le Registre, dans le Répertoire ou sur une liste Web, il est requis de procéder à une demande en vertu de la [Loi sur l'accès aux documents des organismes publics et sur la protection des renseignements personnels](#) auprès du détenteur de ce registre, de ce répertoire ou de cette liste pour obtenir des informations complémentaires. Par ailleurs, il peut arriver qu'un document obligatoire ne soit pas disponible pour le terrain à l'étude, comme pour certaines régions les plans d'assurance incendie. Dans ce cas, il est requis d'indiquer clairement dans le rapport que la recherche a été effectuée, mais que ce document « n'est pas disponible pour le terrain à l'étude ».

Informations disponibles auprès du Ministère

- Répertoire des terrains contaminés*;
- Répertoire des dépôts de sols et de résidus industriels*;
- Registres publics dans le cadre de la LQE*;
- Registre des interventions d'Urgence-Environnement*;
- Système d'information hydrogéologique (SIH);
- Cartes de vulnérabilité des eaux souterraines à la pollution : données du Programme d'acquisition de connaissances sur les eaux souterraines (PACES);
- Inventaire des milieux humides et hydriques*;
- Inventaire des espèces floristiques menacées ou vulnérables, ou encore susceptibles d'être ainsi désignées*;
- [Registre des aires protégées au Québec](#);
- Repère GTC (gestion des terrains contaminés);
- Demande d'accès en vertu de la [Loi sur l'accès aux documents des organismes publics et sur la protection des renseignements personnels](#) pour le terrain à l'étude afin de savoir s'il existe des documents d'intérêt ou de nature environnementale (rapport d'inspection, document de plainte, avis d'infraction, rapport de caractérisation antérieur, résultats de suivis environnementaux, etc.) en lien avec le terrain et susceptibles d'apporter des informations pertinentes.

Informations disponibles auprès de la Municipalité

- Règlement de zonage et grille de spécification (usage) du terrain;
- Plan d'urbanisme ou la carte d'utilisation du territoire;
- Document localisant les prises d'eau municipale, les aqueducs et les puits privés;
- Document localisant les aires de protection définies selon le Règlement sur le prélèvement des eaux et leur protection (RPEP) des prises d'eau municipales;
- Demande d'accès en vertu de la [Loi sur l'accès aux documents des organismes publics et sur la protection des renseignements personnels](#) pour le terrain de l'étude afin de savoir s'il existe des documents d'intérêt ou de nature environnementale (certificat ou permis de construction, rapport d'inspection, document de plainte, avis d'infraction, registre des incidents, etc.) en lien avec le terrain et susceptibles d'apporter des informations pertinentes;

- Liste des terrains contaminés de la municipalité;
- Anciens plans de construction du terrain permettant de connaître notamment la localisation des anciens réservoirs, équipements hydrauliques, infrastructures souterraines, matériaux contenant de l'amiante, etc.

Informations disponibles auprès du propriétaire ou de l'exploitant du terrain

- Certificat de localisation du terrain (actuel ou antérieur) ou un plan présentant la localisation des limites de la propriété, des fossés, des bâtiments, des infrastructures souterraines et de surface, des réservoirs souterrains ou hors terre (capacité, produit), des équipements à risque, des zones d'entreposage de matières premières, des zones remblayées, des puits (fonctionnels ou abandonnés), des réseaux souterrains (aqueduc et égout), des fosses septiques, des champs d'épuration, des points de rejets, du système d'approvisionnement en eau potable ou des unités de traitement des eaux usées;
- Localisation antérieure des bâtiments, réservoirs souterrains ou hors terre (capacité, produit), équipements à risque, zone d'entreposage de matières premières, etc.;
- Liste des produits et description des procédés industriels utilisés (diagramme des procédés) et leur évolution, des matières premières produites (finies, intermédiaires) et des matières résiduelles et leur gestion, ainsi que les bilans annuels de production, les fiches signalétiques des matières premières, la description des points d'émission de substances (effluents industriels), les relevés de la qualité de l'air, le programme de gestion de l'amiante, le programme de gestion des matières dangereuses et les registres et plans des rejets, de fuites ou d'explosions;
- Tout autre document, répertoire, registre des incidents, plan, archive ou audit, en lien avec le terrain ou les activités antérieures et actuelles et pertinentes dans le cadre de la phase I;
- Lors de l'entrevue, le propriétaire ou l'exploitant fournit, s'il y a lieu, les rapports d'études de caractérisation et de réhabilitation antérieures, une description claire des activités passées ou actuelles, les usages futurs du terrain ainsi que tous les changements significatifs à venir;
- Permis et autorisation.

Informations disponibles auprès de divers organismes

- Bibliothèque et Archives nationales du Québec ou Université Laval (applicable uniquement en milieu urbain) : plan d'assurance incendie pour les bâtiments présents avant 1975, carte du service incendie, anciennes cartes topographiques, collection d'annuaires municipaux;
- Bureau de la publicité des droits : registre foncier du terrain (chaîne des titres de propriété, avis de contamination, avis de décontamination, avis de restriction d'utilisation, numéro du ou des lots, plan cadastral);
- Centre de données sur le patrimoine naturel du Québec : demande d'accès en vertu de la [Loi sur l'accès aux documents des organismes publics et sur la protection des renseignements personnels](#) pour savoir s'il y a des espèces (faune et flore) menacées, vulnérables ou susceptibles d'être ainsi désignées sur le terrain à l'étude;
- Ministère de la Culture et des Communications du Québec : lorsque cela est applicable, le potentiel archéologique doit être vérifié. Plus spécifiquement, le besoin de réaliser des fouilles préventives doit clairement être indiqué;
- Ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs : inventaire des espèces menacées ou vulnérables;
- Ministère de la Culture et des Communications : Répertoire du patrimoine culturel du Québec;
- Régie du bâtiment du Québec :

- Liste des titulaires d'un permis d'utilisation d'équipements pétroliers à risque élevé*;
- Demande d'accès en vertu de la [Loi sur l'accès aux documents des organismes publics et sur la protection des renseignements personnels](#) pour le terrain afin de savoir si d'anciens réservoirs ont déjà été en place.

Informations diverses

- Photographies aériennes (actuelles et antérieures). Il est généralement requis de consulter les photographies aériennes par tranche de 10 ans. Toutefois, selon le contexte, il pourrait être pertinent de consulter des photographies aériennes dans un intervalle de temps plus court. La période couverte doit, si elle est disponible, commencer par une photographie montrant le terrain quand il était vacant (sans activités anthropiques) et se terminer dans la décennie de la date où se déroule l'étude de caractérisation;
- Images satellites;
- Documentation sur la région : cartes géologique, pédologique, des dépôts meubles, topographique et cadastrale (limite de propriété, localisation du terrain, route, cours d'eau, etc.);
- Carte bathymétrique et carte des courants, le cas échéant;
- Document présentant le régime hydrodynamique du cours d'eau ou du plan d'eau, le cas échéant;
- Documentation sur la présence possible du radon (Institut national de santé publique du Québec et/ou municipalité). À noter que certaines cartes de régions à risque de présence de ce gaz radioactif ont été produites. Toutefois, l'information de ces dernières peut ne pas être exhaustive. Bien que ces cartes soient consultées, il pourrait exister un risque de contamination par le radon dans d'autres villes ou régions que celles qui y sont indiquées. Seuls les résultats de mesures réalisées à l'aide de détecteurs permettent de confirmer ou non la présence de ce contaminant, par exemple dans le sous-sol d'une propriété résidentielle.

3.2.1.2. Documents recommandés

Il est recommandé de consulter les documents listés ci-dessous lors de la réalisation de la phase I.

Informations disponibles auprès du Ministère

- Banque de données sur la qualité du milieu aquatique (BQMA) et *Atlas interactif de la qualité des eaux de surface et des écosystèmes aquatiques*;

[Atlas des territoires d'intérêt pour la conservation dans les Basses-Terres du Saint-Laurent](#)

- Réseau de suivi des eaux souterraines du Québec;

Informations disponibles auprès de la municipalité

- Schéma d'aménagement et de développement;

Informations disponibles auprès de divers organismes

- Cartes des inventaires des terres du Canada : Archives nationales du Canada;
- Rapport d'étude de caractérisation des terrains avoisinants (Ministère, municipalité, propriétaire, etc.);
- Rapport d'étude de caractérisation de terrains à vocation similaire (Ministère, municipalité, firmes spécialisées en environnement, etc.);
- Cartographie des milieux humides potentiels du Ministère. Cette carte inclut notamment la carte interactive des milieux humides détaillés de Canards illimités Canada;

- Inventaire des sites contaminés fédéraux (ISCF) du Secrétariat du Conseil du Trésor du Canada;

Informations diverses

- Rapport d'études : géologiques, géochimiques, hydrogéologiques, géotechniques, géophysiques, pédologiques;
- Données climatiques et météorologiques;
- Rapports d'échantillonnage à la source des émissions atmosphériques;
- Rapports de modélisation de la dispersion atmosphérique;
- Liste Internet des espèces fauniques désignées menacées ou vulnérables, ainsi que leur localisation* (ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs).

3.2.1.3. Entrevue

Il est nécessaire de réaliser des entrevues avec des personnes qui connaissent le terrain à titre d'ancien ou actuel propriétaire, locataire ou employé. Il peut également être pertinent de consulter un voisin, un inspecteur municipal ou des groupes environnementaux de la région. Ces entrevues peuvent conduire à des informations sur des activités ou des événements actuels ou passés qui se sont déroulés sur le terrain et qui, parfois, ne peuvent être découverts autrement.

3.2.1.4. Visite du terrain

Il est recommandé de prendre connaissance de la documentation disponible avant de procéder à la visite du terrain afin d'être mieux préparé et de pouvoir vérifier la concordance entre la documentation et la situation actuelle. La visite du terrain est obligatoire et s'effectue préférentiellement en présence d'une personne qui connaît idéalement le terrain depuis plusieurs années et qui est en mesure de transmettre des informations utiles sur la localisation des zones potentiellement contaminées. Cette personne peut être le propriétaire du terrain, une personne qui a travaillé ou qui travaille sur le terrain, un voisin ou un inspecteur municipal. Tous les secteurs de la propriété devraient être accessibles lors de la visite de terrain. À noter qu'en vertu de l'article 31.63 de la LQE on ne peut pas interdire l'accès au terrain visé par les obligations découlant de la section IV de cette loi. L'article 31.63 de la LQE stipule que : « celui qui, à titre de propriétaire, de locataire ou à quel qu'autre titre que ce soit, a la garde d'un terrain doit en permettre le libre accès à toute heure raisonnable au tiers tenu en vertu des dispositions de la présente section de réaliser sur ce terrain une étude de caractérisation ». Si un secteur d'un bâtiment ou d'un terrain n'a pas pu être inspecté, cette information doit être précisée dans le rapport. Par ailleurs, une justification doit être donnée par le professionnel qui réalise le rapport et qui doit indiquer si une préoccupation environnementale subsiste en raison de l'inaccessibilité du secteur.

Lors de la visite, il est requis d'avoir en main un appareil photo ainsi que les documents (plan à l'échelle, carte, photographie aérienne, etc.) permettant de bien localiser les bâtiments, les équipements (conduit, puits d'observation, réservoir, etc.) et les zones particulières (zone d'entreposage, zone de remblai, zone visiblement souillée ou présence d'odeur, etc.). Lorsque les coordonnées géographiques du terrain ne sont pas connues, il peut être nécessaire d'apporter un système de géolocalisation par satellites (GPS) lors de la visite pour localiser, entre autres, les zones à risque.

La visite du terrain est nécessaire pour vérifier l'état du terrain et certains éléments qu'il faudra considérer lors de la planification du patron d'échantillonnage et des travaux de caractérisation. De plus, la reconnaissance du terrain est très utile pour tenter de déterminer les voies de migration des substances. S'il y a présence d'eau de surface sur le terrain à l'étude ou à la limite de celui-ci, la visite permet de constater l'état de la berge ou du rivage et de vérifier la présence d'indices organoleptiques (visuel ou odeur) et de déterminer si les sédiments peuvent avoir été contaminés par les activités présentes ou passées.

Des prises de photographies du terrain (vue d'ensemble des zones à risque de contamination ou contaminée, bâtiment, type de recouvrement du sol, végétation, milieux humides et hydriques, etc.) et des terrains avoisinants sont requises.

L'annexe 3 présente une liste non exhaustive des éléments à vérifier lors d'une visite de terrain.

3.3 Rapport

3.3.1 Compilation

Lorsque la cueillette d'information provenant des divers documents et entrevues et de la visite de terrain est terminée, une compilation de l'information recueillie doit être réalisée.

Le responsable de l'étude doit évaluer si la cueillette d'information est suffisante en fonction de la qualité et de la quantité des informations obtenues. Il est important que la compilation soit réalisée à partir des données les plus à jour (étude hydrogéologique, suivi de la qualité de l'eau souterraine, etc.). De plus, dans le cas où une étude de caractérisation antérieure est disponible, le responsable doit juger du niveau de qualité de cette étude pour s'assurer que ces informations sont encore d'actualité et utilisables. En effet, selon la consigne 6 aux professionnelles, il est mentionné que, « pour pouvoir être utilisées en référence, les études antérieures doivent contenir tous les éléments obligatoires du tableau de contrôle. De plus, le professionnel doit démontrer que les éléments spécifiques qui ont été tirés de l'étude sont encore valides et qu'ils respectent les exigences actuelles. »

Ainsi, si certaines informations ne sont pas disponibles ou ne peuvent être consultées ou si le responsable de l'étude a des doutes concernant la qualité d'une information, cela doit clairement être mentionné dans son interprétation. Par exemple, la présence de neige ou de tout autre élément (comme de l'entreposage divers ou la présence de véhicules stationnés) qui pourrait nuire à l'observation de la surface du sol doit être mentionnée clairement dans le rapport puisque l'observation de la surface du sol demeure un des éléments importants à vérifier, notamment lors de la visite d'un terrain.

3.3.1.1. Interprétation des données et élaboration du modèle conceptuel

L'interprétation des données doit faire le lien entre l'historique des activités, les matières qui constituent le terrain et les substances qui ont pu être manipulées sur, au-dessus et dans le terrain et présenter les zones à risque ou leur absence. Par exemple, en cas de constats qui indiquent la présence actuelle ou antérieure de quantités importantes de matières résiduelles dans un terrain, il est requis de statuer s'il y a présence sur ce terrain d'un lieu d'élimination de matières résiduelles désaffecté. L'absence d'information pour une période donnée ou pour un secteur précis doit être prise en compte lors de la détermination des zones à risque. Tout le terrain doit être couvert par l'étude de phase I.

Une représentation détaillée en plan est nécessaire. Chaque zone à risque doit être localisée, délimitée de manière préliminaire et clairement identifiée avec l'activité et la substance susceptibles d'avoir contaminé le terrain. La possibilité de migration des substances potentiellement présentes dans les zones à risque et les conséquences sur les différentes matières qui constituent le terrain doivent être évaluées. Le ou les récepteurs potentiels doivent également être identifiés. Un modèle conceptuel tenant compte des caractéristiques du terrain (infrastructure, couche de sol, etc.) pour confirmer ou infirmer une zone à risque doit être présenté. Toutes les données colligées dans la phase I vont permettre de décrire le modèle conceptuel. Le manque de données peut diminuer le degré de confiance du modèle conceptuel et, dans ces cas, cette situation doit être discutée dans le rapport. Un résumé de ce modèle démontrant que toutes les données recueillies ont été considérées dans les processus physiques, chimiques et biologiques qui se produisent ou se sont produits sur le terrain à l'étude devra être présenté dans le rapport.

La phase I est présentée sous forme d'un rapport signé par une personne compétente (professionnel au sens de l'article 31.42 de la LQE, tel qu'un évaluateur environnemental de site accrédité par l'Association québécoise de vérification environnementale (AQVE), etc.) qui travaille dans le domaine de

l'environnement. Pour les détails concernant chaque section, se référer à l'annexe 4 de ce guide qui présente des gabarits pouvant être utilisés dans les différents chapitres du rapport. Le rapport doit être constitué des chapitres suivants :

Résumé de l'étude

Description et localisation du terrain, contexte de la réalisation de l'étude, activités et contaminants susceptibles d'avoir contaminé le terrain, zones à risque, milieux et récepteurs potentiels, conclusions et recommandations. Comprend également le modèle conceptuel du terrain ainsi que le plan de localisation du terrain et des propriétés adjacentes.

Chapitre 1 : Introduction

Contexte, mandat, objectifs, problématique, méthodologie : recherche documentaire, entrevues et visites de terrain, détermination de l'assujettissement du terrain à la section IV du chapitre IV (titre I) de la LQE.

Chapitre 2 : Description du terrain et de la propriété

La liste et l'état de tous les éléments inspectés sur la propriété et dans les environs lors des visites de terrain devraient faire partie de ce chapitre.

Chapitre 3 : Géologie et hydrogéologie

Caractéristiques des dépôts de surface, du socle rocheux, de la topographie, de l'hydrographie, des nappes d'eau souterraines, présence de puits d'approvisionnement en eau souterraine et d'installations de captage d'eaux de surface.

Chapitre 4 : Description écologique

Liste des sources consultées, habitats ou milieux sensibles, aires protégées sur le terrain et à proximité.

Chapitre 5 : Recherche documentaire (historique)

Résultats des recherches et liste des sources consultées pour la reconstitution historique, insérer les tableaux ci-dessous : photographies aériennes et satellitaires, plans d'assurance incendie, historique des activités, compte-rendu des entrevues, historique des déversements (Urgence-environnement etc.).

Chapitre 6 : Études de caractérisations antérieures

Résumé des résultats des études antérieures et références complètes.

Chapitre 7 : Visite du terrain

Description de toutes les observations faites lors de la visite du terrain (voir annexe 2 du guide) et de toutes les informations obtenues lors de cette visite.

Chapitre 8 : Entrevue

Chapitre 9 : Interprétation des données et modèle conceptuel

Chapitre 10 : Conclusion et recommandations

Liste des annexes :

- Annexe 1 : Carte topographique
- Annexe 2 : Figures du terrain à l'étude
- Annexe 3 : Photographies du terrain et des environs
- Annexe 4 : Photographies aériennes
- Annexe 5 : Plan historique du terrain
- Annexe 6 : Réponses aux demandes d'accès à l'information
- Annexe 7 : Études de caractérisation antérieures
- Annexe 8 : Autres documents pertinents, le cas échéant

Sur son [site Web](#), le Ministère rend disponible un outil de vérification des rapports de phase I, appelé tableau de contrôle, ainsi qu'un guide pour le remplir, afin de permettre au professionnel de s'assurer de la conformité de son rapport, notamment quand ce dernier doit être transmis au Ministère en vertu d'une disposition de la LQE. Certaines particularités propres à la phase I sont détaillées ci-dessous.

L'introduction de ce rapport doit décrire le contexte, le mandat et s'il y a lieu la problématique afin de déterminer les objectifs de l'étude. Le chapitre sur la recherche historique doit présenter toutes les informations pertinentes recueillies lors de la consultation des divers documents, à l'exception des résumés des études de caractérisation antérieures qui doivent être présentés au chapitre 6. Une copie de tous les documents pertinents utilisés (réponses aux demandes d'accès gouvernementales, etc.) doit être annexée au rapport. Un rapport photographique doit également être joint au rapport. Aussi, la liste des sources d'information (documents obligatoires à consulter) dans le cadre de la réalisation d'une phase 1 se trouve à la fin du tableau de contrôle.

La conclusion doit préciser clairement s'il y a un risque de retrouver une contamination sur le terrain à l'étude ou non. À la suite des conclusions du rapport, les recommandations doivent indiquer les suites à donner à la phase I, lesquelles sont les suivantes :

- a) Le responsable de la phase I n'identifie aucune zone à risque et ne recommande pas d'autres études. L'étude s'arrêtera donc à la suite de la réalisation de la phase I. Pour les projets soumis à la procédure d'évaluation et d'examen des impacts sur l'environnement, si la phase I démontre que le terrain n'a jamais été susceptible d'avoir été ainsi contaminé, une caractérisation initiale dressant le portrait des caractéristiques physicochimiques des sols avant l'implantation du projet devra être réalisée en suivant le [Guide de caractérisation physicochimique de l'état initial des sols avant l'implantation d'un projet industriel](#) du Ministère;
- b) Le responsable de la phase I identifie une ou des zones à risque et recommande la réalisation de la phase II de l'étude de caractérisation. Dans ce cas, toutes les zones à risque répertoriées lors de la phase I devront être vérifiées et la phase II devra respecter les balises énoncées dans la section suivante du guide.

4. Phase II de l'étude de caractérisation

4.1 Introduction et objectifs

La deuxième étape de l'étude de caractérisation (phase II) est effectuée lorsqu'un terrain comporte au moins une zone à risque identifiée lors de la phase I. L'objectif premier d'une telle phase est de confirmer la présence ou l'absence d'une contamination par une ou plusieurs substances qui peuvent avoir un impact sur le terrain. La planification de la phase II est faite, entre autres, à partir du modèle conceptuel établi selon les informations recueillies lors de la phase I (historique, description du terrain, etc.) et en tenant compte de l'objectif fixé. Le modèle conceptuel doit, à la phase II, être réajusté et actualisé en fonction des informations obtenues.

La phase II permet, tout d'abord, de déterminer la présence ou l'absence de substances contaminantes dans l'environnement et de préciser, le cas échéant, leur nature (métaux, produits pétroliers, organique, inorganique, etc.) ainsi que le comportement qui découle de leurs propriétés physicochimiques. La phase II permet également de vérifier la présence et la qualité des remblais, la présence de voies préférentielles de transport des substances ainsi que les récepteurs potentiels. La phase II permet également l'identification, la description et l'analyse physicochimique de toutes les matières qui constituent le terrain, pouvant être contaminées (sol, eau souterraine, matière résiduelle, rejet liquide), ou qui entourent un terrain, comme l'air ou les émissions atmosphériques, etc.

Lorsque le terrain est susceptible de contenir des vestiges archéologiques, une étude du potentiel archéologique peut être requise avant d'entreprendre les travaux de caractérisation. La mise en œuvre ou non d'une telle étude devra être validée par le ministère de la Culture et des Communications. Cette vérification doit être effectuée dès la première étape de la caractérisation. La présence d'un archéologue peut être requise lors des travaux de terrain selon les conclusions de l'étude du potentiel archéologique.

Une attention particulière doit également être portée lorsque le terrain est susceptible de contenir des milieux humides et hydriques, des espèces en situation précaire ou une perte d'habitat pour des organismes sensibles liée à la coupe d'arbres en vertu de la *Loi sur la conservation du patrimoine naturel* (chapitre C-61.01) et de la *Loi sur les espèces menacées ou vulnérables* (chapitre E-12.01) desquelles les éléments devraient être identifiés à la phase I. Certains inventaires et certaines autorisations pourraient être requis avant la réalisation des travaux de terrain. À noter que, même si les travaux prévus ne nécessitent pas d'autorisation, de bonnes pratiques doivent être appliquées afin de protéger la biodiversité présente sur un terrain. Par ailleurs, ces observations pourront être utilisées lors de la troisième étape de la caractérisation (phase III) advenant la découverte de contamination (voir section 5).

Pour réaliser une phase II, il est recommandé de suivre une démarche structurée comprenant plusieurs étapes bien spécifiques. La figure 3, dont les détails sont expliqués dans les sections suivantes, présente les différentes étapes de la procédure à suivre lors de la phase II d'une étude de caractérisation.

En résumé, la procédure à suivre commence par la définition des objectifs de la phase II. Par la suite, basées sur le modèle conceptuel établi lors de la phase I, les zones à risque doivent être identifiées ainsi que les substances susceptibles d'être présentes. Il est primordial de bien connaître les comportements des substances suspectées ainsi que les mécanismes de transport pouvant influencer la propagation de la contamination. À noter que le recours à des méthodes d'investigation qualitative peut être utilisées à tout moment lors de la caractérisation dans le but notamment de mieux orienter la localisation des stations d'échantillonnage. À noter également que les résultats doivent être corroborés à l'aide de méthodes d'investigation quantitative.

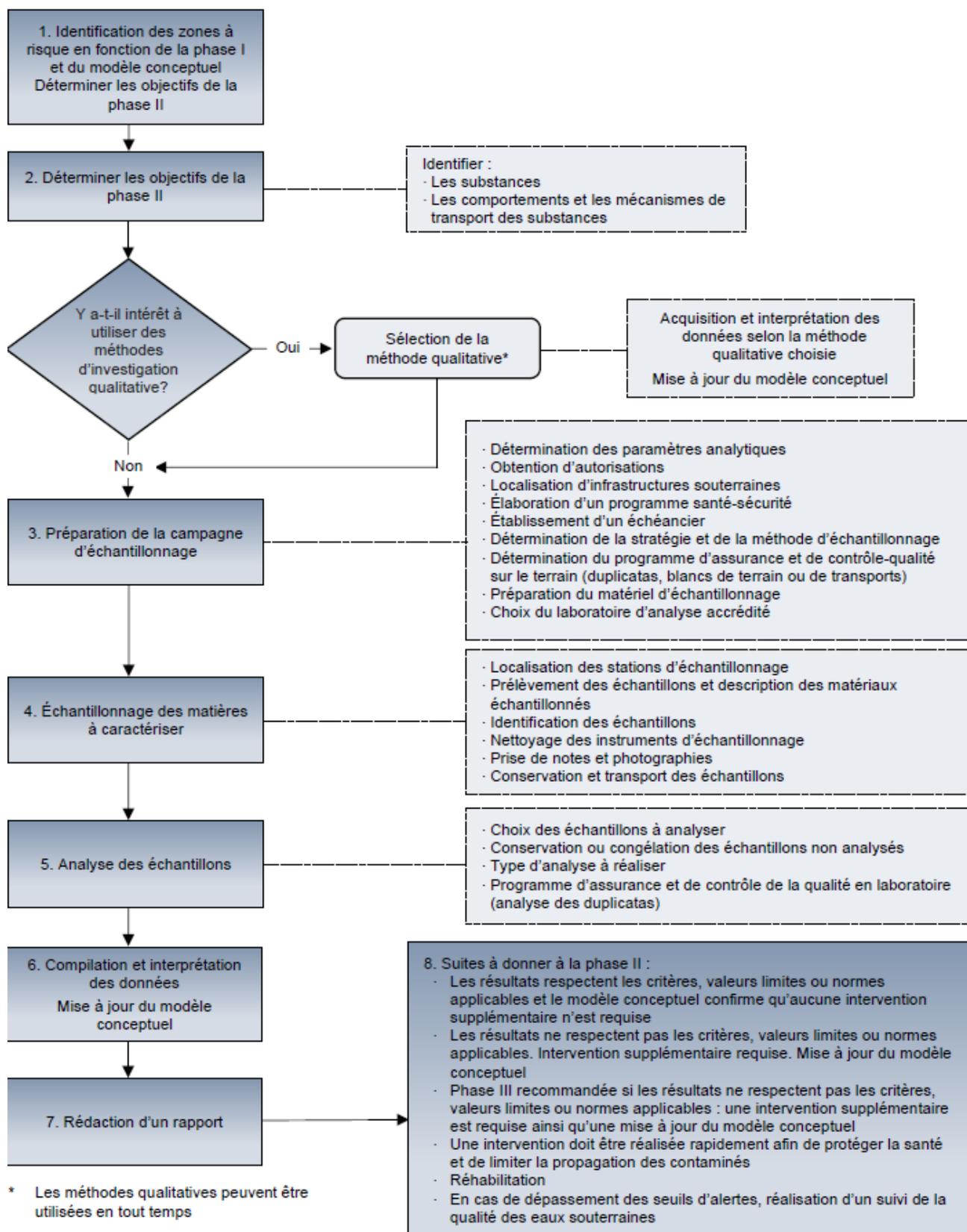
La préparation et la réalisation de la campagne d'échantillonnage comprennent plusieurs étapes, notamment l'obtention des autorisations applicables (propriétaire, municipalité, Ministère, etc.), la préparation du matériel d'échantillonnage, la détermination de la stratégie et de la méthode d'échantillonnage choisie ainsi que la description des matières présentes qui constituent le terrain. Une fois les échantillons prélevés, certains échantillons seront sélectionnés à des fins d'analyse par un laboratoire

accrédité par le Ministère. À noter que les méthodes analytiques retenues doivent avoir, dans la mesure du possible, des limites de détection adéquates afin de permettre une comparaison des résultats obtenus avec les critères, les valeurs limites réglementaires ou les normes applicables. Lors de la campagne d'échantillonnage, il est requis de prélever des échantillons représentatifs de l'état réel du terrain. Pour éviter de faire augmenter les coûts et les délais des travaux, le prélèvement d'échantillons devrait être fait à l'intérieur de la zone à risque et à une profondeur pertinente en fonction de la source potentielle de la contamination pour obtenir des données fiables.

Une fois la campagne d'échantillonnage terminée, l'interprétation des données doit être effectuée ainsi que la mise à jour du modèle conceptuel. Un rapport final doit présenter l'ensemble des étapes de la phase II et conclure sur les suites à donner à la phase II.

Il est recommandé d'avoir un haut niveau de précision lors de la phase II afin de bien orienter les étapes de caractérisation subséquentes (si requises) et, ainsi, minimiser les coûts de réhabilitation ou encore, pour certains cas, d'améliorer l'efficacité du traitement qui sera mis en place.

Figure 3 : Procédure à suivre lors de la phase II



4.2 Investigation qualitative

Les techniques d'investigation qualitative permettent la collecte de données de manière efficace, rapide et économique et, dans certains cas, permettent de prendre une décision rapide avec moins d'incertitude afin de localiser les zones à échantillonner. Ces techniques complémentaires aux techniques quantitatives d'échantillonnage présentent l'avantage d'être applicables à différentes étapes d'une étude de caractérisation, tout en offrant une vue d'ensemble du terrain. D'autres techniques fournissent des données en continu permettant de mieux comprendre la dynamique du milieu souterrain. Dans le cas de terrains de grandes dimensions pour lesquels les informations existantes ne permettent pas de cerner des zones à risque, ces techniques sont particulièrement utiles pour optimiser de façon technique et économique les démarches ultérieures.

Fournissant cependant des résultats qualitatifs ou semi-quantitatifs, ces techniques doivent être utilisées de façon complémentaire au prélèvement d'échantillons destinés à l'analyse au laboratoire. Elles **ne doivent pas remplacer l'analyse de l'échantillon par un laboratoire analytique accrédité lors d'une campagne d'échantillonnage du terrain**. En cas d'utilisation de ces méthodes d'investigation qualitative, il est important de fournir dans le rapport de caractérisation toutes les informations pertinentes, relatives au type d'appareil, à la méthodologie utilisée ainsi que les références.

Le texte qui suit fournit, à titre indicatif, une liste non exhaustive des techniques d'investigation qualitative les plus utilisées. Un tableau récapitulatif des techniques utilisées pour l'investigation qualitative est présenté à l'annexe 5. Les informations plus détaillées sur l'application de chaque technique dans le contexte d'une caractérisation de terrain pourraient être trouvées dans les fiches *Codes de bonnes pratiques : techniques alternatives d'investigation* de Bruxelles environnement, le *Code de bonne pratique* de l'Association regroupant les professionnels assurant ou utilisant des prestations dans le domaine de la géophysique appliquée (AGAP Qualité) ou la page Web Contaminated Site Clean-Up Information (CLU-IN) de l'Agence de protection de l'environnement des États-Unis (US EPA).

4.2.1 Techniques par mesures sur le terrain

L'utilisation des techniques par mesures sur le terrain au moyen d'appareils portables, de trousse d'analyse ou de sondes a plusieurs avantages. La simplicité d'utilisation et la rapidité de la mesure permettent d'obtenir des résultats instantanément et de faciliter la prise de décision rapide, ou de mieux sélectionner des points d'échantillonnage ou les échantillons à analyser au laboratoire. Lors de travaux de réhabilitation d'un terrain, par exemple, même si le prélèvement et l'analyse chimique des échantillons des parois et de fond sont requis pour confirmer l'atteinte de l'objectif de décontamination, l'utilisation de techniques par mesures sur le terrain (ex. : PID, Fluorescence X, trousse d'analyse pour les hydrocarbures pétroliers) peut améliorer le suivi de l'excavation et ainsi éviter le temps d'attente de l'analyse au laboratoire et la surexcavation.

Ces techniques offrent également la possibilité de multiplier le nombre de mesures de terrain, ce qui permet une meilleure évaluation de l'étendue de la contamination à faible coût. Certains équipements offrent la capacité de prendre des mesures en continu, permettant une meilleure compréhension de la dynamique du milieu.

Afin de répondre à l'intérêt grandissant pour les mesures sur le terrain, plusieurs techniques sont continuellement développées et testées pour différents groupes de substances (ex. : métaux, BPC, hydrocarbures pétroliers). Les sondes, les appareils portables ou les trousse d'analyse existants sont aussi constamment améliorés pour être de plus en plus rapides et précis.

Cependant, les techniques par mesures sur le terrain ne peuvent pas remplacer les méthodes analytiques de laboratoire pour les raisons suivantes :

- Les techniques par mesures sur le terrain détectent généralement un groupe de substances jusqu'à un certain niveau, mais pas des composés individuels. Par exemple, les mesures réalisées à l'aide d'un détecteur à photo-ionisation (PID) permettent de détecter la présence de substances

volatiles dans les sols, mais ne permettent pas de distinguer les types de composés tels que les solvants chlorés ou les hydrocarbures;

- Les mesures sur le terrain ne détectent pas toutes les substances présentes, si ces substances ne font pas partie de la gamme de détection de l'appareil ou de la trousse d'analyse. Par exemple, certains composés volatils ne seront pas détectés par PID si la puissance de la lampe à ionisation utilisée n'est pas adaptée au potentiel d'ionisation de ces substances;
- Le niveau de détection des techniques par mesures sur le terrain est souvent inférieur à celui du laboratoire, car ces techniques ne permettent pas, dans la plupart des cas, d'aller chercher toutes les formes de la substance. Le fait que ces techniques puissent détecter de façon suffisante des substances à des concentrations pouvant avoir des effets préoccupants pour la santé humaine est variable et dépend du type de substances en présence, des niveaux de concentration sur le terrain et de la technique retenue;
- Les mesures sur le terrain sont aussi assez sensibles aux interférences du milieu ambiant. Certains appareils sont sensibles à l'humidité ambiante ou à la présence d'autres substances. De plus, les résultats peuvent être sujets à des erreurs de calibration ou d'étalonnage.

Sachant que le domaine des techniques par mesures sur le terrain est en perpétuelle évolution, ce qui suit est une présentation sommaire des équipements utilisés de façon courante sur le terrain. Il est recommandé de contacter les fournisseurs d'instruments scientifiques pour avoir plus d'informations sur chaque équipement choisi.

- Spectroscopie fluorescence X (XRF – X-ray Fluorescence) : ces appareils mesurent des métaux et métalloïdes dans les sols ou les sédiments. Ils émettent le rayon X sur la surface de l'échantillon. Les électrons de la couche externe des atomes sont excités à un niveau supérieur grâce à l'énergie fournie. Ensuite, l'électron excité redescend à une forme plus stable, libérant une énergie unique (énergie d'excitation). Chaque élément donne un spectre de rayon X unique lors de cette phase. Le XRF compte le nombre de signaux émis par seconde. La surface du pic obtenu permet de connaître la concentration de l'élément dans l'échantillon. Les mesures peuvent être réalisées directement sur une paroi d'excavation ou dans un échantillon sur le terrain. Ces appareils peuvent être programmés pour effectuer des mesures selon l'élément ou la matrice, ou en fonction de la concentration. Les limites de détections sont variables selon l'élément;
- Trousse d'analyse colorimétrique/turbidimétrique : les trousse d'analyse contiennent des récipients, des réactifs et tout le matériel nécessaire pour effectuer des analyses sur le terrain. L'utilisation de la colorimétrie inclut deux étapes. La première consiste en l'extraction de la substance recherchée dans la matrice sol ou eau par un solvant adapté; un réactif spécifique à la substance est ajouté lors de la deuxième étape. La réaction entre le réactif et la substance concernée engendre un changement de couleur. L'intensité de la couleur est corrélée à la concentration de la substance recherchée et peut être interprétée visuellement ou par un équipement fourni avec la trousse. On peut citer comme exemple des trousse d'analyse d'hydrocarbures pétroliers (hydrocarbures totaux) ou de BPC (résultat semi-qualitatif > 50 mg/kg);
- Détecteur à photo-ionisation (PID – Photo-Ionisation Detector) : ces appareils sont largement utilisés pour la détection de la concentration totale des composés organiques volatils (COV) (sauf le méthane) dans les gaz du sol ou l'air ambiant. Ces détecteurs font passer le flux d'air dans une chambre d'ionisation équipée d'une lampe à ultraviolet (UV) et de deux électrodes soumises à une forte différence de potentiel. Les PID détectent tous les gaz qui ont un potentiel d'ionisation plus bas que la lampe à UV appliquée. Les mesures de PID sont qualitatives. Une conversion vers des valeurs quantitatives pour des éléments spécifiques n'est pas simple et n'est pas conseillée;
- Détecteur à ionisation de flamme (FID – Flame-Ionization Detector) : ces appareils permettent la mesure de la concentration de COV ionisés lorsqu'ils sont introduits dans une flamme alimentée par un brûleur air/hydrogène. Par application d'un champ électrique, les ions formés sont collectés et le courant mesuré est proportionnel au nombre de liaisons C-H introduites dans la flamme, autrement dit, à la concentration de l'élément. Tout comme les PID, les analyseurs détecteurs FID

fournissent des concentrations totales d'un groupe de composés organiques, mais pas les concentrations des substances individuelles;

- Chromatographe mobile en phase gazeuse (GC-Mobile) : c'est un analyseur portable qui permet de mesurer les COV dans les échantillons de sols ou de l'eau, ou directement dans la phase gazeuse du sol. Il y a des GC mobiles de laboratoire, qui peuvent être placés dans un camion de mesure ou une roulotte de chantier (laboratoire mobile), et le GC mobile de terrain, qui est une trousse de terrain portatif;
- Sondes multiparamètres : les sondes multiparamètres mesurent des paramètres physicochimiques de l'eau (ex. : pH, conductivité, potentiel redox, O₂ dissous, température). Étant associés à la présence de certaines substances ou de réaction dans l'eau, ces paramètres permettent la surveillance d'une nappe aux fins de dépistage ou de suivi. Cette sonde peut aussi être utilisée pour les analyses rapides de sol ou de sédiment en suspension sur le terrain.

4.2.2 Techniques de poussée directe

Les techniques de poussée directe sont aussi appelées les techniques de fonçage. Il s'agit d'une famille de techniques qui consistent à enfoncer dans le sol, par action mécanique (ex. : battage, vibration, pression), une sonde au moyen de laquelle il est possible de mesurer, en temps réel et avec lecture directe à l'avancement, des paramètres physiques et chimiques caractérisant le sol (ADEME, 2014).

Ces techniques sont semblables aux techniques par mesures sur le terrain. La seule différence réside dans la mesure réalisée directement dans le forage (Wallonie Environnement, 2018).

Les plateformes de poussée directe (Direct Push Drilling) permettent aussi de récupérer des échantillons de sol destinés à l'analyse en laboratoire. Les trous de forage peuvent être convertis en puits d'observation pour la caractérisation des eaux souterraines ou des gaz du sol.

L'information en continu récoltée avec des techniques de poussée directe permet de mieux comprendre la dynamique du milieu souterrain. Elle fournit également des profils verticaux des concentrations estimées. Avec la possibilité de fournir des données en temps réel avec une haute densité de données, des techniques de poussée directe sont actuellement appliquées à la caractérisation de site en haute résolution (haute densité de mesures) permettant d'augmenter l'efficacité des stratégies de réhabilitation (Sweet B, 2016).

L'utilisation des techniques de poussée directe est toutefois limitée au sol meuble. De plus, étant équipées de dispositifs de détection ressemblant à ceux des techniques par mesures sur le terrain, les techniques de poussée directe éprouvent les mêmes limites que celles des techniques par mesures sur le terrain listées ci-dessus. Les techniques de poussée directe ne peuvent donc pas se substituer aux analyses d'échantillons en laboratoire.

Les paramètres détectés par les sondes couramment utilisées sont les suivants :

- Conductivité électrique (CE) : la technique de poussée directe utilisant la conductivité électrique émet un courant donné dans le sol. Les mesures de voltage sont ensuite converties en données de conductivité en millisiemens par mètre (ms/m). Cette information sert à caractériser la stratigraphie des lieux et la quantité des matières dissoutes totales dans les eaux souterraines. Pour avoir une idée, la conductivité de l'argile est plus élevée que celle du sable. La conductivité des eaux souterraines contaminées d'une substance saline est plus élevée que celle des nappes non contaminées. Cette sonde est normalement intégrée à une autre sonde telle qu'OIP, LIF ou MIP décrites ci-dessous;
- Pression hydrostatique (HPT – Hydraulic Profiling tool) : la technique de poussée directe utilisant le profilage hydraulique achemine de l'eau souterraine par la tête de la sonde afin de mesurer la pression hydrostatique. Cette mesure permet d'avoir une compréhension sur des propriétés du milieu qui ont une incidence sur la mobilité et la distribution des substances. Étant en corrélation avec la perméabilité du milieu, cette mesure permet également de calculer la pression requise pour

l'injection de produits de traitement en cas de réhabilitation *in situ*. L'utilisation combinée de l'outil HPT et de la sonde CE aide à délimiter des panaches ioniques et la stratigraphie, à définir des voies de migration des contaminants et à mieux planifier l'assainissement;

- Concentration en HAP (OIP – Optical Image profiler) : la sonde OIP aide à délimiter l'étendue d'une contamination due aux huiles et aux hydrocarbures pétroliers non aqueux (NAPL) par l'intermédiaire de la concentration d'HAP dans ces produits. La fluorescence des HAP provoquée par une lampe UV est capturée par une caméra. Les images de la fluorescence indiquent la présence d'une contamination en HAP en fonction de la profondeur sondée. La sonde est également équipée d'un dipôle de mesure de la conductivité électrique (EC);
- Concentration en substances organiques (LIF – Laser Induced Fluorescence) : les techniques LIF détectent les substances organiques, soit les hydrocarbures pétroliers en phase libre, les BTEX et les HAP. Le principe de fonctionnement consiste à échauffer les substances en question par laser. La fluorescence générée est en corrélation avec la teneur des substances;
- Concentrations en COV (MIP – Membrane Interface Probe) : dans le cas des MIP, quand la sonde est mise en contact avec le sol et son eau interstitielle, les substances organiques sont chauffées par une plaque conductrice (100-1200 °C). Le gaz généré est ensuite mesuré par des détecteurs de types PID ou FID. Ces techniques s'appliquent à détecter les hydrocarbures volatils et les solvants chlorés (ADEME, 2014) ainsi qu'à mesurer la conductivité électrique.

Figure 4 : Principe de fonctionnement des techniques de poussée directe (Source © Geoprobe)

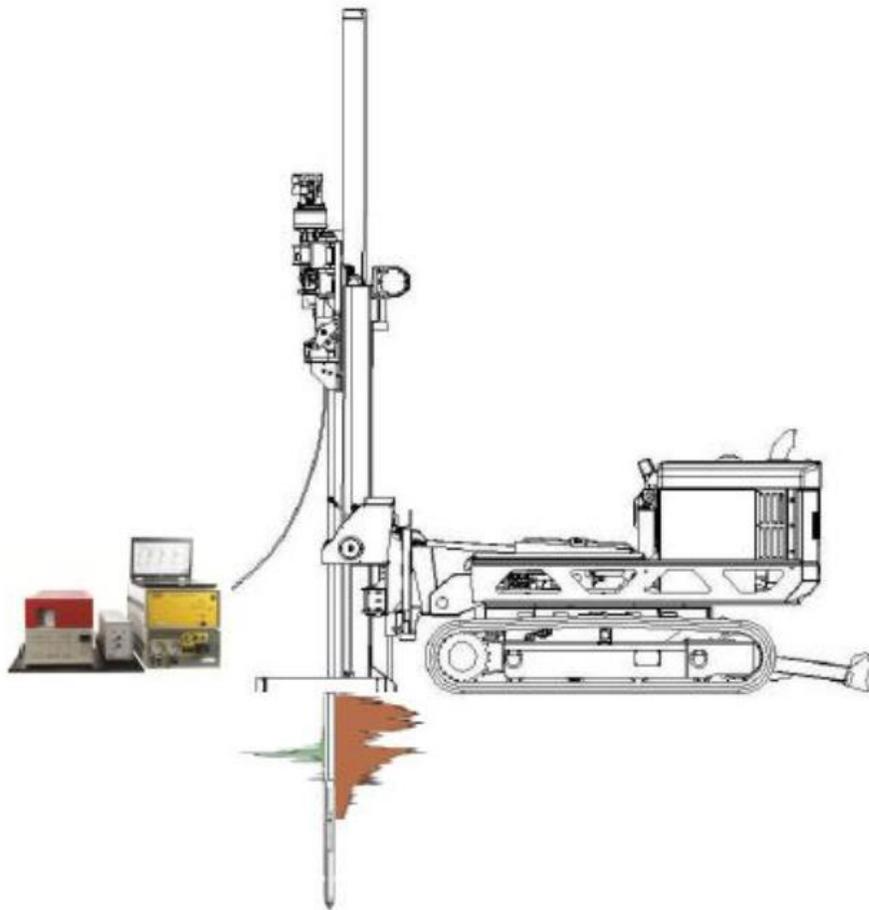
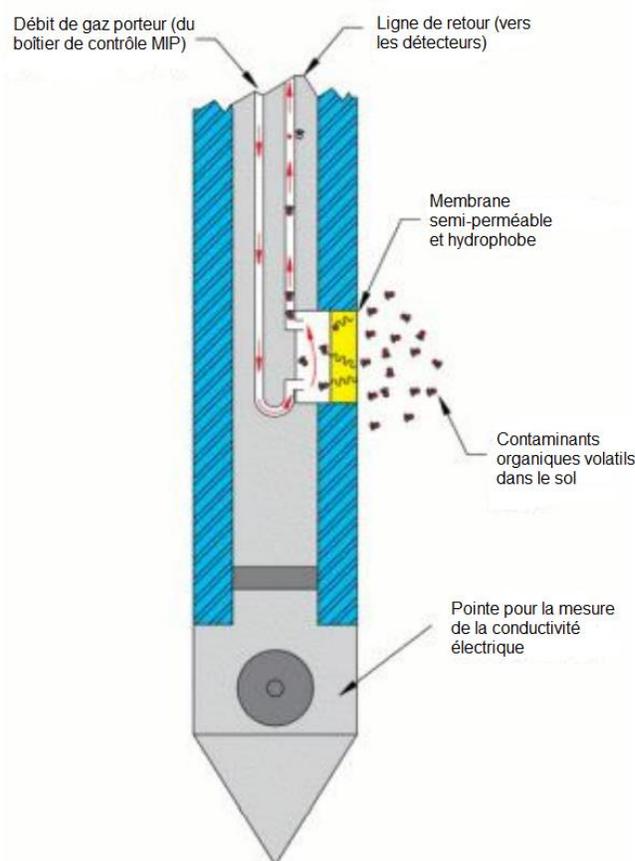


Figure 5 : Principe de fonctionnement de la sonde MIP (source : © Geoprobe)



4.2.3 Les techniques géophysiques

La géophysique est l'application des principes de la physique à l'étude de la Terre. Dans le domaine de la caractérisation environnementale de terrain, les techniques géophysiques traitent des mesures indirectes des propriétés physiques du milieu sous la surface et des infrastructures ou des secteurs perturbés qui s'y trouvent. Certaines techniques géophysiques, telles que l'électromagnétisme, le magnétisme ou la résistivité électrique, prennent des mesures électriques, magnétiques ou de conductivité électrique afin de détecter des anomalies qui peuvent être reliées, par exemple, à la présence d'un panache de contamination, d'une zone de matières résiduelles enfouies ou de réservoirs souterrains abandonnés. Ainsi, un panache de contamination se trouvant à une certaine profondeur peut, dans certains cas, être détecté et délimité grâce à une technique géophysique (ex. : électromagnétique) qui mesure le contraste de conductivité du panache par rapport au milieu environnant. D'autres technologies, telles que la réfraction ou résonance-TISAR ou encore le géoradar, ne peuvent pas détecter directement la présence de contaminants, mais sont des instruments efficaces pour repérer les lithologies en profondeur et les chemins préférentiels pour la migration des contaminants (USEPA, 2000).

Les techniques géophysiques peuvent être appliquées de façon aéroportée, en surface ou à partir des puits de forage. Les équipements géophysiques peuvent être couplés à un système de géolocalisation par satellites (GPS-Global Positioning System) pour acquérir simultanément des données géophysiques et l'emplacement précis de chaque point de données.

L'intérêt des techniques géophysiques est la capacité de couvrir des surfaces importantes à moindre coût. Elles fournissent une compréhension globale de l'infrastructure souterraine et des strates de la zone. Cette compréhension aide à identifier les lieux d'échantillonnage représentatifs ou vient compléter l'information

très localisée tirée d'une carotte ou d'un échantillon d'eau. De plus, les techniques géophysiques tentent de décrire une cible sans qu'il y ait pénétration physique de matières. Cette possibilité revêt une importance particulière lorsque des matières présentes dans les sols sont dangereuses pour les foreurs ou que la pénétration risque d'aggraver la situation, tel le cas d'un site nucléaire ou d'un terrain avec la présence de liquide immiscible dense (LID) pouvant migrer par le trou de forage jusqu'à des couches non contaminées.

Dans la caractérisation des terrains contaminés, les techniques géophysiques sont développées principalement pour les applications suivantes :

- Recueillir de l'information stratigraphique, identifier les zones potentiellement contaminées ou les chemins préférentiels pour la migration des contaminants afin de choisir de façon optimale des points de sondage;
- Établir l'extension du panache de contamination;
- Établir l'étendue des lieux d'enfouissement de matières résiduelles;
- Rechercher des réservoirs, des citernes ou des barils enfouis;
- Rechercher des matériaux explosifs enfouis;
- Surveiller l'évolution d'un panache de contamination : suivi du déplacement du panache en fonction du temps ou suivi de l'efficacité d'un traitement *in situ*.

Malgré toutes ces possibilités, l'utilisation des techniques géophysiques reste encore très limitée par rapport aux techniques intrusives. Le succès de ces techniques dépendra de plusieurs facteurs : les concentrations des substances, la profondeur des cibles, la formation stratigraphique ou hydrostratigraphique du milieu, la technique géophysique choisie et la complexité du terrain. Puisque les levés géophysiques sont sensibles à des interférences, leur interprétation est difficile et nécessite la compétence de géophysiciens expérimentés. Souvent, la combinaison de différentes techniques géophysiques est recommandée. Par exemple, sur une friche industrielle, outre la contamination du sol, le terrain peut contenir des infrastructures de différents types et tailles : le béton armé, les réservoirs de stockage souterrains, les lignes électriques, les vides et les tuyaux. Dans un tel cas, le géoradar (ground penetrating radar-GPR) peut être utilisé pour distinguer les tuyaux en métal, en PVC ou les structures en béton souterraines et les petits vides. Les techniques magnétiques et électromagnétiques peuvent être utilisées pour localiser les lignes électriques enterrées, des tuyaux et des réservoirs. La technique de la résistivité électrique peut être utilisée pour cartographier les panaches, les voies de contamination et leurs relations avec la nappe phréatique.

La géophysique est plus efficace lorsqu'elle est combinée avec une campagne de sondages, permettant ainsi de vérifier directement les anomalies détectées et de raffiner l'interprétation des informations.

Ce qui suit est une brève présentation de quelques techniques géophysiques les plus utilisées dans le domaine de la caractérisation environnementale de terrain. Pour une meilleure analyse, le professionnel doit avoir accès aux rapports de caractérisation préalablement à son interprétation des données géophysiques.

Électromagnétisme

Les levés électromagnétiques mesurent les changements de conductivité électrique des couches de sol sous la surface, causés par la présence des fluides, des métaux et de différents types de sols. La conductivité des matériaux métalliques enfouis et de certains panaches d'eau souterraine contaminée contraste beaucoup avec celle du milieu environnant et peut être détectée. Différents milieux géologiques peuvent également être reconnus d'après leur conductivité électrique propre. Pour ces raisons, parmi toutes les techniques géophysiques, celle de l'électromagnétisme est probablement la plus utilisée dans la reconnaissance des terrains contaminés grâce à sa rapidité d'exécution et aux faibles coûts associés.

La technique électromagnétique consiste à induire des courants dans le sol à l'aide d'un champ électromagnétique primaire généré à la surface. Ces courants induisent à leur tour un champ électromagnétique secondaire dans le sol et sont détectés à la surface par un appareil de mesure qui détermine la conductivité électrique du sol dont les variations traduisent les hétérogénéités et les variations de composition du sol (ex. : lentilles de sable ou d'argile, panache de contamination). Cette technique permet de localiser des objets métalliques ou des structures de béton enfouies, des zones de contamination dans les sols (ex. : hydrocarbure, acide, métal lourd) ainsi que de déterminer les limites d'une zone de remblais.

Les mesures électromagnétiques sont cependant sensibles aux interférences électriques, comme des lignes électriques aériennes, des clôtures métalliques ou des conduites métalliques enterrées.

Électromagnétisme de hautes fréquences (géoradar)

Le principe de fonctionnement du géoradar est basé sur la propagation d'ondes électromagnétiques de hautes fréquences. Une antenne émettrice émet une onde électromagnétique qui traverse les couches sous la surface. L'onde se propage et descend vers le bas jusqu'à atteindre un objet ou un substrat ayant des propriétés électriques différentes de celles du milieu environnant. L'onde réfléchi par des objets souterrains revient sur la surface et est détectée par l'antenne réceptrice. Le radar enregistre le temps que prend le signal transmis à être capté. La période est corrélée à la profondeur de l'obstacle. Les résultats sont présentés sous forme de profils (radargrammes) où les niveaux décelés apparaissent aux profondeurs correspondantes. Cette technique permet de déterminer la stratigraphie du sol et la profondeur du roc et de détecter des discontinuités (ex. : litage, faille, fracture) ainsi que des infrastructures enfouies (ex. : réservoir, tuyau métallique ou non métallique). Elle peut aussi être utilisée pour la détermination du niveau de la nappe phréatique et pour l'évaluation du panache de contamination dans le cas d'un contaminant conducteur (ex. : perchloroéthylène, pentachlorophénol ou créosote) (ITRC, 2000, et U.S. EPA, 2004).

Cependant, l'efficacité du radar est grandement affectée par les sols humides et conductibles, tels que l'argile. Ces derniers limitent la pénétration de l'onde.

Magnétométrie

Les relevés magnétométriques (MAG) permettent d'enregistrer le champ magnétique total, c'est-à-dire la somme des champs magnétiques créés par tous les matériaux conducteurs, incluant le champ magnétique terrestre. Par exemple, un objet ferreux (ex. : tuyau, réservoir, baril) enfoui génère un champ magnétique qui modifie le champ magnétique terrestre à un endroit donné. En enregistrant le champ magnétique total selon un quadrillage, il est possible de quantifier les variations que le champ magnétique terrestre a subies. Les données de l'intensité du champ magnétique total et celles de son gradient vertical sont alors soumises à un traitement informatique, puis présentées sous forme de profils ou de cartes permettant de localiser certaines anomalies magnétiques. Les relevés MAG sont particulièrement utiles pour la recherche des objets typiques des friches industrielles ou militaires, tels que des réservoirs, des conduites, des fondations, des puits abandonnés ou des obus non explosés.

Les levés magnétométriques sont sensibles aux masses magnétiques et aux courants électriques.

Résistivité électrique

Tandis que les techniques magnétiques, électromagnétiques et par géoradar sont principalement utilisées pour localiser des infrastructures telles que des réservoirs ou une dalle de béton, les techniques géophysiques de résistivité conviennent mieux à la localisation et à la délimitation de contaminants souterrains. Les études de résistivité portent sur la manière dont le courant électrique circule dans les sols et les roches, et sur les endroits où le courant peut être inhibé ou conduit.

La résistivité électrique se base sur la résistance qu'opposent les terrains naturels au passage d'un courant électrique. Cette technique consiste à induire un courant électrique dans le sol au moyen de deux

électrodes de surface et à mesurer une différence de potentiel entre une seconde paire d'électrodes afin de déterminer la résistivité du matériel. Les résultats sont présentés sous forme de profils ou de carte. Cette technique permet l'évaluation de panaches de contamination et le suivi de la qualité de l'eau souterraine.

Cependant, les études de résistivité sont efficaces seulement pour la détection et la limitation des panaches de contaminants qui présentent un contraste électrique suffisant entre les matériaux non contaminés environnants et le contaminant. En effet, un contaminant conducteur, dans un sol conducteur (ex. : argile), ne sera pas perceptible. À l'opposé, un contaminant résistif pourrait être détecté à condition que les matériaux environnants soient conducteurs. Par exemple, les panaches de matières résiduelles radioactives riches en nitrates et autres contaminants salins.

4.2.4 La télédétection

La télédétection regroupe l'ensemble des connaissances et des techniques utilisées pour l'observation, l'analyse, l'interprétation et la gestion de l'environnement à partir de mesures et d'images obtenues à l'aide de plateformes aéroportées, spatiales, terrestres ou maritimes. Les techniques les plus courantes sont la photographie aérienne monochrome et couleur, la photographie aérienne par infrarouge, la photographie aérienne par ultraviolet et les images LiDAR (Light Detection and Ranging) qui permettent notamment l'identification de sites d'enfouissement.

Dans le cas des terrains de grande superficie, la télédétection peut apporter une aide à la décision pour l'implantation de sondages et pour obtenir une image plus ou moins précise d'une zone problématique. Toutefois, l'application de cette technique dans la reconnaissance des terrains contaminés est limitée, car il faut que la zone contaminée offre un contraste spectral suffisant avec le sol environnant.

4.3 Échantillonnage

Lorsque la phase I et le modèle conceptuel identifient une ou des zones à risque, il est requis de vérifier la présence de contaminants potentiels en effectuant une campagne d'échantillonnage. La section 4.3.1 présente les étapes générales d'une campagne d'échantillonnage, incluant la préparation avant d'aller sur le terrain tant pour les autorisations que pour le matériel et l'équipement requis pour procéder à l'échantillonnage en fonction des paramètres à analyser. Cette section détaille également les généralités entourant les travaux de terrains.

Les sections 4.4 à 4.10 présentent les particularités liées aux stratégies et méthodes d'échantillonnage en fonction des matières qui constituent un terrain potentiellement contaminé. L'échantillonnage de ces matières doit être réalisé conformément au présent guide de caractérisation. Cette uniformisation des pratiques va permettre l'obtention de résultats fiables et représentatifs de l'état réel du terrain.

4.3.1 Étapes d'une campagne d'échantillonnage

La présente section décrit les différentes étapes qui devraient être réalisées avant, pendant et après la campagne d'échantillonnage. Cette section s'applique principalement aux méthodes d'investigation quantitative, mais les principes de base peuvent également s'appliquer aux méthodes qualitatives discutées à la section précédente (section 4.2).

4.3.1.1. Obtention d'autorisation

Avant de commencer les travaux d'échantillonnage, il est requis d'obtenir toutes les autorisations nécessaires auprès des personnes ou organismes concernés (propriétaire du terrain, municipalité, locataire, Ministère, etc.).

4.3.1.2. Localisation d'infrastructures souterraines

Une recherche doit être effectuée afin de connaître l'emplacement de structures souterraines dans la zone des travaux, particulièrement si l'utilisation de pelles hydrauliques ou de foreuses est prévue. Le service Info-Excavation doit être contacté pour localiser les structures souterraines. Il est également possible de recourir à des entreprises privées spécialisées pour localiser les infrastructures souterraines. Il est fortement recommandé de contacter les services publics de la municipalité ainsi que le propriétaire du terrain afin de repérer toutes les entrées et sorties de services des bâtiments ou infrastructures souterraines.

4.3.1.3. Élaboration d'un programme de santé-sécurité

Il est nécessaire de définir et d'évaluer les risques avant d'effectuer les travaux et de prévoir des moyens de protection. Des risques pour la santé et la sécurité des travailleurs effectuant le prélèvement des échantillons peuvent être associés à la présence de substances sur le terrain, d'espèces végétales ou animales, d'infrastructures de surface ou encore à la présence de personnes. Pour l'élaboration d'un programme de santé-sécurité, tenir compte des recommandations de la Commission des normes, de l'équité, de la santé et de la sécurité du travail (CNESST) ainsi que des éléments énoncés dans le [Guide d'échantillonnage à des fins d'analyses environnementales – Cahier 1 : Généralités](#).

4.3.1.4. Établissement d'un échéancier

Lors de la préparation d'une campagne d'échantillonnage, il est important de planifier un échéancier des travaux, présentant notamment la séquence prévue des travaux, les principales étapes, le nombre de jours prévus pour l'échantillonnage des différentes matières, les dates de réalisation, la détermination des paramètres et méthodes analytiques pertinentes et le nom des personnes responsables de ces travaux.

4.3.1.5. Détermination des paramètres analytiques

Le choix des paramètres à analyser lors de la phase II est basé sur les informations existantes (historique du terrain et études antérieures). Lorsque la nature ou l'origine d'une substance retrouvée dans l'environnement est inconnue ou s'il n'existe pas de renseignements précis sur le type de contaminants ou d'activités réalisées, il est recommandé, dans un premier temps, de recourir à des analyses qui offrent le dosage d'un large éventail de substances, comme les composés organiques volatils et semi-volatils, et un balayage des métaux. Il faut cependant savoir que ces méthodes ont parfois des limites de détection plus élevées que celles des méthodes spécifiques, surtout dans le cas des composés organiques comme les HAP et que, par conséquent, le recours à l'analyse individuelle des paramètres est souvent nécessaire. Les paramètres d'analyse ayant présenté des concentrations supérieures aux teneurs de fond établies dans le [Guide d'intervention](#) lors de la phase II doivent être considérés lors de la phase III. De plus, la présence de certains paramètres au-delà des critères ou normes applicables lors de la phase II peut déclencher la réalisation de nouvelles analyses ou essais pour des paramètres particuliers, tels que le soufre ou les composés sulfurés (ex. : test de potentiel de génération d'acide dans les sols). Finalement, dans certains cas, il est pertinent d'identifier les produits de dégradation potentiels (ex. : en présence de perchloroéthylène et de trichloroéthylène, les produits de dégradation, soit le dichloroéthylène et le chlorure de vinyle, devraient être analysés). À noter également que certains résultats ne peuvent être interprétés adéquatement sans l'analyse d'autres paramètres (pH, dureté, etc.). À titre d'exemple, pour plusieurs métaux, les critères de qualité des eaux souterraines varient en fonction de la dureté de l'eau du cours d'eau récepteur. Aussi, pour certains paramètres comme les HP C₁₀-C₅₀, la concentration mesurée peut être surestimée en présence d'un sol riche en matière organique. Pour ce dernier cas présenté, la fiche technique 4 du [Guide d'intervention – Protection des sols et réhabilitation des terrains contaminés](#) qui porte sur l'interprétation des résultats de C₁₀-C₅₀ dans des sols riches en matières organiques d'origine non pétrolière présente comment interpréter de tels résultats.

En fonction des activités industrielles réalisées sur un terrain, l'annexe 1 présente une liste de substances potentiellement présentes par secteur d'activités industrielles susceptibles de contaminer l'environnement. Voir ci-dessous une liste non exhaustive détaillant quelques paramètres pouvant être analysés lors de la

phase II de caractérisation. À noter que l'annexe 1 du guide présente les paramètres analytiques qui devraient être analysés dans les différentes matières d'un terrain ayant supporté des activités industrielles potentiellement contaminantes pour le milieu récepteur.

A) Métaux et métalloïdes

Lorsque la phase I identifie une problématique en métaux et métalloïdes d'origine anthropique, il est recommandé en phase II de procéder à un balayage qui inclut l'analyse de tous les métaux et métalloïdes mentionnés dans les annexes I et II du [Règlement sur la protection et la réhabilitation des terrains](#) (RPRT). Il est important de noter que les paramètres listés dans ces annexes sont généraux et peuvent ne pas être suffisants dans certains cas. Par exemple, la caractérisation d'un terrain industriel supportant ou ayant supporté des activités particulières peut nécessiter l'ajout de métaux ou métalloïdes particuliers. Il est donc requis que le professionnel chargé de l'étude fasse des liens avec les métaux associés au type d'activité réalisée sur le terrain à l'étude, également sur les terrains avoisinants qui sont identifiés lors de la phase I de l'étude de caractérisation. Un tel balayage des différentes matières caractérisées qui constituent le terrain permet de déterminer les paramètres problématiques qui doivent être sélectionnés spécifiquement lors d'analyses complémentaires advenant la réalisation d'une phase III.

Il est recommandé de préciser au laboratoire la forme des métaux recherchés (totaux, extractibles, solubles à l'acide ou dissous) afin que soit utilisée la bonne minéralisation ou extraction de l'échantillon et que les résultats soient comparables d'un laboratoire à l'autre.

Les échantillons solides

- La méthode d'analyse pour les métaux extractibles totaux avec les acides nitriques et chlorhydriques doit être utilisée pour l'analyse des **sols** pour s'assurer qu'un terrain n'émet pas dans l'environnement des métaux toxiques;
- Trois méthodes sont fréquemment utilisées pour extraire les métaux d'un échantillon de **sédiment**. La méthode « des métaux totaux » utilise l'acide fluorhydrique. La méthode « des métaux extractibles totaux » a recours à l'acide nitrique et à l'acide chlorhydrique. Enfin, la méthode « des métaux extractibles au HCl » emploie l'acide chlorhydrique 1N pour solubiliser les métaux. Se référer au [Guide de caractérisation physico-chimique et toxicologique des sédiments](#) du MDDELCC et d'Environnement et changement climatique Canada (MDDELCC et ECC, décembre 2016). Lorsqu'une gestion en milieu terrestre est prévue pour les sédiments, la méthode d'analyse « métaux extractibles totaux » doit être utilisée sauf pour le mercure, lequel nécessite la méthode d'analyse « métaux totaux »;
- Les matières résiduelles, mélangées ou intercalées aux sols et qui sont prélevées dans les sondages, doivent d'abord être analysées pour déterminer si elles sont des déchets biomédicaux selon le *Règlement sur les déchets biomédicaux* ou, si elles sont des matières dangereuses ou des matières assimilables à de telles matières, selon le *Règlement sur les matières dangereuses* (RMD) ou si, n'étant pas des matières dangereuses au sens strict du RMD, elles exhibent une propriété de dangerosité selon l'article 3 ou 4 de ce règlement, ou encore si elles contiennent de l'amiante. Pour déterminer si elles peuvent être laissées en place ou réutilisées sur place lors de la réhabilitation d'un terrain dans une optique de les valoriser une fois excavées, les matières résiduelles doivent ensuite être analysées et classées en fonction des exigences spécifiques des différentes lignes directrices et guides publiés par le Ministère pour la valorisation de ces matières selon leur nature et leurs caractéristiques. Par exemple, le [Guide de valorisation des matières résiduelles inorganiques non dangereuses de source industrielle comme matériau de construction](#), le [Guide relatif à la construction sur le terrain d'un lieu d'élimination de matières résiduelles désaffecté](#) (pour évaluer le risque relatif aux biogaz) et également, pour les matières granulaires résiduelles, les [Lignes directrices relatives à la valorisation de résidus de béton, de brique, d'enrobé bitumineux, du secteur de la pierre de taille et de la pierre concassée résiduelle](#) et du *Règlement concernant la valorisation de matières résiduelles* (RVMR). D'autres lignes directrices ou guides encadrant la gestion des matières résiduelles sont disponibles sur le site Web du Ministère. À cet

effet, se référer à la page Web concernant la valorisation des matières résiduelles non dangereuses et à celle concernant les matières résiduelles fertilisantes;

- La méthode d'analyse pour les métaux extractibles totaux doit également être utilisée pour **le béton, la brique, les enrobés bitumineux, la pierre concassée et les résidus de la pierre de taille.**

Autres domaines d'application :

- La méthode d'analyse pour les métaux totaux est réalisée en **minéralogie** ou pour identifier un échantillon inconnu dans le but de déterminer la composition chimique d'un solide;
- La méthode d'analyse Mehlich III est requise pour les métaux pour le **secteur agricole.**

Les échantillons liquides ou aqueux

- Les métaux dissous sont analysés dans les **eaux souterraines et les eaux de surface;**
- Les métaux solubles à l'acide sont analysés dans les **eaux souterraines, l'eau potable** et dans certains cas particuliers afin de s'assurer du respect de certains règlements;
- Les métaux extractibles totaux sont analysés dans **les eaux de surface et pour d'autres types d'échantillons, comme les effluents industriels, les eaux usées ou l'eau de fossés situés en bordure de sites industriels.**

Pour plus de détails concernant le type d'analyse à réaliser pour les métaux, consulter le document [Terminologie recommandée pour l'analyse des métaux](#) du Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec (CEAEQ).

B) Hydrocarbures

Les hydrocarbures peuvent être d'origine et de composition très variées. Les sections suivantes présentent les particularités associées aux hydrocarbures d'origine pétrolière et non pétrolière (biogénique). Dans la section des hydrocarbures d'origine pétrolière, des précisions sont données lorsque les hydrocarbures sont associés à la présence d'enrobé bitumineux.

B.1) Hydrocarbures d'origine pétrolière

Les hydrocarbures d'origine pétrolière peuvent être de compositions variées selon leur origine, le type de raffinage et leur niveau de dégradation. Le tableau 2 présente les paramètres pertinents à vérifier en fonction du type de produit pétrolier présent.

Tableau 2 : Paramètres pertinents à vérifier en fonction du type de produit pétrolier

Produit pétrolier	Paramètre
Essence	BTEX* (ajouter HAP pour l'essence dégradée)
Diesel	HP C ₁₀ -C ₅₀ , BTEX, HAP
Huile à chauffage (mazout domestique)	HP C ₁₀ -C ₅₀ , BTEX, HAP
Carburéacteur (Jet fuel A, kérosène)	HP C ₁₀ -C ₅₀ ,
Carburéacteur (Jet fuel) B	HAM
Mazout industriel, bunker, bitume	HP C ₁₀ -C ₅₀ , HAP
Huile à moteur	HP C ₁₀ -C ₅₀ , HAP, métaux ¹ (ajouter BTEX pour les huiles à moteur usées)
Huile hydraulique	HP C ₁₀ -C ₅₀ , HAP, HAM, métaux ¹
Huile isolante minérale	HP C ₁₀ -C ₅₀ , BPC ²
Pétrole brut	HP C ₁₀ -C ₅₀ , HAM, HAP
Goudron ou coaltar	HP C ₁₀ -C ₅₀ , HAM, HAP (composés phénoliques non chlorés ^{**})

BTEX : benzène, toluène, éthylbenzène, xylène.

HAM : hydrocarbures aromatiques monocycliques.

HAP : hydrocarbures aromatiques polycycliques.

* Dans certains cas des additifs tels que les méthyles t-butyle éther (MTBE), le tert-butyl alcohol (TBA), dibutyl alcohol (DBA). Analyser le Pb si présence d'essence au plomb.

** Présence notée dans la littérature, mais non quantifiée.

1. Analyse des métaux pour les huiles usées (cadmium, chrome, nickel, plomb, manganèse, zinc).

2. BPC : si présence confirmée par la phase I.

Le dosage des hydrocarbures pétroliers C₁₀ à C₅₀ est un paramètre intégrateur intéressant qui ne dispense pas de l'obligation de procéder à l'analyse d'autres paramètres en lien avec les produits pétroliers, comme présenté dans le tableau ci-dessus. Dans certains cas, il peut être requis, lors de la phase II, de procéder à l'identification de produits pétroliers (IPP). Cependant, cette vérification est plus couramment effectuée lors de la phase III (voir section 5.2.4), notamment pour vérifier s'il s'agit d'une contamination récente ou pour aider à déterminer de façon quantitative la source d'une contamination.

B.2) Hydrocarbures associés à la présence de liants hydrocarbonés (enrobé bitumineux et goudron)

Les composés d'enrobé bitumineux ou de charbon présents dans des remblais historiques peuvent présenter des concentrations en hydrocarbures pétroliers C₁₀-C₅₀ à la suite de leurs analyses. Il peut être requis de faire la démonstration que la présence d'une contamination en hydrocarbures pétroliers C₁₀-C₅₀ est reliée à la présence d'enrobé bitumineux ou de charbon en relation avec la présence d'hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) et non de distillats de pétrole (ex. : carburants). Dans ce cas, il est requis de demander au laboratoire de réaliser des profils chromatographiques pour démontrer clairement que les hydrocarbures pétroliers C₁₀-C₅₀ détectés ne sont pas des distillats du pétrole et/ou qu'ils ne sont pas liés à de l'équipement pétrolier.

B.3) Hydrocarbures d'origine non pétrolière (biogénique)

Les sols à forte teneur en matières organiques (compost, terreau, tourbe), lorsqu'ils sont analysés pour les hydrocarbures pétroliers C₁₀-C₅₀ (HP), peuvent mener à une surestimation de la concentration mesurée. En effet, les sols riches en composés organiques naturels peuvent contenir entre autres des hydrocarbures qui ne sont pas d'origine pétrolière (hydrocarbures biogéniques), mais qui interfèrent dans la région

chromatographique C₁₀-C₅₀, en dépit des étapes de purification que requiert la méthode analytique. Cette possibilité fait que certains résultats peuvent s'avérer de faux positifs. En présence de sols ayant une forte teneur en matière organique, il est requis d'aviser le laboratoire qui fera l'analyse. Ce dernier peut alors effectuer une purification supplémentaire lors de l'extraction. La [Fiche technique n° 4 – L'interprétation de résultats de C₁₀-C₅₀ dans des sols riches en matières organiques d'origine non pétrolière](#) présente une façon de démontrer la présence de faux positifs et de réaliser une interprétation éclairée des résultats.

C) Soufre total

En raison de la problématique particulière qu'il présente, le soufre n'est pas visé par les annexes I et II du RPRT, puisque cette substance n'est pas problématique pour la santé humaine et qu'elle ne pose pas de risque pour les écosystèmes. Cependant, comme la présence de soufre dans les sols peut mener à la production d'acide sulfurique ou de sulfure d'hydrogène, il est requis de prévoir la réalisation de tests de potentiel de génération d'acide si les résultats indiquent un dépassement du critère C pour le soufre total (établi à 2000 mg/kg) du [Guide d'intervention](#). Ce test permet d'acquérir des données pertinentes qui guideront la gestion subséquente des sols. Les détails de la procédure sont présentés dans la [Fiche technique n° 1 – La gestion des sols contenant du soufre](#) disponible sur le site Web du Ministère.

D) Carbone organique total (COT)

L'analyse du carbone organique total (COT) doit être effectuée dans les sédiments, peu importe si ces derniers sont gérés en milieu aquatique ou terrestre. Se référer pour plus d'informations aux [Critères pour l'évaluation de la qualité des sédiments au Québec et cadres d'application : prévention, dragage et restauration](#) (Environnement Canada et MDDEP, 2007). Comme le mentionne le [Guide sur la caractérisation environnementale des sites dans le cadre de l'évaluation des risques pour l'environnement et la santé humaine – Volume 1 : Orientation](#) du Conseil canadien des ministres de l'Environnement (CCME), la présence de carbone organique dans les sédiments permet de déterminer la biodisponibilité de certaines substances chimiques organiques non ioniques. Il est également possible de se référer au [Guide de caractérisation physico-chimique et toxicologique des sédiments](#).

E) Butylétains

Les butylétains sont des substances persistantes dans l'environnement qui proviennent des produits appliqués sur la coque des navires. Bien que l'utilisation du tributylétain dans la peinture antisalissure soit interdite au Canada depuis 2003, les butylétains sont encore détectés en concentrations importantes dans plusieurs secteurs du fleuve Saint-Laurent, comme le rapportent Pelletier et ses collègues (2014), dans la fiche [Les butylétains dans les sédiments du fleuve Saint-Laurent](#). Les butylétains peuvent être retrouvés dans les sédiments sous la forme de tributylétain (TBT) et de ses produits de dégradation, le dibutylétain (DBT) et le monobutylétain (MBT). Des analyses des butylétains doivent être effectuées dans les sédiments susceptibles d'en contenir, tout comme pour les sédiments qui doivent être gérés en milieu terrestre.

F) Salinité

L'analyse de la salinité est requise lors de la gestion terrestre des sédiments extraits du fleuve au niveau de l'estuaire moyen et maritime du Saint-Laurent. Ces sédiments contiennent des quantités non négligeables de sel (ex. : principaux éléments : Na, Cl, Ca, Mg, SO₄) et leur dépôt en milieu terrestre dans des zones non protégées ou non adéquates peut représenter des impacts sur le milieu récepteur. L'analyse de ce paramètre peut aussi être requise dans les zones de dépôts de sel de déglacage (voiries) ou dans les dépôts à neige. Des concentrations importantes de sels peuvent avoir des impacts sur la végétation, de la qualité de l'eau souterraine et même la structure des sols. La salinité est évaluée par la mesure de la conductivité et comparée aux critères de conductivité dans les sols comme l'indique le [Guide d'intervention](#) du Ministère.

G) Amiante

Depuis de nombreuses années, la problématique de l'amiante se pose, notamment lors d'inspections fortuites de bâtiments ou encore de travaux de démolition. La découverte d'amiante est également très souvent associée à la vérification de la qualité de l'air ambiant. Le [Code de sécurité pour les travaux de](#)

construction (article 1.1) définit l'amiante comme étant la forme fibreuse des silicates minéraux appartenant aux roches métamorphiques du groupe des serpentines, c'est-à-dire le chrysotile, et du groupe des amphiboles, c'est-à-dire l'actinolite, l'amosite, l'anthophyllite, la crocidolite, la trémolite, ou tout mélange contenant un ou plusieurs de ces minéraux. L'amiante est utilisé notamment pour ses propriétés isolantes, ignifuges, ses résistances mécaniques et ses imputrescibilités.

La présence dans un terrain de sols ou de matériaux contenant de l'amiante représente un risque pour la santé de toute personne qui pourrait y être exposée en cas de remise en suspension des fibres d'amiante, même en très faibles quantités. Dans certaines régions du Québec, les sols peuvent contenir de l'amiante naturellement (Thetford Mines, Val-des-Sources, etc.). Dans d'autres cas, elle résulte d'activités anthropiques (résidus miniers, matériaux de démolition mélangés aux sols, etc.).

Actuellement, la vérification de la présence ou l'absence d'amiante dans un sol doit être faite selon une analyse effectuée conformément aux dispositions de l'article 69.5 du RSST¹, en utilisant la méthode IRSST MA-244² de l'Institut de recherche Robert-Sauvé en santé et en sécurité du travail (IRSST). Comme l'indique le Guide d'intervention, « un échantillon de sol sera réputé contenir de l'amiante, que cette présence soit d'origine anthropique ou naturelle, dès qu'on y détecte une fibre d'amiante ou un débris contenant des fibres d'amiante ». Suivant cette méthode, la détection d'une seule fibre d'amiante sur un ensemble d'au moins 9 montages sur lames de microscope faits à partir de toutes les fractions granulométriques ou fragments qui composent l'échantillon confirme la présence d'amiante dans cet échantillon.

S'ils doivent être excavés, les sols contenant de l'amiante doivent alors être gérés conformément à la réglementation en vigueur et aux exigences présentées dans le *Guide d'intervention – Protection des sols et réhabilitation des terrains contaminés*.

Enfin, le Ministère a entrepris une démarche conjointe avec le CEAEQ et l'IRSST visant l'établissement d'une nouvelle méthode d'échantillonnage des sols pour l'amiante dans les prochaines années.

H) Les PFAS, PBDE et autres contaminants d'intérêt émergent

Les substances perfluoroalkylées et polyfluoroalkylées (PFAS) sont des composés organiques à chaîne fluorocarbonée qui sont utilisés dans une grande diversité de produits et de procédés industriels, car elles sont très stables chimiquement et thermiquement. Il est possible de les retrouver dans les mousses extinctrices, les matériaux d'emballage alimentaire, les textiles, les cosmétiques, etc. Par leur stabilité, ce sont des substances chimiques très persistantes dans l'environnement.

Les polybromodiphényléthers (PBDE) sont utilisés depuis plusieurs années comme des retardateurs de flamme ou encore sont ajoutés fréquemment à différentes matières plastiques, résines synthétiques, fibres textiles, dans le but de réduire leur inflammabilité. Ils sont également présents dans de nombreux produits, comme le rembourrage des meubles, les boîtiers d'appareils électroniques, les pièces d'automobile, certains tissus, les tuyaux de plastique, des adhésifs, etc.

Ces contaminants, que l'on peut qualifier d'émergents, bien qu'ils soient présents depuis de nombreuses années dans l'environnement, peuvent susciter un intérêt grandissant pour la communauté scientifique, les organismes gouvernementaux ou encore le public à cause de la découverte de leur toxicité pour les récepteurs potentiels ou encore leur persistance dans l'environnement.

Pour la caractérisation de ces contaminants, il est crucial de pouvoir déceler leur présence potentielle en fonction notamment des activités réalisées sur un terrain. La phase I de l'étude de caractérisation permet d'identifier toutes les zones à risque d'un terrain susceptible d'en contenir. Lors de la réalisation des travaux

1. *Règlement sur la santé et la sécurité du travail*.

2. Institut de recherche Robert-Sauvé en santé et en sécurité du travail (IRSST), 2015. *Méthodes de laboratoires – Caractérisation des fibres dans les poussières déposées ou dans les matériaux en vrac – Méthode analytique 244*, 17 p.

de terrain, la stratégie d'échantillonnage est standard. Toutefois, la bonne compréhension notamment des propriétés physicochimiques de ces substances va permettre de réaliser les travaux adéquats, aux bonnes profondeurs. Il est également important avant les travaux de terrain de communiquer avec le laboratoire accrédité afin de savoir s'il est possible d'analyser ce type de contaminant dans les différentes matières d'un terrain (sols, eaux, etc.) ou si des spécificités sont à appliquer lors du prélèvement.

À noter que la plupart de ces contaminants émergents sont absents des grilles de critères génériques du Ministère. Toutefois, l'absence de critère ne devrait pas justifier le fait de ne pas analyser un paramètre analytique, surtout en présence d'activités qui pourraient générer ce type de contaminants. La procédure à appliquer dans ce cas est celle qui est présentée à la section 8.2.1.3 du *Guide d'intervention – Protection des sols et réhabilitation des terrains contaminés* qui aborde la présence de contaminants absents des grilles de critères.

En fonction des objectifs de l'étude, plusieurs autres paramètres analytiques peuvent être pertinents, par exemple :

- Les analyses microbiologiques qui permettent de déterminer la présence d'organismes pathogènes pouvant affecter la santé.
- Les tests de toxicité permettent d'établir l'importance relative des effets sur des organismes en contact avec une contamination. L'annexe 1 du guide présente une liste non exhaustive de paramètres à analyser pour un terrain en fonction de l'activité qui y est réalisée.

4.3.1.6. Préparation du matériel d'échantillonnage

Selon la méthode d'échantillonnage choisie, les paramètres à analyser et la matière qui constitue le terrain à échantillonner, du matériel spécialisé peut être nécessaire sur le terrain. De façon à bien planifier la campagne d'échantillonnage, il est important de vérifier la disponibilité des équipements et de prendre en considération le temps requis pour l'obtention du matériel nécessaire.

Au début d'une campagne d'échantillonnage, il est recommandé de faire l'inventaire de l'équipement requis, de vérifier son état et de procéder au calibrage des appareils. Une liste non exhaustive du matériel d'échantillonnage est présentée dans les différents [cahiers du CEAEQ](#).

Les contenants pour le transport et la conservation des échantillons doivent être prévus. Les agents de conservation, les délais de conservation, la composition et la dimension des contenants doivent être appropriés à la matière qui constitue le terrain à échantillonner et aux analyses chimiques à effectuer. À cette fin, il est nécessaire de se référer à la dernière version des divers documents suivants :

- [Mode de conservation pour les échantillons de sols](#), DR-09-02 (CEAEQ, 2023);
- [Modes de conservation pour l'échantillonnage des eaux souterraines](#), DR-09-09 (CEAEQ, 2017);
- [Modes de conservation pour l'échantillonnage des eaux de surface](#), DR-09-10 (CEAEQ, 2012b);
- [Mode de conservation pour l'échantillonnage de rejets liquides \(eaux usées\)](#), DR-09-04 (CEAEQ, 2012a);
- [Mode de conservation des échantillons relatifs à l'application du Règlement sur les matières dangereuses](#), DR-09-01 (CEAEQ, 2023);
- [Guide de caractérisation physico-chimique et toxicologique des sédiments](#) du Plan d'action Saint-Laurent (MDDELCC et ECCC, 2016).

Les laboratoires accrédités par le Ministère fournissent les contenants nécessaires pour effectuer les analyses environnementales. La quantité de matière requise selon les paramètres à analyser sera précisée par le laboratoire et les agents de conservation seront fournis, s'il y a lieu.

Le laboratoire qui procédera aux analyses devrait être sélectionné à l'avance. Les points importants à vérifier lors du choix du laboratoire sont discutés ci-après.

4.3.1.7. Détermination de la stratégie et méthode d'échantillonnage

Avant de procéder au prélèvement d'un échantillon, il convient d'établir une stratégie d'échantillonnage et de sélectionner une méthode d'échantillonnage appropriée. La stratégie et la méthode d'échantillonnage dépendent de nombreux facteurs, notamment le type de matière qui constitue le terrain potentiellement contaminé. Les stratégies et méthodes propres à chacune de ces matières sont présentées aux sections 4.4 à 4.10.

4.3.1.8. Stratégie et méthode d'échantillonnage de duplicata

Tous les paramètres sélectionnés pour l'analyse d'un échantillon devraient avoir fait l'objet d'un duplicata. Cependant, lorsque plusieurs paramètres sont à analyser pour tous les échantillons, chaque paramètre doit être analysé au moins une fois en duplicata par campagne d'échantillonnage. Les paramètres les plus susceptibles d'être présents et l'échantillon de sols qui présentent le plus fort potentiel d'être contaminé devraient être analysés en duplicata. Il est également requis que l'échantillon de sols soit prélevé dans une couche qui soit la plus homogène possible. Comme le mentionne le [Guide d'échantillonnage à des fins d'analyses environnementales – Cahier 5 : Échantillonnage des sols](#), un minimum de 10 % des échantillons doit être prélevé et analysé en duplicata afin de vérifier la réplicabilité ou la reproductibilité des travaux d'échantillonnage selon qu'ils sont acheminés dans un seul laboratoire ou dans deux laboratoires différents.

Par ailleurs, ces 10 % représentent le total des échantillons à analyser, par campagne d'échantillonnage et par matière échantillonnée. Pour les cas de programme d'échantillonnage de plus petite envergure requérant moins de 10 analyses, un minimum d'un échantillon en duplicata doit être analysé.

4.3.1.9. Utilisation de blanc de terrain et de transport

Le blanc de terrain permet de contrôler la contamination qui peut survenir lors de l'échantillonnage tandis que le blanc de transport permet de contrôler la contamination des contenants ou des échantillons qui peut survenir pendant le transport. La procédure du blanc de terrain ou de transport est décrite dans le [Guide d'échantillonnage à des fins d'analyses environnementales – Cahier 1 : Généralités](#).

4.3.1.10. Choix des échantillons à analyser

Par ailleurs, lorsque des échantillons d'eau sont prélevés pour l'analyse de COV, en plus de l'analyse des blancs de transport, celle de blancs de terrain est recommandée. Aussi, en cas d'analyses à haute résolution (ex. : PCDD-PCDF et BPC), un blanc de lavage des instruments est également recommandé.

Le choix des échantillons destinés à l'analyse doit donc être fait en priorisant les échantillons qui proviennent des zones où une contamination est présente (selon des indices visuels ou olfactifs de contamination) ou susceptible de l'être. Le choix des échantillons à faire analyser dépend de divers facteurs, notamment le type de matière qui constitue le terrain qui sera analysé. Cet élément sera discuté plus en détail pour chacune des matières qui constituent le terrain, notamment aux sections 4.4 à 4.10.

4.3.1.11. Identification des échantillons

Une fois l'échantillon prélevé, ce dernier doit être conservé dans un contenant clairement identifié à l'aide d'un crayon à encre indélébile afin d'associer facilement les résultats d'analyses à la station d'échantillonnage. Une étiquette doit être apposée sur chaque contenant indiquant entre autres les informations suivantes :

- le numéro correspondant à la station d'échantillonnage et au niveau échantillonné;
- le nom du projet;

- la date de l'échantillonnage;
- le nom de la personne qui a réalisé le prélèvement.

À noter que les contenants destinés à l'analyse des COV dans les sols sont déjà préétiquetés par le laboratoire.

Les demandes d'analyse en ligne ou en format papier doivent être remplies pour chaque lot d'échantillon qui sera transmis au laboratoire. Les informations requises sont décrites dans le [Guide d'échantillonnage à des fins d'analyses environnementales – Cahier 1 : Généralités](#). Si la version papier est privilégiée, les formulaires de demande d'analyse (qui sont fournis par les laboratoires) doivent accompagner les échantillons lors du transport vers le laboratoire.

Dans les cas de caractérisation où il y a des enjeux juridiques rattachés aux résultats analytiques, un formulaire de chaîne de possession peut être requis. Le formulaire de chaîne de possession est rempli afin de garantir l'intégrité des échantillons lors de leur acheminement vers le laboratoire. Le formulaire suit alors chaque étape de la transmission et les personnes responsables doivent le signer. L'apposition d'un « scellé » sur l'ouverture d'une glacière afin de confirmer que celle-ci n'a pas été ouverte lors du transport et que son contenu n'a pas été modifié ou remplacé est également une option en présence d'enjeux juridiques.

Cette façon de procéder limite les possibilités d'égarer ou d'altérer les échantillons et permet de savoir quand et comment ils ont été transmis et reçus au laboratoire. Pour plus d'information, se référer au [Guide d'échantillonnage à des fins d'analyses environnementales – Cahier 1 : Généralités](#).

4.3.1.12. Description des échantillons prélevés

Chaque échantillon prélevé doit être accompagné d'une description rigoureuse, suffisamment détaillée pour permettre d'identifier les changements entre deux échantillons d'une même station ou les changements d'une station à une autre. Une attention particulière doit être portée aux indices organoleptiques. Afin de décrire adéquatement chacune des matières échantillonnées, il est recommandé de se référer aux cahiers du [Guide d'échantillonnage à des fins d'analyses environnementales](#).

4.3.1.13. Localisation des stations d'échantillonnage sur le terrain

Lorsque les travaux de terrain incluent l'échantillonnage des eaux souterraines, la localisation des stations d'échantillonnage doit être réalisée par arpentage. Cette technique permet d'obtenir les coordonnées X, Y et Z et un niveau de précision essentiel à l'interprétation des données piézométriques.

Lorsque les travaux ne comprennent pas l'échantillonnage des eaux souterraines, il est tout de même recommandé de procéder à l'arpentage des stations d'échantillonnage. À défaut de procéder à l'arpentage des stations d'échantillonnage, la méthode de localisation choisie doit permettre d'avoir une bonne précision (GPS, chaînage, etc.). Selon le cas, il peut être nécessaire d'obtenir une localisation très précise pour pouvoir, par exemple, retrouver les sondages réalisés. Dans tous les cas, la précision ne devrait pas dépasser l'ordre du mètre.

De plus, le relevé topographique tous les 5 m devrait être réalisé pour un terrain très accidenté. Cette information est utilisée pour l'évaluation de l'écoulement des eaux de surface et souterraines, de même que pour les volumes de matériaux contaminés ou non contaminés.

Il peut être important de prévoir un relevé d'arpentage officiel afin de définir les limites légales de la propriété.

4.3.1.14. Nettoyage des instruments d'échantillonnage, prise de notes et de photographies, conservation des échantillons et leur transport

Tous ces éléments sont abordés en détail dans les cahiers du [Guide d'échantillonnage à des fins d'analyses environnementales](#) de même que dans le [Guide de caractérisation physico-chimique et toxicologique des sédiments](#).

4.3.1.15. Laboratoire d'analyse

Lors de la planification de l'étude, le laboratoire sélectionné doit être accrédité par le Ministère et il est important de tenir compte des éléments ci-dessous :

- le [champ et le domaine d'accréditation](#) : le laboratoire doit être accrédité pour les paramètres désirés dans la matière à analyser. Dans le cas des sédiments, comme il n'existe pas de domaine d'accréditation au Québec pour ces derniers, il est important de s'assurer que le laboratoire respecte les exigences du [Guide de caractérisation physico-chimique et toxicologique des sédiments](#);
- les méthodes analytiques : les méthodes d'analyses doivent être conformes à celles qui sont préconisées dans les listes des méthodes d'analyses publiées par le CEAEQ. Par ailleurs, les limites de détection de ces méthodes devraient, dans la mesure du possible, être suffisantes afin de permettre une comparaison des résultats avec les critères, les valeurs limites réglementaires ou les normes applicables;
- les délais d'analyse : certains paramètres nécessitent un délai d'analyse plus long. Il est préférable de vérifier avec le laboratoire les délais requis pour les analyses demandées. Ce facteur est déterminant pour s'assurer de respecter l'échéancier fixé pour le projet et de ne pas dépasser le délai de conservation des échantillons gardés pour analyses ultérieures;
- le programme d'assurance et de contrôle de la qualité : le laboratoire devra posséder un programme d'assurance et de contrôle de la qualité complet comme présenté ci-dessous.

Le contrôle de la qualité en laboratoire est constitué par l'ensemble des activités intralaboratoires qui définissent la façon dont les travaux analytiques doivent être exécutés pour atteindre les objectifs de qualité prédéterminés. L'assurance de la qualité porte sur la vérification de l'efficacité du contrôle de la qualité. Son but est d'assurer la fiabilité des résultats et leur conformité avec le laboratoire de référence.

Le laboratoire doit notamment fournir les résultats d'analyses, les certificats d'analyses physicochimiques signés obligatoirement par le ou la chimiste responsable, les résultats issus du programme d'assurance qualité, les limites de détection des méthodes et l'identification des méthodes analytiques. De plus, une interprétation de la fiabilité des résultats en fonction de ceux du programme d'assurance et de contrôle de la qualité doit être fournie sur demande.

La [liste](#) des laboratoires accrédités est disponible sur le site Web du CEAEQ.

4.4 Sol

Le sol est la partie solide et meuble d'un terrain. Il peut avoir une origine à la fois organique (terre arable retrouvée dans les régions agricoles et forestières) et minérale par altération du socle rocheux. Lors de la caractérisation des sols, il est important de ne pas confondre un sol naturel et un remblai (homogène ou hétérogène). Un remblai est une partie solide et meuble des sols d'un terrain qui sont excavés, déplacés puis redéposés sur le terrain d'origine ou tout autre terrain. Ce remblai peut être constitué d'un mélange en proportion variable de sols, de rocs concassés, de matières résiduelles (dangereuses ou non dangereuses) ou encore de matières granulaires résiduelles. La présente section décrit la stratégie d'échantillonnage à appliquer pour les sols en présence ou non de matières résiduelles ou encore de remblais.

4.4.1 Stratégie d'échantillonnage

La stratégie proposée dans la présente section est employée dans la majorité des cas de caractérisation et se veut générale. Des stratégies d'échantillonnage des sols plus spécifiques sont parfois requises dans des situations particulières, telles que :

- Caractérisation pour l'évaluation des teneurs de fond naturelles : métaux et métalloïdes, radioactivité et hydrocarbures d'origine non pétrolière (biogénique);
- Caractérisation de bandes linéaires;
- Caractérisation de terrain en présence de réservoirs;
- Contamination aéroportée;
- Caractérisation pour l'installation ou la réfection d'un système d'aqueduc, d'égout ou de gestion des eaux pluviales;
- Caractérisation des sols en pile;
- Caractérisation d'un terrain récepteur en vue de valoriser des sols contaminés;
- Caractérisation lorsqu'il est fondé à croire que des contaminants sont présents dans le terrain;
- Caractérisation pour la construction sur un lieu d'élimination désaffecté;
- Caractérisation en vue d'un traitement *in situ* ou *ex situ*;
- Caractérisation à la suite d'un rejet accidentel de matières dangereuses;
- Caractérisation des fonds et parois d'excavation.

Tous ces cas particuliers sont discutés et détaillés à la section 6.

La problématique des remblais hétérogènes contaminés est présente surtout en milieu urbain. Ces remblais sont aussi parfois nommés remblais historiques. Dans le passé, étant donné le peu de vérification faite sur la qualité environnementale des matériaux de remblayage utilisés, l'aménagement des terrains à partir de remblais contaminés s'est avéré chose fréquente. Les remblais peuvent être constitués d'un pourcentage variable de sols et de matières résiduelles dont la distribution, souvent inégale, rend leur caractérisation et leur analyse difficiles.

L'élaboration de la stratégie d'échantillonnage des sols ou de remblai consiste à localiser les échantillons en plan et en coupe, de même qu'à définir le nombre d'échantillons à prélever.

La localisation des stations d'échantillonnage est primordiale pour obtenir une caractérisation représentative et de bonne qualité. La stratégie d'échantillonnage doit être planifiée et suffisamment flexible pour permettre des ajustements au cours des travaux de terrain, s'il y a lieu. Tout ajustement des patrons d'échantillonnage sur le terrain doit être indiqué et expliqué dans le rapport. Le nombre d'échantillons à prélever est d'abord directement relié aux patrons d'échantillonnage (en plan et en coupe) choisis et à la grandeur du terrain à caractériser.

Lorsqu'ils sont applicables, les éléments suivants doivent être respectés lors de l'élaboration de la stratégie d'échantillonnage :

- Le modèle conceptuel;
- Les objectifs de la caractérisation des sols ou des remblais;
- La distribution anticipée des substances selon les conclusions de la phase I;
- Le type ainsi que les propriétés physiques et chimiques des substances susceptibles d'être présentes dans les sols ou les remblais;
- La direction des vents dominants et la topographie;

- La présence de chemins préférentiels (aqueduc, égout, puits, etc.) pouvant favoriser la migration des substances;
- Le type de sol ou de remblai et ses caractéristiques physicochimiques;
- L'accessibilité aux sols ou aux remblais et la dimension du terrain;
- Le maillage minimalement recommandé.

Patron d'échantillonnage en plan

Une investigation qualitative peut être effectuée avant d'élaborer la stratégie d'échantillonnage pour déterminer, entre autres, les limites d'une zone à risque (ex. : remblai) ou pour vérifier la présence de matériaux enfouis (ex. : ancien réservoir).

De façon générale, il est recommandé d'élaborer un patron d'échantillonnage en plan qui inclut un échantillonnage ciblé, c'est-à-dire directement dans la zone à risque, le plus près possible de la source. Différents patrons d'échantillonnage sont présentés à l'annexe 6. La notion de zone à risque est importante pour l'élaboration du patron d'échantillonnage adéquat. Comme précisé dans l'introduction de la phase I, une zone à risque représente une zone susceptible de présenter une ou des substances d'origine anthropique. Le risque de retrouver une contamination dans une zone est basé sur le modèle conceptuel qui regroupe toutes les informations disponibles et tisse des liens entre les processus physiques, chimiques et biologiques qui se produisent ou se sont produits sur un terrain. Ce risque peut provenir d'une incertitude face aux activités exercées dans cette zone, d'un équipement tel qu'un réservoir, ou d'une activité telle qu'une zone d'entreposage ou une zone de transfert de produits susceptibles de contaminer le terrain. Le degré de risque peut être variable, mais, dès qu'il y a un doute, la zone devrait être considérée comme une zone à risque. À noter qu'un manque d'information majeur sur un terrain ou un secteur du terrain (ex. : destruction des documents à la suite d'un incendie) qui ne peut être complété par la consultation de documents, tels que des photographies aériennes et des observations de terrain, fait que ces derniers devraient être considérés comme une zone à risque dans le modèle conceptuel. Le jugement du professionnel est primordial pour évaluer la présence ou non d'un risque de contamination d'un terrain. Pour un secteur du terrain qui ne sera pas considéré comme une zone à risque, une justification doit être faite afin de démontrer que les activités avoisinantes n'ont pas eu d'impact sur la qualité de l'environnement. Une partie d'un terrain utilisé de manière sporadique ou informelle par une industrie peut, selon la nature de l'utilisation, être une zone à risque.

L'échantillonnage systématique peut être utilisé pour compléter l'échantillonnage ciblé. La combinaison de ces deux types d'échantillonnages permet d'obtenir un plan qui sera considéré comme représentatif de l'état réel du terrain. La stratégie d'échantillonnage en plan doit respecter les éléments suivants pour être jugée comme adéquate :

- L'approche d'échantillonnage ciblée est obligatoire dans toutes les zones à risque (remblai, zone d'entreposage de matières premières ou résiduelles, quai ou zone de déchargement, etc.). Ces zones sont identifiées en fonction de la possibilité qu'une activité ou un équipement induise une contamination dans les sols. Il est obligatoire de localiser au moins une station d'échantillonnage par zone à risque et celle-ci doit être positionnée en aval hydraulique, le plus près possible de l'équipement qui représente une source potentielle de contamination (vérin hydraulique, séparateur eau-huile, bassin de décantation, etc.). En l'absence d'infrastructures souterraines ou hors terre, la station d'échantillonnage doit être située directement dans la zone à risque. À noter que la caractérisation en présence de réservoirs nécessite une approche particulière et est discutée à la section 6.3. Le nombre minimal de stations d'échantillonnage à effectuer dans une zone à risque est présenté dans le tableau ci-dessous. Pour les zones à risque d'une superficie supérieure à 625 m², il est requis de diviser la zone à risque en diverses zones d'une superficie maximale de 625 m²;

Tableau 3 : Fréquence d'échantillonnage – Sol

Superficie de la zone à risque (m ²)	Nombre minimal de stations d'échantillonnage (excluant les remblais hétérogènes)	Nombre minimal de stations d'échantillonnage dans un remblai hétérogène
<100	1	>1*
100 à 300	2	>2*
301 à 625	3	>3*

- Dans les cas où la zone à risque est constituée d'un remblai hétérogène*, le nombre de stations d'échantillonnage doit être suffisamment élevé pour que l'échantillonnage soit représentatif du remblai présent sur le terrain. Plus le remblai est hétérogène, plus le nombre de stations d'échantillonnage doit être grand. Le maillage doit être justifié par le responsable de la caractérisation et clairement présenté dans le rapport. Cette justification doit être basée sur le degré d'hétérogénéité du remblai, la présence de matières résiduelles, la présence d'indices organoleptiques, etc. En plus des stations d'échantillonnage supplémentaires qui fourniront des résultats d'analyses supplémentaires, des sondages exploratoires (sans prélèvement d'échantillon) sont recommandés pour vérifier la nature du remblai et statuer sur l'homogénéité ou l'hétérogénéité de ce dernier;
- Lorsqu'une zone d'un terrain n'est pas considérée comme une zone à risque, c'est que la phase I a permis de statuer que cette zone ou ce terrain n'a pas été affecté par des activités anthropiques susceptibles de la contaminer (ex. : remblayage, contamination aéroportée, etc.). Par ailleurs, il est important de s'assurer également que la zone ou le terrain n'a pas été affecté par une migration d'eau souterraine contaminée provenant des terrains adjacents ou avoisinants. Donc, dans le cas d'une zone qui n'est pas à risque, il n'y a pas d'obligation de réaliser de sondages.

Patron d'échantillonnage en coupe

Pour être considéré comme représentatif de l'état réel d'un terrain, le patron d'échantillonnage en coupe doit permettre de cibler les profondeurs ainsi que la limite où il est le plus probable de retrouver de la contamination.

Lorsqu'ils sont applicables, les éléments suivants doivent être respectés lors de l'élaboration du patron d'échantillonnage en coupe :

- l'échantillonnage des sols doit être réalisé en continu lors des sondages;
- la stratigraphie des sols :
 - en présence d'une seule couche de sol, un échantillon doit être prélevé tous les 0,5 m (ou 0,6 m dans les cas d'utilisation de cuillère fendue),
 - en présence de différentes couches de sol, des échantillons distincts doivent être prélevés pour chacune des couches de sol sur une épaisseur maximale de 0,5 ou 0,6 m;
- la présence d'indices organoleptiques de contamination : lorsqu'une contamination est perceptible (visuelle ou olfactive), un échantillon doit être prélevé et analysé à l'intérieur de la zone contaminée (un échantillon tous les 0,5 ou 0,6 m d'épaisseur) ainsi qu'au-dessus et en dessous de la zone contaminée pour délimiter l'étendue de la contamination;
- la source de la contamination : la profondeur de caractérisation sera différente si la source de la contamination est atmosphérique (en surface) ou si elle provient d'un réservoir enfoui (en profondeur). Selon la situation, des échantillons pris à des intervalles inférieurs à 0,5 m peuvent être requis;

- la profondeur de la nappe d'eau souterraine : lorsqu'il y a présence d'une nappe d'eau souterraine, un échantillon devrait être prélevé au niveau supérieur et/ou inférieur de la nappe d'eau selon la nature des substances en présence qui peuvent se déplacer avec les fluctuations de la nappe. Par exemple, les hydrocarbures légers tels que les BTEX auront tendance à flotter à la surface de la nappe et, ainsi, être présents dans la zone de fluctuation de celle-ci;
- les propriétés physiques des sols (porosité, conductivité, granulométrie) induisent une migration particulière de la contamination. Par exemple, les sols argileux retiennent davantage les substances par leur capacité d'adsorption et leur faible perméabilité que les sols sablonneux qui sont très perméables;
- la composition des sols en surface : la présence de matières organiques en surface (paillis, terre noire) peut ralentir la migration de la contamination en profondeur. La matière organique a tendance à absorber les substances et à les concentrer en surface. Il est ainsi préférable d'échantillonner séparément les sols de surface qui peuvent présenter de fortes teneurs en matières organiques ;
- la présence de matières résiduelles : la caractérisation d'un terrain contenant des matières résiduelles ou des matières granulaires résiduelles (MGR) doit permettre, entre autres, de déterminer, pour chacune des matières résiduelles en présence, leur nature, leur origine ainsi que leur degré d'homogénéité dans le terrain, c'est-à-dire dans quelles proportions elles se trouvent par rapport aux autres matières en présence là où elles se trouvent dans le terrain. Les horizons de matières résiduelles ou de MGR présentes par exemple dans un remblai doivent être échantillonnés séparément des sols, quelles que soient leurs proportions. De plus, en fonction de la nature des matières résiduelles, les substances qu'elles contiennent pourraient être piégées ou, au contraire, être plus mobiles;
- le type de roc et la présence de fractures, de fissures ou d'altération du roc en contact avec les sols. Bien que le roc ne soit pas à échantillonner comme tel, il est possible qu'une contamination migre en profondeur à l'intérieur du roc. Le cas échéant, cet aspect doit être pris en compte dans le patron d'échantillonnage des eaux souterraines.

4.4.2 Méthode d'échantillonnage

Il existe plusieurs types de sondages pour caractériser les sols et les remblais. Ceux-ci doivent être choisis en fonction de la préoccupation environnementale identifiée, de l'accessibilité au terrain, du type de sols à prélever, de la profondeur de caractérisation, du nombre d'échantillons à prélever et du type d'analyse qui sera effectuée sur cet échantillon. Les différentes méthodes d'échantillonnage des sols sont présentées et détaillées dans la dernière version du [Guide d'échantillonnage à des fins d'analyses environnementales – Cahier 5 : Échantillonnage des sols](#).

Lors de la phase II, la réalisation de tranchées doit être priorisée lorsque les conditions s'y prêtent. La réalisation de tranchées facilite l'observation sur de grandes surfaces de la contamination, de la stratigraphie du sol et de la composition des remblais. Cette méthode permet une meilleure description de chaque horizon de sols et une meilleure identification des matières résiduelles. Elle permet également de localiser les venues d'eau, d'en évaluer le niveau et d'en vérifier la qualité. Cependant, la réalisation de tranchées perturbe un secteur plus vaste qu'un forage.

La réalisation de forages permet de minimiser l'impact sur les infrastructures et s'adapte bien aux espaces restreints. Elle est également compatible avec l'installation de puits d'observation, comme sur des voies de circulation ou encore dans des aires de transbordement ou d'entreposage. Elle présente aussi l'avantage de permettre une remise en état des lieux plus rapide après les travaux. Toutefois, elle limite la récupération des matières à analyser (sol ou encore de matières résiduelles).

Le professionnel responsable de l'étude devra donc évaluer la meilleure méthodologie à appliquer, en considérant notamment les contraintes d'aménagement du terrain à investiguer.

4.4.3 Type d'échantillon

Comme décrit dans le [Guide d'échantillonnage à des fins d'analyses environnementales – Cahier 5 : Échantillonnage des sols](#), deux types d'échantillons peuvent être prélevés lors de la caractérisation des sols :

- l'échantillon **ponctuel** est prélevé à un emplacement précis sur le terrain. Il permet d'avoir une idée précise de la contamination à différents endroits sur le terrain et de définir la variabilité de la contamination dans l'espace. L'échantillonnage ponctuel doit être utilisé dans la majorité des cas de caractérisation des sols. L'échantillonnage en continu des sols doit être priorisé lors de la réalisation des sondages.
- l'échantillon **composé** est, pour sa part, constitué d'un ensemble de sous-échantillons individuels, combinés en proportions égales ou de façon proportionnelle au poids ou au volume du secteur ou du lot que chaque sous-échantillon représente. Contrairement à l'échantillon ponctuel, ce type d'échantillon ne fournit que la valeur de la contamination présente dans ce mélange de sous-échantillons.

Lorsqu'une couche de sol présente une granulométrie variable, le prélèvement des particules plus fines doit être priorisé. De façon générale, les concentrations de substances y sont les plus élevées. Par exemple, les substances organiques et les métaux sont généralement adsorbés à la surface des particules. Par conséquent, l'ampleur de la contamination se trouve dans la fraction des particules fines étant donné que celles-ci offrent une plus grande surface de contact (surface spécifique). Lors des analyses, plus la surface spécifique est grande, plus le traitement analytique (extraction et digestion) sera efficace pour ainsi maximiser la probabilité de trouver la contamination soupçonnée.

Dans certaines situations, par exemple en région éloignée ou sur un terrain dont l'accès est restreint ou difficile, il est recommandé de prélever les échantillons en quantité plus importante pour permettre la réalisation, si nécessaire, d'analyses additionnelles. Les échantillons prélevés en double devraient être homogénéisés sur le terrain dans le but d'obtenir des résultats analytiques équivalents (s'ils ne sont pas susceptibles d'être contaminés par des composés volatils).

4.4.4 Description des échantillons prélevés

Peu importe la méthode d'échantillonnage choisie, lors du prélèvement des échantillons de sols ou de remblai, une description visuelle (nature du sol, couleur, odeur, granulométrie, taux d'humidité, présence de matière résiduelle) de chacun des échantillons doit être réalisée et présentée dans les rapports de sondages. Pour procéder à une bonne description de chaque couche de sol d'un terrain, il est recommandé de se référer au [Guide d'échantillonnage à des fins d'analyses environnementales – Cahier 5 : Échantillonnage des sols](#). La description des échantillons sera utile pour mieux interpréter les résultats et suivre les couches de sol d'une station d'échantillonnage à l'autre à l'aide des profils qui seront produits. Une bonne description des couches de sol permettra de produire des coupes stratigraphiques fiables qui pourront être jointes au rapport, comme précisé à la section 4.11.1.

4.4.5 Échantillon à analyser

Afin d'obtenir l'état réel du terrain, il est requis de sélectionner adéquatement les échantillons de sols ou de remblais destinés à l'analyse, selon les critères suivants :

- Présenter des indices de contamination (couleur, odeur, matière résiduelle, etc.);
- Être situés dans la zone de marnage (zone de fluctuation d'une nappe d'eau souterraine);
- Présenter des valeurs de COV anormales selon les résultats d'un détecteur de gaz adapté (ex. : PID). La procédure de détection des valeurs de COV dans des échantillons de sols mis en contenant à l'aide d'un détecteur de gaz adapté est présentée dans le cahier 5;

- Avoir une origine inconnue;
- Respecter le fait de prélever au moins un échantillon par station d'échantillonnage.

Les échantillons à analyser doivent être sélectionnés en fonction de la problématique. Ainsi, pour une contamination aéroportée, les échantillons sélectionnés sont ceux situés en surface tandis que, pour un réservoir souterrain, les échantillons sont ceux situés en profondeur sous l'assise du réservoir et au niveau de la couche de sols ayant la capacité d'arrêter la migration verticale de la contamination (niveau de l'eau souterraine, couche d'argile, socle rocheux).

À la suite de l'analyse des premiers échantillons de sols, si des résultats indiquent une contamination, des analyses supplémentaires doivent être réalisées sur les échantillons situés au-dessus et en dessous de l'échantillon analysé, et ce, pour mieux délimiter l'épaisseur et la profondeur de la contamination. Il est également requis de tenir compte des résultats des échantillons prélevés, aux mêmes profondeurs, dans des sondages adjacents. Cette caractérisation complémentaire, ou phase III, est abordée à la section 5 de ce guide.

Le nombre d'échantillons à prélever et à analyser en duplicata doit représenter 10 % du total des échantillons prévus pour l'analyse, par campagne d'échantillonnage et par matière échantillonnée. À noter que, lorsque plusieurs paramètres sont à analyser pour tous les échantillons, chaque paramètre doit être analysé au moins une fois en duplicata par campagne d'échantillonnage. Les détails concernant les duplicatas sont présentés dans le [Guide d'échantillonnage à des fins d'analyses environnementales – Cahier 1 : Généralités](#).

4.4.6 Échantillon non analysé

Dans les cas où la contamination constatée est de nature inorganique ou mixte, il est recommandé de conserver tous les échantillons de sols prélevés lors des campagnes d'échantillonnage, pour toute la durée du projet. L'analyse de ces échantillons peut s'avérer nécessaire et permettre de compléter l'interprétation des premiers résultats obtenus tout en évitant des coûts et des délais supplémentaires. Plusieurs options de délais pour l'analyse d'un échantillon sont proposées par les laboratoires (24 heures, 48 heures, etc.). Lorsqu'un échantillon n'est pas analysé et mis en réserve, il est recommandé de le congeler afin d'éviter de dépasser le délai de conservation.

4.5 Eaux souterraines

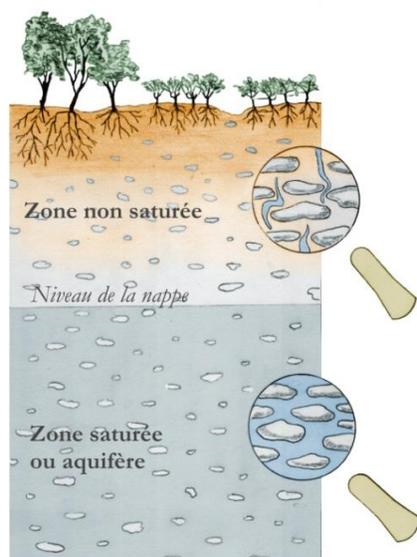
4.5.1 Introduction

La vérification de la qualité des eaux souterraines doit être faite lors de la phase II de l'étude de caractérisation, à moins d'une justification. La caractérisation des eaux souterraines est notamment requise en vertu de plusieurs dispositions légales ou réglementaires. Les situations où il y a obligation de caractériser les eaux souterraines en vertu de la section IV du chapitre IV (titre I) de la LQE, ou d'autres dispositions légales et réglementaires, sont présentées dans le tableau 1 du [Guide d'intervention](#). Cette vérification doit permettre de déterminer l'absence ou la présence de contamination dans les eaux souterraines et d'en préciser la nature, le cas échéant. Le suivi de la qualité des eaux souterraines est abordé à la section 4.5.5.

Les eaux souterraines sont plus ou moins vulnérables à une contamination provenant de la surface ou des sols selon la nature de la nappe (captive, semi-captive ou libre). Les nappes captives, protégées par la présence de couches de sol imperméables, sont généralement peu vulnérables, contrairement aux nappes libres qui ne bénéficient pas de la protection offerte par ce type de barrière peu perméable. La vulnérabilité des nappes libres dépend de divers paramètres, notamment la profondeur de l'eau, la nature du sol non saturé et saturé, ainsi que des conductivités hydrauliques des différentes couches de sol. Les nappes libres sont donc à des degrés divers sous influence de la surface et constituent la majorité des cas de

contamination des eaux souterraines. Leurs profondeurs varient selon la recharge et les infiltrations, elles sont donc caractérisées par une variation de leur niveau en fonction des saisons.

Figure 6 : Zone saturée et non saturée



Quand il est question de nappe et de contamination des eaux souterraines, cela réfère principalement à la zone saturée d'eau contenue dans le roc ou les dépôts meubles. Cependant, la zone non saturée contenue entre la surface du sol et la surface de la nappe joue un rôle primordial dans le transport des substances. En fonction des épisodes de percolation et de la profondeur, la saturation en eau varie de quelques pourcents (saturation résiduelle appelée aussi capacité de rétention des sols) à 100 % (zone saturée). La zone non saturée est constituée de trois phases, soit la phase solide, la phase liquide et la phase gazeuse. À l'interface entre les deux zones se trouve la frange capillaire où l'eau (et les substances qu'elle contient) est retenue vers le haut par les phénomènes de capillarité. Dans la zone non saturée, l'écoulement de l'eau est principalement vertical et lié aux infiltrations. Le transport des substances y est donc également principalement vertical. La zone non saturée peut piéger des substances (phase résiduelle) qui agissent comme source de contamination pour les eaux qui la traversent (percolation). Les variations annuelles de la nappe (remontées) permettent également aux substances de se retrouver sous le niveau piézométrique à certaines périodes de l'année.

Dans la zone saturée, l'écoulement est principalement horizontal, avec parfois l'existence de gradients verticaux. Le transport de substances pourra donc s'effectuer dans le plan à la fois horizontal et vertical. L'eau souterraine de la zone saturée est à échantillonner pour déterminer la qualité de l'eau souterraine. Pour une zone donnée, l'eau souterraine de l'aquifère peut être utilisée pour différents usages (consommation humaine, abreuvement de bétail, irrigation, etc.). Il est donc important de faire l'inventaire des utilisations pour mieux évaluer les conséquences possibles d'une contamination de l'eau souterraine et pour interpréter les résultats d'analyse.

La caractérisation de l'eau souterraine présente dans la zone saturée est rendue possible par l'installation de puits d'observation aménagés dans le sol à l'aide de foreuses. Lors de la réalisation des travaux de forage, des échantillons de sols devraient être prélevés à des fins descriptives ou en vue d'en faire une analyse chimique (selon la stratégie d'échantillonnage présentée à la section 4.4.1). Il est recommandé que l'installation des puits d'observation soit réalisée après l'étape de caractérisation des sols. En effet, les informations recueillies pendant la réalisation des sondages (stratigraphie, profondeur et venue d'eau) combinées aux données sur la géologie et l'hydrogéologie permettront d'optimiser la localisation des puits d'observation et la localisation des crépines lors de l'aménagement des puits. La conception des puits d'observation est abordée dans le [Guide d'échantillonnage à des fins d'analyses environnementales – Cahier 3, Échantillonnage des eaux souterraines](#). Dans certains cas, il peut être pertinent d'installer des puits d'observation à la limite de la propriété afin de pouvoir confirmer si des contaminants sortent des limites du terrain, et ainsi bonifier les informations du modèle conceptuel mis en place.

L'échantillonnage des eaux souterraines doit se faire à partir de puits d'observation préalablement installés en aval et en amont hydraulique des zones à risque. Les données de qualité de l'eau en amont hydraulique de la contamination permettront d'établir les teneurs de fond des substances. Une attention particulière doit être portée pour ne pas traverser un horizon imperméable sous les zones à risque ou à proximité de celles-ci, surtout en présence de contamination en hydrocarbures lourds. Il faut à tout prix éviter la migration des substances entre les unités hydrogéologiques. Ainsi, lorsque requis, les puits d'observation défectueux ou hors d'usages doivent être obturés. Un schéma d'obturation d'un puits tubulaire est proposé dans le [Guide d'interprétation technique du règlement sur le captage des eaux souterraines](#). Le détail des éléments à respecter quand une installation de prélèvement est obturée est mentionné à l'article 20 du [Règlement sur le prélèvement des eaux et leur protection](#).

Il est possible d'obtenir de l'information sur les caractéristiques hydrogéologiques et sur la qualité des eaux souterraines pour différentes régions du Québec à partir du [Réseau de suivi des eaux souterraines du Québec](#) disponible sur le site Web du Ministère. De plus, des études hydrogéologiques régionales réalisées depuis 2009 dans le cadre du Programme d'acquisition des connaissances sur les eaux souterraines (PACES) ont produit une grande quantité d'informations sur les eaux souterraines du Québec (voir annexe 2 pour plus d'information).

L'analyse des informations disponibles concernant le contexte hydrogéologique d'une zone à l'étude est requise pour déterminer la stratégie de caractérisation des eaux souterraines du terrain à l'étude.

Les prochaines sections présentent la stratégie et les méthodes d'échantillonnage des eaux souterraines ainsi que les éléments de base permettant d'établir les conditions hydrogéologiques du terrain.

4.5.2 Stratégie d'échantillonnage

L'élaboration de la stratégie d'échantillonnage des eaux souterraines consiste à localiser les puits d'observation en plan et en coupe, de même qu'à définir le nombre de puits d'observation à installer. La stratégie d'échantillonnage doit également tenir compte des zones à risque identifiées lors de la phase I, des différentes couches de sol présentes et des nappes d'eau souterraine.

La localisation des puits d'observation et leur conception sont primordiales pour obtenir une caractérisation représentative et de bonne qualité. La stratégie d'échantillonnage doit être planifiée et suffisamment flexible pour permettre, s'il y a lieu, des réajustements au cours des travaux de terrain. Il peut être pertinent, lorsque la quantité de données hydrogéologiques initiales est insuffisante pour élaborer une stratégie fiable d'échantillonnage, de procéder par étapes pour l'installation des puits d'observation. L'analyse des données des premiers puits installés (journaux de forage, direction de l'écoulement, nature et concentration des substances) permettra alors de positionner et de concevoir judicieusement une nouvelle série de puits d'observation sur le terrain. Cet élément est discuté dans la phase III du présent guide.

La localisation des puits d'observation doit donc permettre d'obtenir une bonne connaissance de la dynamique de l'écoulement et de la migration des substances et, ultimement, doit permettre la mise à jour du modèle conceptuel (détermination des zones de recharge, des liens hydrauliques entre les couches géologiques, des limites géographiques). Il ne faut pas oublier également que la stratégie d'échantillonnage doit être élaborée établie de façon à permettre l'interprétation des données (section 4.11.2).

Les éléments suivants doivent être respectés lors de l'élaboration de la stratégie d'échantillonnage :

- les objectifs de la phase II;
- la distribution anticipée des substances selon les conclusions de la phase I;
- le type ainsi que les propriétés physicochimiques des substances susceptibles d'être présentes dans les eaux souterraines (degré de solubilité, légère ou dense, visqueuse ou fluide);
- les processus physiques, chimiques ou biologiques (adsorption, volatilisation, dissolution, dégradation, réaction des substances entre elles) qui peuvent avoir lieu dans le milieu;
- la présence de plusieurs nappes d'eau souterraine;
- la présence d'eau de ruissellement;
- la présence de chemins préférentiels (aqueduc, égout, puits, etc.) ou d'hétérogénéités pouvant favoriser la migration des substances ou leur dispersion;
- l'influence de gradients verticaux sur la distribution des phases;
- la période de l'année (recharge ou étiage);
- la direction d'écoulement locale et régionale des eaux souterraines (présumée ou connue);
- les couches de sol et leurs caractéristiques physicochimiques;
- l'accessibilité et la dimension du terrain.

Patron d'échantillonnage en plan

Lors de l'élaboration du patron d'échantillonnage des puits d'observation, il est nécessaire d'estimer le sens d'écoulement de l'eau souterraine afin de pouvoir distinguer clairement l'amont et l'aval hydraulique du terrain à l'étude en fonction de la topographie, de l'hydrographie du lieu et de la documentation hydrogéologiques disponibles de la zone à l'étude. D'anciens relevés piézométriques peuvent également être utiles pour estimer le sens d'écoulement des eaux souterraines. L'estimation du sens d'écoulement est requise pour établir le patron d'échantillonnage en plan. Si le sens d'écoulement des eaux souterraines estimé n'est pas le même que le sens d'écoulement réel, le patron d'échantillonnage doit être révisé et des puits d'observation supplémentaires peuvent être requis.

Un minimum de trois puits d'observation doit être prévu pour évaluer les caractéristiques hydrogéologiques du terrain et la qualité des eaux souterraines. La qualité des eaux souterraines doit être déterminée pour l'ensemble du terrain. Dans la majorité des cas comportant plus d'une zone à risque, plus de puits sont requis. Dans le cas des petits terrains, les trois puits d'observation requis sont parfois suffisants pour couvrir l'ensemble du terrain à l'étude ou de la zone à risque ainsi que la limite de propriété. Lorsque les trois puits d'observation ne se trouvent pas aux limites de la propriété, par exemple dans les cas de grands terrains, des puits d'observation supplémentaires peuvent être installés afin d'obtenir des résultats représentatifs de la qualité des eaux souterraines du terrain à l'étude. Ces trois puits doivent être localisés (en plan) de façon à former un triangle dont la dimension permet de couvrir l'ensemble du terrain à l'étude ou de la zone à risque. Cette disposition facilite la détermination de la direction d'écoulement des eaux souterraines et l'évaluation du gradient hydraulique. Si la direction d'écoulement des eaux souterraines est connue, le triangle doit être positionné de façon à placer un puits en amont hydraulique de la ou des zones à risque en s'assurant de garder une certaine distance par rapport à la contamination potentielle. Les deux autres puits doivent être en aval de la source susceptible de contaminer et à l'endroit présumé être le plus fortement contaminé.

Le puits en amont est utilisé pour prélever des échantillons témoins afin de connaître les teneurs de fond locales des eaux souterraines. Si un récepteur potentiel de l'eau souterraine se trouvait sur le terrain même (ex. : cours d'eau traversant le terrain), il faudrait aussi installer des puits d'observation en amont hydraulique de ce récepteur potentiel.

Toutes les zones à risque susceptibles d'avoir contaminé l'eau souterraine doivent être couvertes par un ou des puits d'observation. Un puits peut donc couvrir plus d'une zone à risque. Cette information doit être justifiée par le responsable de la caractérisation et clairement présentée dans le rapport. Ainsi, pour des terrains d'une grande superficie ou lorsque les zones à risque sont distantes l'une de l'autre, des puits supplémentaires peuvent être requis afin de couvrir chacune des zones à risque. Cependant, le nombre de puits devrait être limité dans les cas où une couche de sol imperméable est présente afin de ne pas perforer cette dernière et créer des chemins préférentiels qui favoriseront la migration en profondeur d'une contamination. Également, le nombre et la localisation des puits doivent pouvoir rendre compte d'un écoulement non uniforme et des impacts des hétérogénéités des milieux sur la migration des substances.

Patron d'échantillonnage en coupe

Lorsque la localisation des puits d'observation est déterminée en plan, il est requis d'élaborer un patron d'échantillonnage en coupe. Les puits d'observation doivent être installés par forage dans la couche de sol saturée la plus susceptible d'être contaminée. En général, il s'agit de l'horizon saturé le plus proche de la surface du sol, mais dans le cas de substances plus denses que l'eau, l'aquifère profond doit également être visé. La connaissance hydrogéologique du terrain est requise afin de déterminer la profondeur de la ou des nappes d'eau souterraine (de surface ou profonde) et pour déterminer si elle est captive, libre ou semi-captive. La localisation de chacune des crépines doit permettre de capter l'eau souterraine de chaque unité hydrogéologique où la contamination est suspectée. Une attention particulière doit être portée à la présence ou non d'un horizon imperméable sous les zones contaminées ou à proximité de celles-ci. Il est requis de ne pas traverser un horizon imperméable sous le niveau de contamination afin d'éviter l'entraînement des substances entre les diverses unités hydrogéologiques. Cette notion s'applique particulièrement aux cas d'une contamination en hydrocarbures lourds. Afin d'établir une piézométrie fiable

pour une unité hydrogéologique, le patron d'échantillonnage en coupe doit prévoir l'installation d'une crépine dans chaque puits, à l'intérieur de la même unité hydrogéologique. Lorsque le roc est fracturé, fissuré ou altéré, il est susceptible de contenir de la contamination et la qualité de l'eau doit être vérifiée dans l'unité hydrogéologique du roc.

La localisation et la longueur des crépines des puits d'observation doivent permettre de détecter, le plus rapidement et le plus efficacement possible, toute contamination, qu'elle soit présente en phase plus dense que l'eau, dissoute ou flottante. L'installation des crépines doit tenir compte également des fluctuations des nappes occasionnées entre autres par les périodes de recharge, de marées, etc. La conception des puits d'observation est abordée dans le [Guide d'échantillonnage à des fins d'analyses environnementales – Cahier 3, Échantillonnage des eaux souterraines](#). L'utilisation de longues crépines permet de s'assurer d'un échantillonnage sur une grande hauteur d'aquifère, mais entraîne un effet de dilution des concentrations lors d'un prélèvement avec purge. La mise en place de nids de puits multiniveaux peut être recommandée, à la fois pour déterminer la direction et l'amplitude des gradients verticaux, mais également pour s'assurer d'être en mesure de capter la contamination avec un minimum de dilution, quelle que soit sa distribution.

L'utilisation de puits d'observation déjà en place est possible dans la mesure où le détail de leur construction est connu, que leur conception respecte les règles de l'art et que leur crépine intercepte la même unité hydrogéologique à échantillonner. Il est donc important que les rapports d'installation des puits d'observation déjà en place soient joints au rapport final.

Dans tous les cas, le patron d'échantillonnage mis en place (nombre de puits d'observation installés, localisation des échantillons prélevés en plan et en coupe, longueur de la crépine) doit être justifié par le responsable de la caractérisation et clairement présenté dans le rapport.

4.5.3 Méthode d'échantillonnage

Le [Guide d'échantillonnage à des fins d'analyses environnementales – Cahier 3, Échantillonnage des eaux souterraines](#) présente de façon détaillée les méthodes d'échantillonnage des eaux souterraines. La méthode choisie devrait être conservée tout au long du suivi, car le changement de méthode peut exercer une influence sur les résultats d'analyse. Cette notion est discutée dans le [Guide d'échantillonnage à des fins d'analyses environnementales – Cahier 3, Échantillonnage des eaux souterraines](#).

Lors du choix de la méthode d'échantillonnage, une attention particulière doit être portée à certains aspects qui sont détaillés dans ce [Guide d'échantillonnage à des fins d'analyses environnementales – Cahier 3, Échantillonnage des eaux souterraines](#). Ces aspects concernent :

- le moment choisi pour effectuer le relevé piézométrique;
- l'interception potentielle d'une couche d'une substance liquide immiscible légère (LIL) ou dense (LID);
- l'échantillonnage et la mesure de l'épaisseur d'une telle couche;
- l'utilisation de la purge à faible débit et à faible rabattement lorsque le milieu est peu perméable;
- la contamination croisée;
- la localisation et la longueur de la crépine;
- la possibilité d'utiliser un puits déjà en place.

À noter que le Ministère recommande l'utilisation de méthodes qui n'engendrent pas un brassage trop important de la colonne d'eau afin d'éviter les problèmes de turbidité et de dégazage dans les échantillons. Pour cette raison et comme le précise le [Guide d'échantillonnage à des fins d'analyses environnementales – Cahier 3, Échantillonnage des eaux souterraines](#), le tube à clapet ne doit être utilisé qu'en dernier recours. Son utilisation n'est pas souhaitable particulièrement quand des paramètres sensibles à l'agitation et à l'oxydation sont prévus : les COV, les métaux en traces, les substances hydrophobes sensibles aux

matières en suspension et les gaz dissous. Aussi, la présence de particules fines dans les échantillons tant pour les métaux (malgré la filtration) que pour les composés organiques (qui ne sont pas filtrés) peut engendrer des problèmes de représentativité de l'échantillon. L'analyse de la turbidité de l'échantillon d'eau souterraine s'avère utile notamment pour évaluer le niveau de stress qu'a subi une formation hydrogéologique lors de sa purge. Des recommandations spécifiques à cet effet sont présentées dans la section concernant les purges à faible débit et faible rabattement du [cahier 3](#).

Le [Guide d'échantillonnage à des fins d'analyses environnementales – Cahier 3, Échantillonnage des eaux souterraines](#) présente également les méthodes d'échantillonnage des duplicatas et discute des blancs de terrain et de transport.

4.5.4 Détermination des conditions hydrogéologiques – Relevé piézométrique

Lors de la phase II, il est important de connaître les conditions hydrogéologiques du terrain (profondeur de l'eau souterraine, direction et vitesse d'écoulement, etc.) ainsi que certaines propriétés physiques du sol (granulométrie, porosité, etc.) pour permettre de bien localiser les puits d'observation.

À cette fin, la compilation des données disponibles lors de la phase I, à l'échelle locale et régionale, doit être complétée par la réalisation d'un relevé piézométrique.

La mesure du niveau piézométrique doit être effectuée dans chacun des puits d'observation afin de déterminer le niveau de la nappe d'eau souterraine. Ces mesures permettent de déterminer le sens d'écoulement et le gradient hydraulique de l'eau souterraine (section 4.11.2). Les mesures de niveau d'eau sont également utilisées pour produire une carte piézométrique (section 4.11.2). La mise en place de sondes piézométriques automatiques peut être recommandée, en particulier si des variations saisonnières importantes, des directions de l'écoulement ou des gradients verticaux sont suspectées. Lorsque la phase II révèle une contamination des eaux souterraines, certains essais sont requis, tels que des essais de perméabilité ou de pompage. En présence de liquides non miscibles (légers ou denses), leurs épaisseurs doivent être mesurées et une correction doit être apportée à la valeur de la charge hydraulique. Les particularités techniques liées aux mesures des niveaux d'eau ainsi qu'à l'épaisseur des liquides non miscibles sont présentées dans le [Guide d'échantillonnage à des fins d'analyses environnementales – Cahier 3, Échantillonnage des eaux souterraines](#).

4.5.5 Suivi de la qualité des eaux souterraines

Plusieurs situations peuvent mener à la mise en place d'un suivi de la qualité des eaux souterraines, notamment la découverte d'une contamination des eaux souterraines, de manière préventive ou en raison de dispositions légales ou réglementaires. Ces diverses situations sont présentées et discutées à la section 7.8.6 du [Guide d'intervention](#).

Le suivi de la qualité des eaux souterraines devrait être réalisé trois fois par année, soit au printemps, à l'été et à l'automne, en s'assurant d'être en période de dégel des sols, d'étiage (période de sécheresse estivale) et de crue automnale.

Puisque le climat est variable d'une année à l'autre, le moment propice pour l'échantillonnage doit être déterminé chaque année, selon les conditions climatiques de la région où se trouve le terrain. Plusieurs informations peuvent être utilisées pour déterminer le meilleur moment pour la réalisation des diverses campagnes d'échantillonnage :

- les périodes de restrictions pour le camionnage du ministère des Transports et de la Mobilité durable du Québec sont de bons indicateurs du dégel;
- les niveaux minimal et maximal pour différentes régions du Québec sont publiés dans la banque de données du Réseau de suivi des eaux souterraines du Québec et disponibles sur le site Web du Ministère;

- le navigateur cartographique du Ministère présente des données ponctuelles recueillies sur le terrain, incluant les niveaux d'eau souterraine.

4.6 Eau de surface

4.6.1 Stratégie et méthode d'échantillonnage

Comme le précise l'article 31.42 de la LQE, la caractérisation d'un terrain comprend les eaux de surface qui s'y trouvent. L'eau de surface peut se retrouver sous forme de ruissellement dans un plan ou un cours d'eau, dans un fossé ou simplement dans une dépression du terrain.

La stratégie d'échantillonnage ciblé est recommandée aux endroits les plus susceptibles d'être contaminés :

- en présence d'indices organoleptiques;
- en présence d'eaux de résurgence ou de rejets d'effluents;
- en présence d'eaux stagnantes ou qui ne s'écoulent pas de façon visible;
- en aval d'un secteur ayant révélé la présence d'eau contaminée.

Les endroits les plus susceptibles de receler de la contamination peuvent également être dictés par les caractéristiques physicochimiques d'une substance (ex. : hydrocarbure lourd présent en profondeur).

La stratégie et les méthodes d'échantillonnage recommandées par le Ministère sont décrites dans le document [Suivi de la qualité de l'eau des rivières et petits cours d'eau](#).

Il existe également un document concernant l'échantillonnage pour l'analyse des métaux en traces dans l'eau de surface : [Protocole d'échantillonnage de l'eau de surface pour l'analyse des métaux traces \(MELCC, 2014\)](#).

4.7 Sédiment

Aux fins du présent guide, un sédiment est défini comme un ensemble de particules de nature minérale ou organique d'origine terrestre ou aquatique, transporté par l'eau, qui a fini par être déposé en milieu aquatique sous l'effet de la gravité.

L'expression « milieu aquatique » utilisée ici fait référence aux milieux humides et hydriques comme ils sont définis dans l'article 46.0.2 de la section V.1, du chapitre IV, du titre I de la LQE³, à l'exclusion de la partie d'une plaine inondable située au-delà de la ligne limite du littoral d'un lac ou d'un cours d'eau, comme définie par le *Règlement sur les activités dans les milieux humides, hydriques et sensibles* (RAMHHS). La limite du littoral, qui est la ligne servant à distinguer le littoral de la rive, est définie en détail à l'annexe 1 de l'article 4 du RAMHHS, comme la limite où l'on passe d'une prédominance de plantes aquatiques à une prédominance de plantes terrestres ou, si l'information est disponible, à la limite des inondations de

3. Selon l'article 46.0.2 de la LQE, un milieu humide et hydrique correspond à un lieu d'origine naturelle ou anthropique qui se distingue par la présence d'eau de façon permanente ou temporaire, laquelle peut être diffuse, occuper un lit ou encore saturer le sol et dont l'état est stagnant ou en mouvement, avec un débit régulier ou intermittent. Un milieu humide est également caractérisé par des sols hydromorphes ou une végétation dominée par des espèces hygrophiles. Sont notamment des milieux humides et hydriques :

- 1) un lac, un cours d'eau, y compris l'estuaire et le golfe du Saint-Laurent et les mers qui entourent le Québec;
- 2) les rives, le littoral et les plaines inondables des milieux visés au paragraphe 1°, tels qu'ils sont définis par règlement du gouvernement;
- 3) un étang, un marais, un marécage et une tourbière.

Les fossés de voies publiques ou privées, les fossés mitoyens et les fossés de drainage, tels qu'ils sont définis dans les paragraphes 2° à 4° du premier alinéa de l'article 103 de la *Loi sur les compétences municipales* (chapitre C-47.1), ne constituent pas des milieux humides et hydriques.

réurrence de deux ans. Ainsi, sont notamment des milieux aquatiques : un lac, un cours d'eau, l'estuaire et le golfe du Saint-Laurent, les mers qui entourent le Québec, les rives et le littoral situés sous la limite du littoral d'un lac ou d'un cours d'eau, comme ils sont définis dans la Politique de protection des rives, du littoral et des plaines inondables, un milieu humide tel qu'un étang, un marais, un marécage et une tourbière, pourvu que ce milieu soit caractérisé par des sols hydromorphes ou une végétation dominée par des espèces hygrophiles.

La notion de milieu terrestre et aquatique est également discutée dans le [Guide d'intervention \(section 7.9\)](#). Pour les besoins de caractérisation, puisque les critères de sol ne prennent pas en compte la faune aquatique, il est primordial de mettre en place des balises claires pour discerner les sols des sédiments.

Les particules qui composent les fossés de voie publique ou privée, les fossés mitoyens et les fossés de drainage sont considérées comme des sédiments lorsqu'elles sont directement connectées à un milieu aquatique, comme défini précédemment. Cependant, les particules qui se trouvent dans les fossés créés par l'homme à des fins de drainage ou d'irrigation (le long des routes, sur des terres agricoles, etc.), tels que les fossés de voies publiques ou privées, les fossés mitoyens ou les fossés de drainage dont la superficie du bassin versant est inférieure à 100 hectares (sauf s'ils sont directement connectés à un lac ou cours d'eau), sont considérées comme étant des sols et doivent être gérées comme tels. Leur qualité doit être évaluée à l'aide des critères génériques pour les sols.

L'accumulation des sédiments en milieu aquatique s'effectue périodiquement en fonction des propriétés hydrodynamiques du plan d'eau (lac et cours d'eau). Le sédiment est donc constitué d'une succession de strates distinctes qui peut s'apparenter à des couches de sol.

Les sédiments d'un milieu aquatique peuvent être contaminés par la présence de zones urbaines et d'activités commerciales ou industrielles à proximité ou en amont, actuelles ou passées, ou par des rejets accidentels. La phase I de l'étude de caractérisation vise notamment à déterminer la présence de zone à risque dans les sédiments de la zone à l'étude.

La présente section s'intéresse à la caractérisation des sédiments en vue d'en faire une gestion en milieu terrestre. La caractérisation des sédiments en vue d'en faire une gestion en milieu aquatique ou d'en évaluer les effets sur la faune aquatique n'est pas visée par le présent guide de caractérisation. La gestion des sédiments en milieu aquatique est abordée dans le guide [Critères pour l'évaluation de la qualité des sédiments au Québec et cadres d'application : prévention, dragage et restauration](#) (Environnement Canada et MDDEP, 2007).

4.7.1 Stratégie d'échantillonnage selon le contexte de la caractérisation des sédiments

Cette section présente les stratégies possibles pour la caractérisation des sédiments en vue d'une gestion en milieu terrestre. Selon les objectifs des travaux, la stratégie d'échantillonnage sera différente. Les trois contextes suivants, où la caractérisation des sédiments est requise, sont décrits dans la présente section :

- dragage d'entretien périodique;
- dragage requis lors de travaux de génie maritime (autres que les dragages d'entretien périodique : réfection d'un quai, ajout d'installation portuaire, etc.);
- évaluation d'un milieu susceptible d'être contaminé.

Lors de la caractérisation des sédiments, il est recommandé d'évaluer si les concentrations obtenues correspondent aux teneurs de fond en métaux et métalloïdes. Les modes de gestion en milieu terrestre pourraient être différents selon que les concentrations sont d'origine naturelle ou non. Ce cas particulier de caractérisation est discuté à la section 6. À noter que certaines données sur les teneurs de fond du fleuve Saint-Laurent sont disponibles dans le document [Critères pour l'évaluation de la qualité des sédiments au Québec et cadres d'application : prévention, dragage et restauration](#) (Environnement Canada et MDDEP, 2007).

Pour les besoins du présent guide, le patron d'échantillonnage en plan correspond à un patron d'échantillonnage en surface tandis que le patron d'échantillonnage en coupe correspond au patron d'échantillonnage en profondeur.

Le choix du patron d'échantillonnage en plan et en coupe est primordial pour obtenir une caractérisation représentative et de bonne qualité. Le patron d'échantillonnage doit être planifié et suffisamment flexible pour permettre, s'il y a lieu, des ajustements au cours des travaux. Le nombre d'échantillons à prélever est d'abord directement relié au patron d'échantillonnage choisi et à la grandeur de la zone susceptible d'être contaminée ou à la superficie de dragage prévue.

Les éléments suivants, connus ou présumés, doivent être respectés lors de l'élaboration du patron d'échantillonnage :

- les objectifs de la caractérisation des sédiments (entretien périodique, génie maritime ou évaluation d'un milieu susceptible d'être contaminé);
- la répartition anticipée des substances selon les conclusions de la phase I et selon les conditions hydrodynamiques du milieu;
- le type ainsi que les propriétés physiques et chimiques des substances susceptibles d'être présentes dans les sédiments;
- le type de sédiments (connu ou présumé) et ses propriétés physicochimiques. Les sédiments fins possèdent une plus grande surface spécifique pouvant accumuler une plus grande quantité de substances;
- la stratigraphie et la nature des sédiments anciens et récents;
- le sens du courant, la présence de marées et leur ampleur;
- le régime hydrodynamique du plan d'eau (zone d'accumulation ou de transport des sédiments). Les courbes des ruisseaux, les méandres des rivières, les embâcles et autres obstructions naturelles, les bassins ou autres dépressions ralentissent habituellement le débit et favorisent l'accumulation de sédiments;
- l'accessibilité du plan d'eau au moment prévu de la caractérisation;
- la présence d'activité anthropique sur le plan d'eau au moment prévu de la caractérisation;
- la superficie et la profondeur à draguer dans les contextes de génie maritime et les dragages d'entretien périodique;
- la proximité de la source de contamination.

Les stratégies d'échantillonnage font référence aux différentes approches d'échantillonnage (ciblé, aléatoire, systématique, stratifié) décrites dans le [Guide d'échantillonnage à des fins d'analyses environnementales – Cahier 1 : Généralités](#). Il est recommandé de s'y référer au besoin. Il existe également une terminologie équivalente associée à la stratégie d'échantillonnage dans le [Guide d'échantillonnage des sédiments du Saint-Laurent pour les projets de dragage et de génie maritime – Volume 1 : Directives de planification](#).

Dans les trois contextes mentionnés précédemment, une gestion en milieu terrestre des sédiments peut être nécessaire. Il est requis alors de procéder à une caractérisation des sédiments en place pour en déterminer la qualité et le mode de gestion approprié. À noter que la caractérisation des sédiments en pile, postdragage, n'est pas acceptable pour déterminer le mode de gestion terrestre, car cette façon de faire favorise la dilution des substances. De plus, les travaux de caractérisation doivent débiter en aval de la contamination et remonter vers l'amont. Cette façon d'exécuter le patron d'échantillonnage permet de limiter la remise en suspension de sédiments fortement contaminés et leur dépôt sur des sédiments moins contaminés qui n'auraient pas encore été échantillonnés.

La mobilité des substances dans les sédiments est très faible, ce qui peut favoriser l'accumulation des substances en surface. De plus, l'utilisation de substances maintenant bannies, d'anciennes pratiques industrielles ou d'anciennes normes moins sévères que les normes actuelles, peut avoir contribué à l'accumulation d'une contamination ancienne retrouvée en profondeur.

4.7.1.1. Dragage d'entretien périodique

Dans les ports ou en bordure de quai, il est fréquent de procéder à des travaux de dragage d'entretien de manière périodique. Ces travaux de dragage sont programmés en fonction du taux de sédimentation du lieu. La qualité des sédiments et les quantités à draguer sont généralement les mêmes d'une période à l'autre, surtout si les périodes de dragage sont rapprochées dans le temps (ex. : dragage annuel ou aux deux ans). Dans ces cas, les particularités qui s'appliquent à la caractérisation des sédiments sont décrites dans le [Guide d'échantillonnage des sédiments du Saint-Laurent pour les projets de dragage et de génie maritime – Volume 1 : Directives de planification](#), octobre 2002, produit par Environnement Canada, en collaboration avec le MDDEP.

Toutefois, si la qualité des sédiments est inconnue ou s'avère variable malgré la périodicité des travaux de dragage, la caractérisation des sédiments qui seront gérés en milieu terrestre doit suivre les particularités de la stratégie pour les travaux de génie maritime présentée à la section suivante.

4.7.1.2. Travaux de génie maritime (autres que ceux de dragage d'entretien périodique)

Dans les zones portuaires ou en bordure de plans d'eau, il est fréquent de réaliser des travaux de génie maritime tels que l'agrandissement ou la construction de nouvelles zones portuaires ou l'installation de ponts ou de quais. Ces travaux sont généralement ponctuels et, contrairement aux travaux de dragage périodiques, la qualité des sédiments et les quantités à draguer sont généralement inconnues. Pour ces raisons, la stratégie d'échantillonnage proposée dans le [Guide d'échantillonnage des sédiments du Saint-Laurent pour les projets de dragage et de génie maritime – Volume 1 : Directives de planification](#) doit être bonifiée afin d'assurer une gestion adéquate des sédiments en milieu terrestre.

Pour les travaux de génie maritime, une analyse du régime hydrodynamique de la zone à caractériser doit être réalisée avant de planifier le patron d'échantillonnage. Cette étude permettra de déterminer le sens de l'écoulement et les zones d'accumulation de sédiments et des substances, le cas échéant.

Par ailleurs, pour les patrons d'échantillonnage suivants (en plan et en coupe), le responsable de la caractérisation doit justifier le maillage et l'intervalle d'échantillonnage choisis. Aussi, il est attendu que soit démontré que le plan d'échantillonnage prévoit un nombre suffisant de prélèvements aux endroits stratégiques, dans toute la zone à draguer. Ainsi, les résultats présentés seront représentatifs de l'état réel de la zone à draguer.

Patron d'échantillonnage en plan (de surface)

Le patron d'échantillonnage en plan doit tenir compte des résultats de l'étude hydrodynamique, notamment en ce qui concerne le sens d'écoulement et la vitesse du courant de la zone d'étude, et doit respecter les exigences ci-dessous :

- le patron d'échantillonnage des sédiments doit couvrir toute la zone à draguer;
- la stratégie **d'échantillonnage ciblé** doit permettre de vérifier la qualité des sédiments des zones à risque d'être contaminées ou des zones considérées comme sensibles :
 - lorsqu'une zone à risque est identifiée lors de la phase I :
 - la stratégie d'échantillonnage ciblé est obligatoire dans toutes les zones à risque. Il est obligatoire de localiser un nombre représentatif de stations d'échantillonnage dans chacune des zones à risque, à l'endroit le plus fortement contaminé ou soupçonné d'être le plus contaminé. La localisation des stations d'échantillonnage doit permettre d'établir

un gradient de concentration lié à la distance de la source d'où provient la contamination, le cas échéant;

- lorsque l'étude hydrodynamique indique une zone d'accumulation de sédiments (ex. : méandre de rivière, obstruction naturelle ou anthropique) :
 - la stratégie d'échantillonnage ciblé est obligatoire dans toutes les zones d'accumulation de sédiments puisque ces zones sont favorables à la déposition des substances. Il est obligatoire de localiser un nombre représentatif de stations d'échantillonnage dans chacune des zones d'accumulation de sédiment. La localisation des stations d'échantillonnage doit permettre d'établir un gradient de concentration lié à la distance de la source d'où provient la contamination, le cas échéant;
- lorsqu'un récepteur sensible est identifié :
 - la stratégie d'échantillonnage ciblé est obligatoire dans toutes les zones sensibles – espèce et habitat aquatiques sensibles (ex. : zone de fraie) – sauf lorsque cela est contre-indiqué (ex. : par la Direction de la faune du Ministère ou Pêches et Océans Canada). Un nombre représentatif de stations d'échantillonnage pour chacune des zones sensibles doit être effectué;
- La stratégie **d'échantillonnage systématique** doit compléter la stratégie ciblée pour couvrir l'ensemble de la zone à draguer. Le maillage recommandé est de 25 m de côté, mais peut être plus large ou plus petit selon les conditions hydrodynamiques du terrain à l'étude, la distance des sources de contamination, des zones d'accumulation de sédiments ou des récepteurs sensibles.

Patron d'échantillonnage en coupe (en profondeur)

La profondeur de la contamination va dépendre de divers facteurs tels que l'historique des activités anthropiques, les conditions hydrodynamiques, le remaniement des sédiments, la nature des substances (propriété physicochimique) et la nature des sédiments.

Un patron d'échantillonnage en coupe doit respecter les exigences ci-dessous :

- le patron d'échantillonnage des sédiments doit couvrir toute la profondeur du dragage prévu pour chacune des stations d'échantillonnage;
- il est recommandé de prélever des échantillons sur des intervalles plus courts lorsqu'une contamination est suspectée (ex. : tous les 15 cm ou 20 cm) tout en s'assurant de prélever les sédiments d'une même strate. En présence de strates distinctes, l'intervalle d'échantillonnage doit être adapté;
- lorsqu'il n'y a pas de contamination suspectée, les échantillons doivent être prélevés pour chacune des strates sur une profondeur maximale de 50 cm;
- en présence d'indices de contamination perceptibles (visuels ou olfactifs), un échantillon doit y être prélevé à l'endroit suspecté d'être contaminé ainsi qu'au-dessus et en dessous de cet endroit afin de délimiter l'épaisseur de la contamination;
- si les travaux de dragage atteignent les dépôts sédimentaires préindustriels (ex. : argile de la mer de Champlain), il n'est pas requis de procéder à leur échantillonnage sur toute leur épaisseur. Un échantillon de surface dans le dépôt quaternaire sous les sédiments peut être suffisant.

Puisque les sédiments sont submergés et que les mécanismes de transport des substances sont complexes en milieu hydrique, plusieurs campagnes d'échantillonnage peuvent être requises afin de délimiter l'étendue latérale de la contamination à l'intérieur de la zone de dragage. Cet élément sera abordé lors de la phase III à la section 5.4.

Il peut s'avérer judicieux de prévoir des stations d'échantillonnage supplémentaires en périphérie de la zone susceptible d'être contaminée, de prélever des échantillons supplémentaires sous le niveau le plus

bas de la contamination suspectée, de prélever les échantillons en double ou d'en prélever une quantité suffisante pour permettre la réalisation d'analyses additionnelles. La caractérisation doit être suffisamment précise et complète pour permettre de déterminer les modes de gestion des sédiments en milieu terrestre.

4.7.1.3. Évaluation d'un milieu susceptible d'être contaminé

Lors de la découverte d'un milieu aquatique susceptible d'être contaminé, si une gestion terrestre des sédiments est envisagée, l'échantillonnage et l'analyse des sédiments doivent être précédés de la phase I d'une étude de caractérisation, incluant l'analyse des données hydrodynamiques du milieu aquatique. Ces informations sont obligatoires pour réaliser une phase II représentative de l'état réel du terrain. La contamination des sédiments peut provenir d'une zone urbaine ou d'une activité industrielle ou commerciale, actuelle ou antérieure à proximité ou en amont du terrain à l'étude. La contamination peut également être reliée à un rejet accidentel (ex. : accident ferroviaire de Lac-Mégantic avec une contamination résiduelle qui a eu un impact sur la rivière Chaudière).

La stratégie d'échantillonnage discutée ci-dessous est appliquée uniquement lorsque la gestion des sédiments est prévue en milieu terrestre.

La stratégie d'échantillonnage est identique à celle qui est présentée pour les travaux de génie maritime (autres que ceux de dragage d'entretien périodique), à l'exception que la zone à caractériser n'est pas connue à l'avance (zone de dragage), mais précisée au fur et à mesure que les travaux de caractérisation progressent. L'objectif est de définir l'étendue latérale et verticale de la contamination sans se limiter à une zone à draguer. Cette étendue doit être définie par les travaux de caractérisation autant en surface qu'en profondeur.

Puisque les sédiments sont submergés et que les mécanismes de transport des substances sont complexes en milieu hydrique, plusieurs campagnes d'échantillonnage peuvent être requises afin de délimiter l'étendue de la contamination. La phase III d'une étude de caractérisation des sédiments est traitée à la section 5.4.

Il peut s'avérer judicieux de prévoir des stations d'échantillonnage supplémentaires en périphérie de la zone susceptible d'être contaminée, de prélever les échantillons en double ou d'en prélever une quantité suffisante pour permettre la réalisation d'analyses additionnelles. La caractérisation doit être suffisamment précise et complète pour permettre de déterminer les modes de gestion des sédiments en milieu terrestre.

Caractérisation postdragage

Lors de l'évaluation d'un milieu susceptible d'être contaminé, après les travaux de réhabilitation, il est requis de procéder à une caractérisation postdragage pour évaluer si les objectifs de réhabilitation ont été atteints. La caractérisation postdragage doit être adéquatement réalisée dans l'éventualité où une contamination résiduelle doit être draguée et gérée en milieu terrestre.

Le patron d'échantillonnage en plan pour la caractérisation postdragage doit respecter les exigences ci-dessous :

- la ou les zones qui ont été draguées doivent être caractérisées selon le même patron d'échantillonnage établi avant le dragage;
- des sections doivent être délimitées à l'aide du patron d'échantillonnage prédragage. Chacune de ces sections doit être échantillonnée à l'aide d'un échantillon ponctuel localisé aléatoirement dans la section.

La caractérisation postdragage s'effectue sur les sédiments de surface. Ainsi, la méthode d'échantillonnage sélectionnée doit permettre le prélèvement des sédiments de surface sur une profondeur maximale de 15 cm.

4.7.2 Méthode d'échantillonnage

Dans le cas des milieux hydriques profonds comme les rivières et les lacs, les échantillons de sédiments sont prélevés soit par des outils d'échantillonnage spécialisés à bord d'embarcation soit, dans certains cas, par des plongeurs. Dans le cas des plans d'eau peu profonds, l'échantillonnage peut, notamment, s'effectuer à gué. Les méthodes d'échantillonnage des sédiments sont décrites dans le document produit par Environnement Canada, en collaboration avec le ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, [Guide d'échantillonnage des sédiments du Saint-Laurent pour les projets de dragage et de génie maritime – Volume 2 : Manuel du praticien de terrain](#), octobre 2002. Il faut s'assurer de conserver le plus possible l'intégrité physique des sédiments prélevés, plus particulièrement la fraction fine de ceux-ci pour en assurer la représentativité du niveau de contamination de la zone caractérisée. En effet, certaines techniques de prélèvement (notamment à gué ou par un plongeur) peuvent entraîner une perte de matières fines où peuvent se concentrer les substances.

Lorsque la méthode d'échantillonnage choisie est l'utilisation d'une benne, il est important de savoir que la quantité de sédiments provenant d'un seul coup de benne n'est généralement pas suffisante pour combler les besoins d'analyse. Ainsi, afin d'avoir une méthode d'échantillonnage uniforme, il est recommandé de procéder au même nombre de coups de benne pour chacune des stations d'échantillonnage.

Dans les cas où une zone à risque est suspectée sous les sédiments de surface (>15 cm), il est recommandé de procéder à l'échantillonnage à l'aide d'un carottier. Cette méthode d'échantillonnage permet de prélever des colonnes de sédiments peu remaniés de longueurs variées. Avec cette méthode, il sera possible de prélever en continu, afin de sous-échantillonner les diverses strates de sédiments qui se sont déposées au fil du temps et ainsi d'établir le profil vertical (et historique) de la qualité des sédiments.

Lors des travaux de caractérisation ou de dragage, de la machinerie et des équipements hydrauliques sont utilisés en bordure du plan d'eau ou sur celui-ci. De l'huile biodégradable devrait être utilisée afin de limiter les risques en cas de rejet dans l'environnement.

4.7.3 Type d'échantillon

Les deux types d'échantillons, ponctuels ou composés, sont décrits dans le *Guide d'échantillonnage des sédiments du Saint-Laurent pour les projets de dragage et de génie maritime* ([Volume 1 : Directives de planification](#) et [Volume 2 : Manuel du praticien de terrain](#)). Tel qu'il est défini dans ces volumes, un échantillon ponctuel provient **d'une seule station d'échantillonnage**, mais peut être obtenu grâce à un ou plusieurs coups de benne lorsque la quantité de sédiments récupérés est insuffisante. L'échantillon composé diffère puisqu'il se compose de sédiments provenant **de différentes stations d'échantillonnage** (emplacements).

L'échantillonnage ponctuel doit être utilisé dans la majorité des cas de caractérisation des sédiments afin d'éviter toute dilution de la contamination.

Le prélèvement des particules plus fines doit être priorisé puisque c'est la fraction <2 mm qui sera analysée, comme le précise le [Guide de caractérisation physico-chimique et toxicologique des sédiments](#) du Ministère et d'Environnement et Changement climatique Canada. De façon générale, les concentrations de substances y sont les plus élevées. Par exemple, les substances organiques et les métaux sont généralement adsorbés à la surface des particules. Par conséquent, l'ampleur de la contamination se trouve dans la fraction des particules fines étant donné que celle-ci offre une plus grande surface de contact (surface spécifique). Lors des analyses, plus la surface spécifique est grande, plus le traitement analytique (extraction et digestion) est efficace pour maximiser la probabilité de trouver la contamination soupçonnée. De plus, il est important d'analyser les particules fines, puisqu'elles représentent un risque d'exposition plus grand pour les récepteurs.

Les échantillons ponctuels prélevés à l'aide de plusieurs coups de benne de la même station d'échantillonnage ou les échantillons composés provenant de plusieurs stations d'échantillonnage doivent être homogénéisés sur le terrain ou au laboratoire (s'ils ne sont pas susceptibles d'être contaminés par des

composés volatils). L'homogénéisation doit également être effectuée lorsqu'il est prévu de dupliquer des échantillons pour en conserver une partie, comme cela est précisé dans le paragraphe ci-dessous. Les méthodes d'homogénéisation des sédiments sont présentées dans le [Guide d'échantillonnage des sédiments du Saint-Laurent pour les projets de dragage et de génie maritime – Volume 2 : Manuel du praticien de terrain](#) ainsi que dans le [Guide de caractérisation physico-chimique et toxicologique des sédiments](#).

Dans certaines situations, il est recommandé de prélever des échantillons en double ou d'en prélever une quantité plus importante pour permettre la réalisation d'analyses additionnelles. Il peut également être avantageux de prélever des sédiments à des stations d'échantillonnage additionnelles au cas où des analyses supplémentaires sont requises. Ces façons de faire permettraient de ne pas retourner échantillonner sur le plan d'eau et ainsi de limiter les dépenses et les délais qui y sont associés.

4.7.4 Description des échantillons prélevés

Peu importe la méthode d'échantillonnage choisie, lors du prélèvement des échantillons de sédiments, une description visuelle (nature du sédiment, couleur, odeur, granulométrie) de chacun des échantillons doit être réalisée. Pour procéder à une bonne description de chaque échantillon de sédiment, il est recommandé de se référer au [Guide d'échantillonnage des sédiments du Saint-Laurent pour les projets de dragage et de génie maritime – Volume 2 : Manuel du praticien de terrain](#). La description des échantillons sera utile pour mieux interpréter les résultats et suivre les strates de sédiments d'une station d'échantillonnage à l'autre à l'aide des profils qui pourront être produits.

4.7.5 Échantillons à analyser

Afin d'obtenir l'état réel du terrain, il est requis de sélectionner adéquatement les échantillons de sédiments destinés à l'analyse. Selon l'objectif de la caractérisation, le choix et le nombre d'échantillons à analyser seront différents.

Lors des travaux de génie maritime et des dragages d'entretien périodique, les échantillons sélectionnés pour l'analyse doivent être représentatifs des sédiments à draguer afin de déterminer leur qualité en vue d'une gestion terrestre. Il est également requis de porter une attention aux sédiments présentant des indices organoleptiques de contamination.

Lors de la caractérisation des sédiments en milieu contaminé, le choix et le nombre d'échantillons pour l'analyse dépendront de l'objectif de réhabilitation ainsi que de l'ensemble des informations détenues, telles que l'historique du terrain, les zones d'accumulation, la nature des substances suspectées, les indices organoleptiques, la profondeur à laquelle la contamination est suspectée, etc. À la suite de l'analyse des premiers échantillons de sédiments, si des résultats indiquent une contamination, des analyses supplémentaires doivent être réalisées sur les échantillons au-dessus et en dessous, pour mieux délimiter l'étendue latérale et verticale (épaisseur et profondeur de la contamination).

Les paramètres à analyser sont déterminés à la suite de la réalisation de la phase I, sur la base des informations récoltées et du modèle conceptuel. Il est également recommandé d'effectuer les paramètres de routine⁴ du guide [Critères pour l'évaluation de la qualité des sédiments au Québec et cadre d'application : prévention, dragage et restauration](#) (Environnement Canada et MDDEP, 2007), de même que les butylétains pour les zones portuaires et les marinas et la salinité lorsqu'ils sont applicables. Certains de ces paramètres sont décrits à la section 4.3.1.5 du présent guide, dans le guide mentionné précédemment ainsi que dans les volumes [1](#) et [2](#) du [Guide d'échantillonnage des sédiments du Saint-Laurent pour les projets de dragage et de génie maritime](#) d'Environnement Canada (2002a, 2002b). Les

4. Paramètres de routine : métaux et métalloïdes (arsenic, cadmium, chrome, cuivre, mercure, nickel, plomb, zinc), HAP, BPC, granulométrie, COT et HP C₁₀-C₅₀.

méthodes analytiques doivent respecter le [Guide de caractérisation physico-chimique et toxicologique des sédiments](#).

4.7.6 Échantillon non analysé

Il est recommandé de conserver tous les échantillons de sédiment prélevés lors des campagnes d'échantillonnage, pour toute la durée du processus d'autorisation du projet. Ces échantillons peuvent être conservés de différentes façons, soit humides, séchés, lyophilisés ou congelés selon les paramètres d'analyse (voir [Guide de caractérisation physico-chimique et toxicologique des sédiments](#)). À la suite de l'interprétation des premiers résultats, ces échantillons permettront de compléter les données et d'éviter de retourner prélever des échantillons sur le plan d'eau, limitant ainsi les frais et les délais qui y sont associés.

4.8 Rejet liquide

Le prélèvement des rejets liquides d'un terrain peut donner de bonnes indications sur la nature des contaminants en présence. Les rejets liquides rencontrés lors de la phase II peuvent être de natures diverses : effluent industriel, effluent domestique, eaux de lixiviation provenant de lieux d'enfouissement, déversement d'origine inconnue ou accidentelle, etc. La connaissance de la qualité des rejets liquides peut donner de bonnes indications sur la nature des substances contaminantes susceptibles de se retrouver dans l'environnement. La composition des rejets liquides peut être variable dans le temps. Ainsi, lors de la réalisation de l'étude environnementale d'un terrain, tous les types de rejets liquides doivent être échantillonnés et analysés, d'autant plus si la composition et l'origine sont inconnues. Advenant que des résultats antérieurs d'un rejet soient connus, le responsable de la caractérisation doit démontrer la fiabilité de ces données, s'il ne prévoit pas d'échantillonner le rejet liquide présent sur le terrain à l'étude. Les méthodes d'échantillonnage des rejets liquides sont décrites dans le [Guide d'échantillonnage à des fins d'analyses environnementales – Cahier 2 : Échantillonnage des rejets liquides](#) et dans l'addenda émis en 2016, qui remplace la section 4 du cahier 2.

4.9 Air

La présente section démontre les stratégies et les méthodes d'échantillonnage pour les contaminations associées à l'air.

La caractérisation des émissions atmosphériques peut être utile pour identifier des sources qui peuvent contaminer le terrain. Concernant les sources d'émissions atmosphériques qui peuvent contaminer le terrain, nous distinguons les types « source fixe » et « autre source ».

Concernant les sources d'émissions atmosphériques provenant du terrain lui-même et qui peuvent contaminer l'air (ambiant ou celui d'un bâtiment), nous distinguons notamment dans ce guide les types « biogaz », « intrusion de vapeurs liées aux COV chlorés » et « intrusion du radon ».

Les cinq types d'émissions, « source fixe », « autre source », « biogaz », « intrusion de vapeurs liées aux COV chlorés » et « intrusion du radon » sont discutés ci-dessous.

4.9.1 Stratégie et méthode d'échantillonnage

4.9.1.1 Émission atmosphérique en provenance de sources fixes

Une source fixe d'émission atmosphérique est une activité, un équipement ou un procédé, autre qu'un véhicule mobile, un aéronef, un navire ou une locomotive, générant des émissions. Les sources fixes peuvent provenir notamment de procédés, d'activités industrielles, de l'utilisation de combustibles ou encore de l'incinération de matières résiduelles. Ces sources fixes d'émission peuvent rejeter des substances dans l'air à des concentrations non conformes à la réglementation ou à une autorisation délivrée en vertu de la LQE. Ces substances peuvent également se déposer à la surface des sols et des eaux de surface du terrain où l'on retrouve le point d'émission ainsi que sur les terrains avoisinants. Les

contaminants atmosphériques peuvent contaminer les sols qui se trouvent à proximité de la source fixe et, également, se déposer dans la direction des vents dominants en aval des sources d'émission. La topographie joue aussi un rôle important dans la dispersion des contaminants atmosphériques. Une modélisation de la dispersion atmosphérique peut également être effectuée en respect des exigences du [Règlement sur l'assainissement de l'atmosphère](#) (RAA). Cette modélisation s'effectue généralement lors de la phase III et est discutée à la section 5.7.4.

Lorsque la composition des émissions atmosphériques provenant d'une source fixe est inconnue, il est recommandé de procéder à son échantillonnage et à son analyse. Les méthodes d'échantillonnage sont présentées dans le [Guide d'échantillonnage à des fins d'analyses environnementales – Cahier 4 : Échantillonnage des émissions atmosphériques en provenance de sources fixes](#). La section 6.4 de ce guide est consacrée à l'échantillonnage en cas de contamination aéroportée.

4.9.1.2. Autre source d'émission atmosphérique

Lorsqu'une contamination de l'air ambiant est suspectée, il est recommandé de procéder à son échantillonnage et à son analyse. La contamination de l'air peut provenir d'une source fixe d'émission atmosphérique ou d'autres sources, telles que l'entreposage de particules fines en vrac, le transbordement de matériaux en vrac, le transport de matériaux fins, la circulation de véhicules sur des routes non pavées contenant des concentrations élevées en métaux (ex. : propriété d'une activité minière) ou l'excavation et l'entreposage temporaire de sols contaminés provenant d'un terrain en réhabilitation, etc. Les contaminants émis dans l'air ambiant peuvent être adsorbés sur les sols ou se déposer sur les eaux de surface du terrain où se déroulent les activités émettrices de contaminants atmosphériques ou sur les terrains avoisinants. Les contaminants atmosphériques peuvent contaminer les sols avoisinants proches de la source et également se déposer dans la direction des vents dominants en aval des sources d'émission. La topographie doit également être prise en compte dans la dispersion des particules.

Il n'est pas fréquent de procéder à l'échantillonnage de l'air ambiant d'un terrain à l'étude. Cette pratique est souvent liée à des inquiétudes au niveau de la santé. La surveillance de la qualité de l'air ambiant doit être effectuée selon une méthode généralement reconnue (art. 198 du [RAA](#)).

4.9.1.3. Biogaz

La dégradation de matières organiques en milieu anaérobie favorise la formation de biogaz. Les terrains les plus susceptibles d'émettre ces biogaz sont les lieux où l'on retrouve des matières résiduelles enfouies et les marais. « La nature et la quantité des gaz générés par les matières résiduelles enfouies sont d'abord fonction des caractéristiques physiques, chimiques et biologiques des matières contenues dans le lieu d'élimination. D'autres facteurs comme le taux d'humidité, la température à l'intérieur du site, le pH, les substances nutritives, la taille des particules, la densité et l'âge des matières résiduelles peuvent avoir un effet sur le taux de production et la quantité de gaz. La période de production de gaz peut s'étendre sur plusieurs dizaines d'années en fonction des conditions et la composition du gaz peut également varier en fonction des phases de décomposition⁵. »

Les biogaz représentent une problématique au point de vue de la santé en raison de leur toxicité, leur inflammabilité et leur densité. Les biogaz générés sont majoritairement constitués de méthane qui est un gaz extrêmement inflammable et explosif qui peut exploser spontanément lorsque sa concentration dans l'air est supérieure à 50 000 ppm (particules par million). Les biogaz sont également composés de gaz carbonique, de sulfures d'hydrogène, de composés organiques volatils, etc.

Lorsque la présence de matières organiques est suspectée sur un terrain à la suite des résultats de l'étude de phase I ou découverte lors de la phase II, il est requis de vérifier la présence de biogaz dans la ou les zones les plus susceptibles d'en contenir et de délimiter ces dernières. Les stratégies et les méthodes

5. MDDELCC, [Guide relatif à la construction sur le terrain d'un lieu d'élimination de matières résiduelles désaffecté](#), novembre 2020.

d'échantillonnage recommandées sont celles qui sont présentées dans le [Guide relatif à la construction sur le terrain d'un lieu d'un lieu d'élimination de matières résiduelles désaffecté](#) du Ministère. Ce guide est applicable pour tous les terrains où la présence de biogaz est suspectée, même si le terrain n'est pas identifié comme un lieu d'élimination désaffecté et même si aucune construction n'est prévue.

4.9.1.4. Intrusion de vapeurs liées aux COV chlorés

« À l'heure actuelle, la contamination par des composés organiques volatils (COV) chlorés est souvent causée par des activités industrielles impliquant l'utilisation de solvants (ex. : la fabrication de peinture, de vernis ou de colle). Certaines activités commerciales, notamment le nettoyage à sec, utilisent des solvants chlorés, comme le perchloroéthylène (ou tétrachloroéthylène) (PCE), qui peuvent se retrouver dans l'environnement (sol et/ou eau souterraine) à la suite de ces activités. Le PCE est une substance toxique cancérigène dont les produits de dégradation, le trichloroéthylène (TCE), le dichloroéthylène (DCE; trans- et cis-) et le chlorure de vinyle sont également toxiques et, pour certains, cancérigènes⁶. »

La caractérisation de l'air interstitiel dans les sols est requise lorsqu'il y a présence de bâtiment sur le terrain ou à proximité, et que des COV chlorés sont présents dans les sols ou les eaux souterraines. « Les critères et valeurs limites réglementaires des COV chlorés ne tiennent pas compte de la voie d'exposition de vapeurs dans l'air intérieur des bâtiments. Ainsi, le sol et/ou l'eau souterraine d'un terrain peuvent respecter les critères applicables, mais représenter quand même un risque à la santé des occupants par l'inhalation de vapeurs de COV chlorés⁴. »

Les stratégies et les méthodes d'échantillonnage sont présentées dans la [Fiche technique n° 12 – La migration des contaminants organiques volatils chlorés d'un terrain vers l'air intérieur d'un bâtiment](#) du Ministère.

4.9.1.5. Intrusion du radon

La présence de radon dans les bâtiments est une problématique de santé publique. La problématique concernant ce gaz est reliée à l'infiltration possible dans les bâtiments, par les fissures ou les ouvertures dans les fondations. L'exposition à ce gaz peut représenter des causes de cancer des poumons.

Le radon (²²²Rn) est un gaz radioactif d'origine naturelle qui provient de la désintégration de l'uranium (²³⁸U) présent dans la croûte terrestre. Il est inodore, incolore et sans saveur. Il est donc impossible de le détecter par les sens. Il est présent naturellement dans certaines formations géologiques.

Il est possible que, dans certains cas, la caractérisation de ce gaz soit requise à l'intérieur d'un bâtiment. Face à des concentrations retrouvées qui sont très variables d'une habitation à l'autre et le fait que peu de régions semblent exemptes totalement de radon, les bonnes pratiques sont d'effectuer la vérification des habitations au moins une fois, à l'aide d'un test de dépistage du radon. Ce gaz a tendance à s'accumuler dans les parties basses d'un bâtiment, c'est pourquoi la mesure doit se réaliser à ces endroits. Comme le recommande le MSSS par l'intermédiaire de son portail Santé mieux-être, la mesure du radon est faite à l'aide d'un dosimètre qui doit être installé pendant une période d'au moins trois mois, idéalement en hiver lorsque l'endroit est moins ventilé.

6. MELCC, « [Fiche technique n° 12 – La migration des contaminants organiques volatils chlorés d'un terrain vers l'air intérieur d'un bâtiment](#) », 2020.

4.10 Matière résiduelle en surface

4.10.1 Stratégie et méthode d'échantillonnage

Cette section concerne uniquement la caractérisation des matières résiduelles présentes à la surface d'un terrain. La caractérisation des matières résiduelles dans les sols ou mélangées à ceux-ci est décrite à la section 4.4.

Lors de la phase I, des matières résiduelles de natures diverses (dangereuses ou non) peuvent être observées sur le terrain à l'étude. Ces matières résiduelles peuvent être sous différentes formes (liquides, semi-liquides ou solides), elles peuvent être homogènes ou hétérogènes et peuvent se retrouver à différents endroits sur un terrain tels que dans des lagunes, des réservoirs, des barils, des conteneurs ou mises en piles.

Lorsque la phase I n'a pas permis d'identifier la composition précise ou l'origine d'une matière résiduelle et que sa présence peut porter préjudice à l'environnement, il est requis de procéder à son échantillonnage et à son analyse. Ces analyses permettront, entre autres, de donner de bonnes indications sur la nature des substances susceptibles de se retrouver dans l'environnement et de déterminer si la matière résiduelle est dangereuse au sens du [Règlement sur les matières dangereuses](#) et d'en orienter la valorisation ou l'élimination au moment de la réhabilitation. Il peut également être requis de procéder à l'échantillonnage et l'analyse d'une matière résiduelle dans le but de déterminer le mode de gestion applicable.

Pour cela, se référer au [Guide de valorisation des matières résiduelles inorganiques non dangereuses de source industrielle comme matériau de construction](#).

Les méthodes d'échantillonnage pour les matières résiduelles sont présentées dans le [Guide d'échantillonnage à des fins d'analyses environnementales – Cahier 8 : Échantillonnage des matières dangereuses](#).

4.11 Compilation et interprétation des données

À la fin des travaux de terrain, toutes les données recueillies doivent être interprétées en fonction des objectifs de la phase II. L'interprétation doit tenir compte des critères, valeurs limites réglementaires ou normes applicables au terrain. L'interprétation permet de confirmer la présence ou l'absence d'une contamination ainsi que d'évaluer la source et les impacts de la contamination sur le milieu récepteur, le cas échéant. L'interprétation des données permet de mettre à jour le modèle conceptuel qui met en relation toutes les informations recueillies lors des phases I et II de la caractérisation d'un terrain. L'interprétation doit tenir compte des contraintes ou ajustements qui ont été faites sur le terrain par rapport à ce qui était initialement prévu.

L'annexe 7 présente le contenu du rapport de caractérisation ainsi que tous les éléments d'interprétation dont le responsable de la caractérisation doit tenir compte à cette étape-ci. L'annexe 8 présente, pour sa part, le résumé des études de caractérisation. Sans reprendre tous les éléments d'interprétation possible lors d'une phase II, certaines particularités des matières caractérisées qui constituent le terrain sont décrites ci-dessous.

4.11.1 Sol

Interprétation des résultats d'analyse

Lors de l'interprétation des résultats d'analyse pour les sols, les critères et les valeurs limites réglementaires applicables sont définis de la façon suivante :

- Critères génériques du [Guide d'intervention \(section 8.2.1.2\)](#) :
 - critère A : représente la teneur de fond pour les métaux et métalloïdes et la limite de quantification pour les paramètres organiques;
 - critère B : représente, notamment, la limite maximale acceptable pour un terrain zoné résidentiel ou un terrain où se déroulent certains usages institutionnels;
 - critère C : représente, notamment, la limite maximale acceptable pour un terrain zoné industriel, commercial, institutionnel non sensible ou récréatif non sensible;
- Valeurs limites du [Règlement sur la protection et la réhabilitation des terrains](#) :
 - annexe I : correspond généralement au critère B du [Guide d'intervention](#);
 - annexe II : correspond généralement au critère C du [Guide d'intervention](#);
- Valeurs limites de l'annexe I du [Règlement sur l'enfouissement des sols contaminés](#) (RESC) : elles représentent les concentrations maximales des substances dans les sols qui peuvent être reçus dans des lieux d'enfouissement de sols contaminés.

Les critères du [Guide d'intervention](#) sont utilisés dans les cas non visés par la section IV de la LQE tandis que les cas visés doivent utiliser les valeurs limites réglementaires.

Important : un sol est considéré comme étant contaminé dès qu'un dépassement du critère A est observé. Ce dépassement s'inscrit dans un contexte de présence d'activités anthropiques ayant un impact sur le milieu récepteur. Comme il est mentionné dans le [Guide d'intervention](#) à la section 8.2.1.2, les critères A correspondent soit aux teneurs de fond naturelles dans une région donnée pour les paramètres inorganiques, soit aux limites de quantification de la méthode analytique (LQM) pour les paramètres organiques et certains paramètres inorganiques (p. ex., le chrome hexavalent) qui sont aussi d'origine anthropique. Un terrain dont les sols sont contaminés (concentration > critère A) pourrait représenter un risque significatif pour la santé humaine, la faune, la flore, les écosystèmes et l'environnement, ou les biens au sens de l'article 20 de la LQE. Au Québec, ce risque peut être évalué soit en se référant à des critères génériques déjà établis, en l'occurrence les critères B ou C de l'annexe 2 du [Guide d'intervention](#), soit en réalisant une évaluation du risque dans les conditions spécifiques du terrain en respectant les procédures et les méthodes prescrites à la section 6.6 du [Guide d'intervention](#).

En plus de la comparaison aux critères ou valeurs limites réglementaires, les concentrations obtenues peuvent être comparées aux résultats d'anciennes études de caractérisation pour vérifier s'il y a eu un apport supplémentaire ou non de substances dans les sols.

Interprétation spatiale de la stratigraphie

L'interprétation de la stratigraphie est un élément important de la caractérisation des sols. Lors des travaux de terrain, le préleveur doit effectuer une description détaillée de chacune des couches stratigraphiques rencontrées et/ou échantillonnées. Ces descriptions sont par la suite présentées dans des journaux de sondage pour chacune des stations d'échantillonnage. À l'aide de ces journaux de sondage, il est recommandé de produire des profils de coupes représentant la stratigraphie du terrain. Le nombre de profils à fournir peut servir à illustrer le terrain et à bonifier le modèle conceptuel du terrain. La localisation des sondages doit être identifiée et reportée sur ces profils ainsi que le niveau de la nappe d'eau souterraine. Ces profils de coupes stratigraphiques à l'échelle permettent de déterminer les continuités entre différentes couches de sol rencontrées. Les coupes permettent ainsi de visualiser les zones de sols contaminés et de déterminer les zones où une caractérisation de phase III pourrait être requise.

Interprétation de l'ampleur de la contamination

A) Sol en place

Bien que l'ampleur d'une contamination des sols puisse être évaluée de manière préliminaire au terme de la phase II, il est requis en phase III d'être **plus précis** afin de pouvoir estimer les volumes de sols contaminés.

Dans le but d'être cohérent avec l'application du modèle conceptuel, mais également afin que les volumes de sols contaminés présentés reflètent plus fidèlement les quantités de sols contaminés du terrain, il est recommandé, lorsque cela est applicable, d'avoir recours aux méthodes d'interpolation. Ces méthodes servent à déterminer à quel endroit les sols respecteront les critères ou valeurs limites réglementaires applicables au projet, basé sur les données disponibles, dont les concentrations des substances.

Parmi les différentes méthodes d'interpolation, l'interpolation linéaire permet d'estimer la valeur d'un point situé spatialement entre deux points dont on connaît la valeur de chacun d'eux. Elle se caractérise en donnant une valeur estimée au point en fonction de sa position spatiale par rapport aux points connus. Dans le cas d'une interpolation linéaire, les valeurs des points en fonction de leur position le long d'une ligne suivent les valeurs de l'équation d'une droite. Pour faciliter la compréhension, ce type d'interpolation est également utilisé pour les courbes topographiques ainsi que les courbes isopièzes.

Par exemple, prenons un point Y qui correspond à une valeur de critère B de 25 mg/kg, mais dont on ne connaît pas la position relative entre deux points X et Z de valeurs respectives de 10 et 85 mg/kg distants de 25 m, alors la position du point Y (critère B) sera à 5 m du point X :

$$25 \text{ m} \times (25 \text{ mg/kg} - 10 \text{ mg/kg}) / (85 \text{ mg/kg} - 10 \text{ mg/kg})$$

$$25 \text{ m} \times 15 \text{ mg/kg} / 75 \text{ mg/kg} = 5 \text{ m.}$$

Dans le cas d'un terrain où plusieurs paramètres présentent des dépassements de leur critère, par exemple le B, la détermination de la position de la limite de la zone contaminée >B de chaque paramètre est effectuée. C'est la superposition de l'ensemble des zones contaminées >B qui donne la zone contaminée >B du terrain. Ainsi, il est possible que la zone contaminée résultante inclue une partie centrale où il y a dépassement des critères B de tous les paramètres et des parties en périphérie où il y a dépassement de seulement un ou deux paramètres. Cette interpolation se fait en plan et en coupe.

Selon les situations rencontrées, d'autres méthodes d'interpolation de données, telles que le krigeage et la géostatistique, peuvent être utilisées. Ces méthodes sont plus souvent utilisées à la suite d'une caractérisation exhaustive de la phase III puisque le nombre de données est plus élevé (voir section 5.7.1 pour l'interprétation des résultats).

Les logiciels de dessins assistés par ordinateur (DAO) sont des outils actuellement disponibles qui permettent aux utilisateurs de sélectionner la méthode d'interpolation la plus adaptée à la distribution de la contamination rencontrée sur un terrain.

Le choix de la méthode de délimitation la plus appropriée à appliquer pour un terrain est laissé au jugement du professionnel selon le contexte spécifique de l'étude qui sera rencontré. Il est attendu que la méthode qui sera retenue pour délimiter l'ampleur d'une contamination dans le cadre d'un projet soit décrite en détail dans le rapport. Le processus devra être suffisamment détaillé pour permettre à un autre spécialiste de le refaire et d'obtenir la même interprétation.

B) Sol en pile

L'interprétation des résultats de sol en pile est particulière et discutée à la section 6.6.

4.11.2 Eau souterraine

Interprétation des résultats d'analyse d'une campagne de caractérisation

Lors de l'interprétation des résultats d'analyse pour les eaux souterraines, en fonction de l'usage, les critères du [Guide d'intervention](#) sont définis de la façon suivante :

- Résurgence dans l'eau de surface (RES) : permet d'évaluer l'impact sur la faune et la flore aquatique et sur la faune terrestre piscivore ainsi que le risque de contamination de poissons à des niveaux pouvant nuire à la consommation humaine;
- Eau de consommation (EC) : permet d'évaluer le risque d'effets sur d'éventuels usagers qui consommeraient l'eau souterraine;
- Norme de rejet à l'égout municipal : permet d'évaluer le risque lorsque l'eau s'infiltre dans les égouts municipaux sanitaires, unitaires ou pluviaux. Il est important de mentionner que la distance de 1 km couramment utilisée jusqu'à maintenant est une distance minimale à considérer pour déterminer tous les usages de l'eau et tous les récepteurs potentiels des eaux souterraines en aval hydraulique du terrain, incluant les réseaux d'égout. La distance réelle à considérer peut être plus grande et devra être évaluée par le professionnel en fonction des conditions hydrogéologiques, qui prévalent selon le cas.

Le choix des critères auxquels seront comparés les résultats d'analyse dépend du risque d'effet en fonction de l'usage qui est fait ou peut être fait de l'eau souterraine. Si un puits ou un aquifère est destiné à plusieurs usages (ex. : eau potable et résurgence), le plus sévère des critères pour chacun des paramètres est retenu pour déterminer l'ampleur du risque d'effet.

Important : une eau souterraine est contaminée lorsqu'on y trouve des substances en concentration supérieure à la teneur naturelle du milieu et que cet apport de substances est dû à une activité anthropique. La présence de ces substances indique qu'il y a eu un impact sur les eaux souterraines, une altération de la qualité de l'eau. Pour plusieurs substances (ex. : les composés organiques), cela correspond à leur limite de détection. Pour les autres substances (ex. : métaux), cela correspond aux concentrations naturelles mesurées dans un même aquifère à l'échelle locale ou régionale. Une démonstration doit être faite lorsqu'on allègue que les concentrations mesurées dans les eaux souterraines sont naturelles. Une démonstration peut être faite à l'aide des résultats obtenus dans les puits d'observation échantillonnés et situés en amont hydraulique de l'activité. Ces puits d'observation serviront de référence. L'évaluation de l'impact sur les eaux souterraines doit être réalisée en utilisant la procédure d'intervention décrite à la section 7.8 du [Guide d'intervention](#).

Il est requis d'évaluer les risques d'effet en présence d'une eau souterraine contaminée. Le risque d'effet est décrit comme avéré si l'eau contaminée au-delà du critère est déjà utilisée. Il est considéré comme appréhendé s'il est prévu d'utiliser l'eau contaminée dans le futur ou si un panache de contamination se dirige vers une eau souterraine déjà utilisée ou que l'on prévoit utiliser. Cet aspect est discuté en détail à la section 7.8.4.2 du [Guide d'intervention](#).

Interprétation des résultats en fonction du puits en amont hydraulique

Outre la comparaison des résultats avec les critères applicables, une interprétation des résultats doit être effectuée avec les concentrations obtenues dans le puits en amont hydraulique du terrain. Ce puits amont devra être installé dans la même unité hydrostratigraphique et avoir la même signature géochimique (diagramme de Piper) que celle des puits situés en aval. Cette comparaison permet de connaître l'impact des activités sur la qualité des eaux souterraines par rapport à un autre secteur du terrain, qui n'est pas impacté.

Lorsque le puits amont d'un terrain présente un dépassement des critères applicables, une vérification doit être faite pour expliquer les dépassements. Ces dépassements peuvent correspondre aux teneurs naturelles du terrain ou provenir d'activités anthropiques réalisées sur les terrains voisins situés en amont hydraulique.

Interprétation des résultats en fonction des campagnes d'échantillonnage antérieures

Comme il est indiqué dans la [Fiche d'information : Analyse des résultats du suivi de la qualité des eaux souterraines](#) du Ministère, lorsqu'un suivi de la qualité des eaux souterraines est en cours, le Ministère recommande que les résultats soient comparés pour un même puits avec les résultats des campagnes antérieures. Par ailleurs, il faut que la comparaison des résultats de l'analyse de la qualité des eaux souterraines avec les critères ou les normes applicables soit accompagnée d'une analyse de tendance dès qu'un minimum de 10 données est disponible.

Pour plus de détails sur les conditions d'applicabilité de l'analyse des tendances, se référer à la dernière version de la méthode statistique d'interprétation des résultats proposée par le Ministère dans le [Guide technique de suivi de la qualité des eaux souterraines](#).

Il est recommandé de ne pas modifier la méthode d'échantillonnage au cours d'un suivi, à moins d'en avoir démontré la pertinence par un double échantillonnage (ancienne et future méthode) minimalement pour deux campagnes. Le changement de méthode peut avoir une influence sur les résultats d'analyse. Par exemple, les concentrations en COV peuvent être différentes si des méthodes telles que la micropurge et la pompe à soupape sont utilisées au cours d'un suivi. En raison des mouvements de haut en bas sans arrêt de la tubulure de la pompe à soupape, une volatilisation des COV peut survenir, contrairement à la méthode de micropurge. Les résultats peuvent donc être différents selon la méthode sélectionnée et complexifier l'interprétation des résultats. Cette notion est discutée dans le [Guide d'échantillonnage à des fins d'analyses environnementales – Cahier 3 : Échantillonnage des eaux souterraines](#).

Interprétation de l'ampleur de la contamination

L'évaluation précise de l'ampleur de la contamination, de la superficie du panache et l'estimation des volumes d'eaux souterraines contaminées sont généralement effectuées lors de la phase III. Cependant, l'ampleur de la contamination peut être évaluée de manière **préliminaire** lors de la phase II.

Afin d'améliorer la délimitation des zones contaminées et l'estimation du panache de contamination, il est possible d'avoir recours à différentes méthodes (polygones ou interpolation) pour déterminer à quel endroit les eaux souterraines respecteront les critères applicables basés sur les données disponibles, par exemple les concentrations des substances. Le jugement du professionnel responsable de l'étude doit être appliqué en tout temps afin de choisir la méthode la plus appropriée à appliquer pour déterminer l'ampleur d'une contamination et l'interpréter.

Interprétation de l'indice de vulnérabilité

L'indice de vulnérabilité des eaux souterraines donne une indication sur le niveau de risque de contamination de l'eau causée par l'activité humaine. La détermination de la vulnérabilité de l'eau souterraine pour un terrain donné peut être requise dans certains cas, par exemple avant l'implantation d'une activité industrielle ou commerciale présentant un risque de contaminer l'environnement. Par exemple, une vulnérabilité élevée indiquera que des mesures de protection des sols appropriées doivent être intégrées au projet d'aménagement pour éliminer les risques de contamination des eaux souterraines (ex. : plateforme d'entreposage de matières résiduelles étanche).

Le [Règlement sur la qualité de l'eau potable](#) réfère à la méthode DRASTIC comme moyen d'évaluation de la vulnérabilité des nappes. Elle demeure la méthode de détermination de l'indice de vulnérabilité des eaux souterraines la plus communément utilisée. Cette méthode, développée par la National Water Well Association pour l'Agence de protection de l'environnement (EPA), consiste en un système de notation numérique basé sur le calcul d'un indice dont les valeurs peuvent varier entre 26 et 223. Comme le décrit la [méthode DRASTIC](#) du Ministère, plus l'indice obtenu est élevé, plus la vulnérabilité (sensibilité à la pollution) de l'eau souterraine est grande. Les notions hydrogéologiques sous-jacentes à la méthode sont présentées ci-dessous.

La méthode proposée repose sur les trois hypothèses de base suivantes avec lesquelles les utilisateurs doivent être familiers afin de bien cerner ses limites d'application :

- les sources de contamination potentielles se trouvent à la surface du sol;
- de la surface du sol, les substances potentielles atteignent l'aquifère par le mécanisme d'infiltration efficace;
- la nature des substances potentielles n'est pas considérée dans le calcul de l'indice.

Dans l'éventualité où l'une des trois hypothèses précédentes ne s'y retrouve pas, l'interprétation de l'indice DRASTIC doit donc se faire avec prudence.

Les sept lettres de l'acronyme DRASTIC représentent les facteurs déterminant la valeur de l'indice de vulnérabilité. Ces derniers sont, dans l'ordre :

- D Depth to water table ou profondeur de la nappe d'eau,
- R Recharge ou infiltration efficace,
- A Aquifer media ou milieu aquifère,
- S Soil media ou type de sol,
- T Topography ou pente du terrain,
- I Impact of vadose zone ou impact de la zone vadose, et
- C Conductivity ou conductivité hydraulique.

Ces sept paramètres découpent, de façon schématique, une unité hydrogéologique locale en ses principales composantes, lesquelles influent, à des degrés différents, sur les processus de transport et d'atténuation des substances dans le sol.

La description de la méthode et les tableaux permettant d'établir l'indice de vulnérabilité sont présentés dans le document [Guide de détermination des aires de protection des prélèvements d'eau souterraine et des indices de vulnérabilité DRASTIC](#) disponible sur le site Web du Ministère.

Interprétation des conditions hydrogéologiques

Les données recueillies sur le terrain à l'aide des relevés piézométriques ou la réalisation d'essais permettent de déterminer les conditions hydrogéologiques de celui-ci. À noter que les conditions hydrogéologiques devraient être interprétées par un spécialiste ayant des compétences en hydrogéologie. Différents logiciels sont disponibles, notamment pour effectuer l'interprétation hydrogéologique, comme le calcul du coefficient de perméabilité et de la vitesse d'écoulement des eaux souterraines, pour réaliser la cartographie des données ainsi que modéliser l'écoulement des eaux souterraines, le transport des substances et leur progression dans le temps.

Les prochaines sections présentent les éléments de base qui permettront d'obtenir des informations sur les conditions hydrogéologiques du terrain, soit la direction d'écoulement de l'eau souterraine, la vitesse d'écoulement et la réalisation de divers essais.

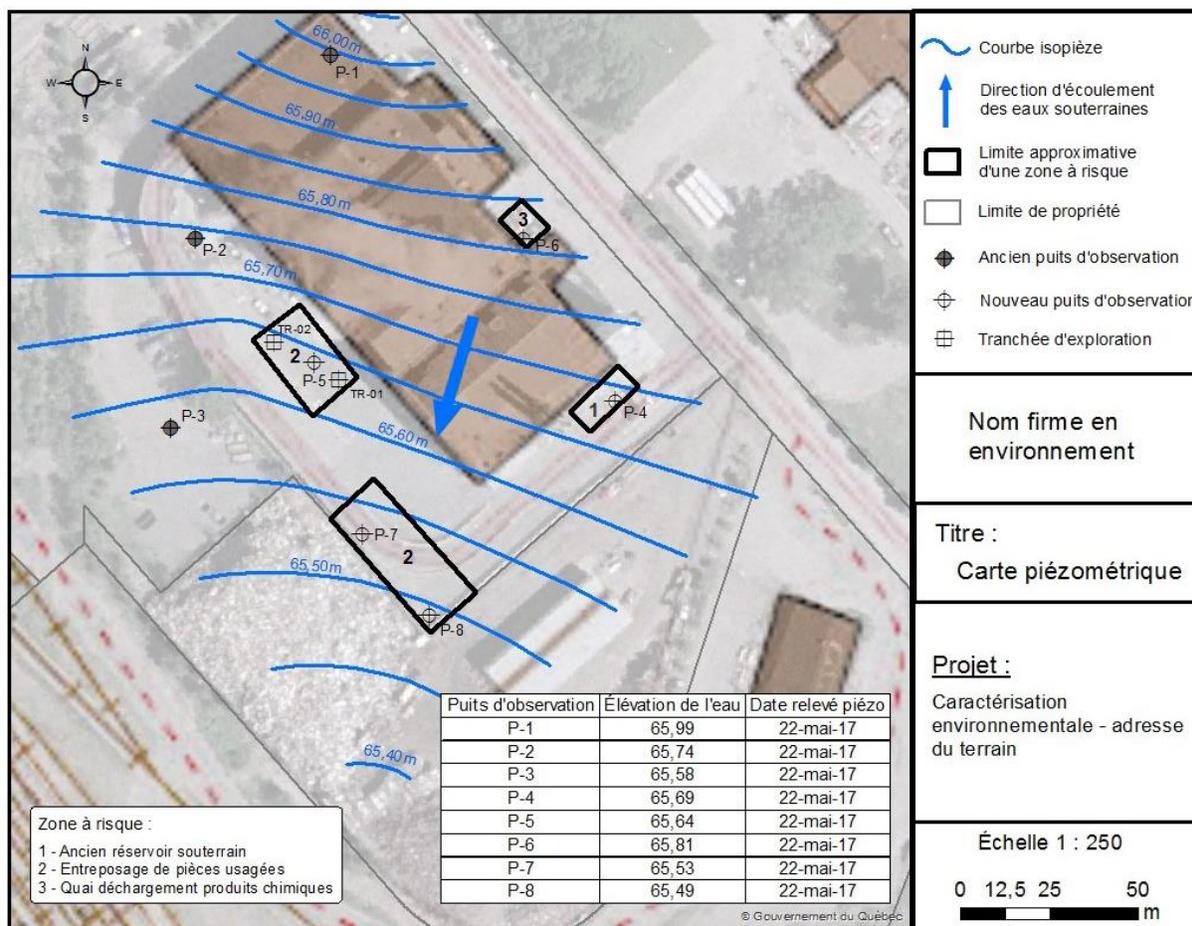
Direction d'écoulement de l'eau souterraine

Les mesures de niveau d'eau (charge hydraulique) effectuées dans les puits d'observation ou les piézomètres localisés dans une même unité hydrostratigraphique permettent de produire une carte piézométrique. La direction, ou sens d'écoulement, de l'eau souterraine est déterminée à partir de cette carte. Ne pas oublier d'effectuer la correction de la charge hydraulique pour obtenir le niveau de la nappe en présence de liquides non miscibles (légers ou denses) ou encore d'eau salée, comme cela est indiqué dans le [Guide d'échantillonnage à des fins d'analyses environnementales – Cahier 3 : Échantillonnage des eaux souterraines](#). Les lignes, appelées isopièzes ou lignes équipotentielles, permettent d'établir la direction d'écoulement de l'eau souterraine : l'écoulement est orienté perpendiculairement aux lignes

isopièzes dans le sens des charges hydrauliques décroissantes et doit être indiqué à l'aide d'une flèche sur les cartes piézométriques (voir figure 7). En tout temps, le jugement du professionnel devra être exercé.

Une carte, du même type que celle qui est présentée à la figure suivante, doit être produite et incluse dans le rapport de la phase II. Certains éléments sont requis sur ce type de carte, tels que les courbes isopièzes, la date du relevé piézométrique, les limites de la propriété, etc. Le détail des éléments requis est présenté à l'annexe 7.

Figure 7 : Carte piézométrique et sens d'écoulement de l'eau souterraine



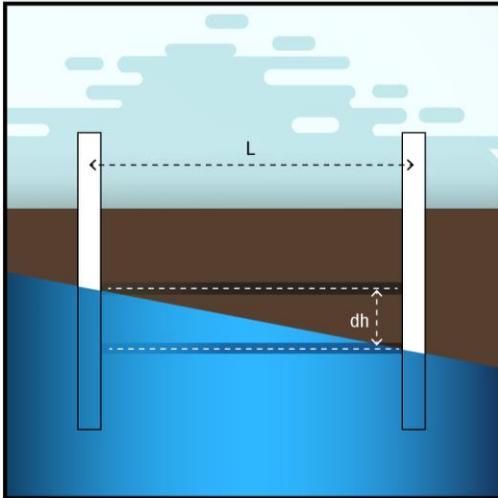
Calcul de la vitesse d'écoulement de l'eau souterraine

Lors de la réalisation de la phase II, le calcul de la vitesse d'écoulement de l'eau souterraine est requis lorsqu'une contamination au-dessus du seuil d'alerte est décelée dans un des puits d'observation. Comme le précise la section 7.8.6.1 du [Guide d'intervention](#), le seuil d'alerte réfère à une concentration de substances à partir de laquelle il y a lieu d'appréhender une perte d'usage de la ressource et un risque d'effet sur la santé, les usages et l'environnement si la situation continue de se dégrader. Il est donc requis de bien documenter la migration possible de cette contamination. Lorsque toutes les concentrations sont inférieures au seuil d'alerte, le calcul de la vitesse d'écoulement de l'eau souterraine reste recommandé.

Avant de calculer la vitesse d'écoulement de l'eau souterraine, on doit déterminer le gradient hydraulique (i) et la conductivité hydraulique (K) des matériaux géologiques.

Les courbes isopièzes permettent également de calculer le gradient hydraulique horizontal (I) qui correspond au rapport entre la différence de l'élévation de l'eau souterraine (dh) entre deux puits d'observation et la distance (L) entre ces derniers : $I \text{ (m/m)} = dh \text{ (m)}/L \text{ (m)}$.

Figure 8 : Gradient hydraulique horizontal



La conductivité (K) hydraulique est un coefficient de proportionnalité décrivant la facilité avec laquelle un liquide peut se déplacer dans des vides interconnectés d'un milieu poreux d'un sol ou d'un roc. Elle caractérise l'aptitude du milieu à permettre le mouvement de l'eau sous l'effet d'un gradient de charge hydraulique donné. Certaines roches ont une porosité importante, mais sans qu'il y ait interconnexion entre les vides (vésicules dans les basaltes) alors que certains dépôts tels que les argiles ont des pores très petits où l'eau parvient à peine à circuler. La conductivité hydraulique est donc définie à la fois en fonction des propriétés du milieu poreux (perméabilité intrinsèque) et des propriétés du liquide (viscosité cinématique). En présence d'un déversement important, il faut tenir compte de la viscosité cinématique du liquide déversé pour estimer sa vitesse d'écoulement, car il peut s'agir de liquide immiscible dans l'eau.

La conductivité hydraulique peut être calculée à l'aide d'un essai de perméabilité *in situ* ou en laboratoire (voir section suivante). Il existe également dans la littérature des valeurs théoriques associées de différents types de roches et de dépôts meubles. Cependant, il est recommandé de déterminer la conductivité hydraulique à chaque terrain par des essais.

L'estimation de la vitesse d'écoulement de l'eau souterraine s'établit selon la loi de Darcy, qui n'est applicable que pour les milieux homogènes et où l'écoulement de l'eau souterraine est laminaire. Cette vitesse d'écoulement qui est à prendre en compte pour le transport des substances se calcule de la façon suivante :

$$V = K \times i / n_{\text{eff}}$$

V et K sont en (m/s)

i en (m/m)

Où n_{eff} est la porosité efficace du milieu : sans unité.

Essais de perméabilité *in situ*

Ces essais de perméabilité sont utilisés pour mesurer la conductivité hydraulique *in situ* de la couche de sol désirée. Il existe différentes méthodes pour mesurer la conductivité hydraulique sur le terrain. Ces méthodes sont décrites et à consulter dans le [Guide des essais de pompage et leur interprétation](#) du Ministère. Lors de la phase II, il est recommandé d'utiliser une méthode d'essai par charge ascendante afin d'éviter d'ajouter au milieu une eau externe qui modifierait localement les caractéristiques chimiques de

l'eau souterraine dans son milieu naturel. Plus le terrain est hétérogène, plus le nombre d'essais nécessaires sera important. Une justification du nombre d'essais de perméabilité réalisés doit être faite par le responsable de la caractérisation et présentée dans le rapport.

Essais de perméabilité en laboratoire

Il est possible de déterminer en laboratoire la conductivité hydraulique d'un sol perméable à l'aide d'un perméamètre. Pour les sols imperméables tels que les argiles, la conductivité hydraulique en laboratoire peut être déterminée à l'aide de méthodes spécifiques, telles que la méthode triaxiale ou la méthode à charge variable dans un œdomètre. Pour les essais de perméabilité en laboratoire, il est requis de prélever des échantillons de sols ou de sédiments non remaniés. Puisque ces essais en laboratoire sont assez coûteux, les essais de perméabilité *in situ* sont plus souvent utilisés. Par ailleurs, les essais *in situ* sont plus représentatifs des propriétés du terrain réel (hétérogénéité à grande échelle, anisotropie).

Modélisation du transport des contaminants

La détermination des paramètres hydrogéologiques et pédologiques, comme la conductivité hydraulique, la porosité, la transmissivité, etc., peut également s'avérer nécessaire pour permettre la modélisation du transport des contaminants. Des essais de pompage pourraient alors être requis.

4.11.3 Eau de surface

Interprétation des résultats d'analyse

Pour les eaux de surface, les critères à utiliser sont ceux qui sont présentés dans le document [Critères de qualité de l'eau de surface](#) du Ministère.

Les résultats d'analyse de l'eau de surface permettent de constater l'existence d'une source de contamination et donnent des indices sur la nature de cette source.

4.11.4 Sédiment

Interprétation des résultats d'analyse

Lors de l'interprétation des résultats d'analyse pour les sédiments, les critères et les valeurs limites réglementaires applicables sont définis de la façon suivante :

- Pour une gestion en milieu aquatique : des critères de qualité des sédiments ont été définis pour la protection de la vie aquatique, pour trois contextes distincts : la prévention de la contamination des sédiments causée par des rejets industriels, le rejet de sédiments dragués en eau libre, la restauration des sédiments contaminés. Les modalités de l'utilisation de ces critères de qualité sont présentées dans le document [Critères pour l'évaluation de la qualité des sédiments au Québec et cadre d'application : prévention, dragage et restauration](#) (Environnement Canada et MDDEP, 2007);
- Pour une gestion en milieu terrestre : **lorsque les sédiments sont gérés en milieu terrestre, ils sont considérés comme des sols et les résultats d'analyse doivent être comparés avec les critères de l'annexe 2 du [Guide d'intervention](#).**

Lorsque survient un changement dans la méthode de prélèvement d'échantillon de sédiment, à l'intérieur d'une campagne d'échantillonnage ou en comparaison avec d'anciennes campagnes, il y a lieu de se questionner sur l'impact de ce changement. Le changement de méthode de prélèvement des sédiments peut ajouter une incertitude à la représentativité des échantillons prélevés. Cette notion, brièvement abordée dans le volume 1, Orientations, du [Guide de caractérisation environnementale des sites dans le cadre de l'évaluation des risques pour l'environnement et la santé humaine](#) (CCME, 2016), devra être documentée si ce cas de figure survient.

Interprétation de l'ampleur de la contamination

Lorsque des sédiments sont prévus être gérés en milieu terrestre, une interprétation de la zone de dragage et de l'étendue de la contamination par plage de contamination doit être effectuée. La superficie et la profondeur de la contamination doivent être subdivisées par plage de contamination pour faciliter les travaux de dragage. La délimitation de l'étendue de la contamination peut être effectuée par différentes méthodes d'interpolation des données.

4.11.5 Air

Interprétation des résultats d'analyse

Pour les résultats d'analyse provenant d'échantillons récoltés à proximité d'une **source fixe d'émission atmosphérique**, l'interprétation des résultats se fait en les comparant aux normes du [RAA](#).

Les résultats d'analyse provenant d'échantillons **d'air ambiant** prélevés sur le terrain doivent être comparés aux normes du [RAA](#) et aux critères de la qualité de l'atmosphère (annexe K du RAA) disponible sur le site Web du Ministère.

La modélisation de dispersion atmosphérique est réalisée quand il y a un projet notamment de construction, de modification d'une source fixe de contamination. Ainsi, aux fins de l'application de l'article 197 du [RAA](#), un modèle de dispersion doit être réalisé.

L'interprétation de la présence d'une substance provenant d'une source fixe d'émission atmosphérique ou présente dans l'air ambiant doit tenir compte de la possibilité de retrouver ces particules atmosphériques sur de grandes distances en aval de la source d'émission, et notamment selon la direction des vents dominants.

Pour les résultats d'analyse provenant d'échantillons de **biogaz**, il est requis de se référer au [Guide relatif à la construction sur le terrain d'un lieu d'élimination de matières résiduelles désaffecté](#) pour l'interprétation.

Pour les résultats d'**intrusion de vapeur** provenant de composés organiques volatils chlorés, les résultats d'analyse pour les sols, l'eau souterraine ou l'air intérieur doivent être comparés aux concentrations précisées dans la [Fiche technique n° 12 – La migration des contaminants organiques volatils chlorés d'un terrain vers l'air intérieur d'un bâtiment](#) disponible sur le site Web du Ministère.

4.11.6 Matière résiduelle en surface

Interprétation des résultats d'analyse

Pour les matières résiduelles, les normes à utiliser sont celles qui sont présentées dans le [Règlement sur les matières dangereuses](#). Des critères peuvent également être utilisés en vue de la valorisation des matières résiduelles. Ces critères sont présentés à la section 5.7.5 de la phase III.

Interprétation de l'ampleur des matières résiduelles

Lors de l'interprétation des données, la distribution spatiale des matières résiduelles dans le terrain doit être présentée. Il est requis de décrire leur emplacement, à savoir si elles sont éparses sur le terrain ou concentrées uniquement dans une zone, ainsi que leur spécificité, à savoir si elles sont de composition organique ou inorganique. Il est également requis de statuer si le terrain est un lieu d'élimination de matières résiduelles désaffecté.

4.11.7 Interprétation lorsque les paramètres ne sont pas normés par le Ministère

Lorsqu'un paramètre n'a pas de critère, de valeur limite réglementaire ou de norme provenant du Ministère, le responsable de l'étude de caractérisation peut proposer au Ministère une valeur pouvant s'appuyer sur

une recherche dans les valeurs publiées à l'extérieur du Québec. Le Ministère se réserve le droit d'accepter ou non cette valeur ou d'aider à la détermination d'une valeur qui sera à considérer.

4.11.8 Interprétation des duplicatas de terrain

A. Interprétation des duplicatas de terrain

Le résultat obtenu pour un duplicata de terrain doit être comparé avec le résultat de son échantillon correspondant. La comparaison du duplicata et de l'échantillon doit se faire en calculant l'écart entre les deux résultats, divisé par la somme des valeurs divisée par deux et multipliée par 100. Ce résultat est appelé la variation relative en pourcentage (VRP). Cette variation doit être calculée pour les matières suivantes : sol, sédiments, matières résiduelles, eau souterraine et eau de surface.

$$(|C1-C2| / (C1+C2)) / 2 \times 100 = \text{VRP}$$

Le prélèvement de duplicata de terrain permet de vérifier la qualité des procédures de terrain ainsi que celles du laboratoire qui effectue l'analyse.

Lors du calcul de la VRP, dans les cas où le résultat de l'échantillon ou du duplicata est sous la limite de détection du laboratoire, le résultat doit être considéré comme étant égal à cette limite.

Le critère d'acceptabilité de la VRP entre un duplicata de terrain et un échantillon est habituellement **inférieur ou égal à 30 %**.

Voici les balises pour l'interprétation des résultats de la VRP :

- lorsque la VRP est inférieure ou égale à 30 %, le résultat est acceptable et aucune justification n'est requise;
- lorsque la VRP est supérieure à 30 %, mais inférieure à 60 %, le résultat n'est pas conforme et une vérification des différentes étapes du contrôle de qualité doit être faite pour tenter d'expliquer cette variation.

Des vérifications peuvent être effectuées autant au niveau des procédures du laboratoire que de celles qui sont appliquées sur le terrain. Le programme de contrôle-qualité du laboratoire peut être vérifié et interprété afin de juger si la variation des résultats est causée par le laboratoire. Si cette vérification ne peut expliquer la variation obtenue, une vérification des procédures de terrain doit être effectuée (méthode d'échantillonnage, préparation de l'échantillon, lavage des équipements, etc.). Lorsque les procédures de terrain sont remises en doute, il y a lieu de se questionner sur la fiabilité des autres résultats de la campagne d'échantillonnage. Lorsqu'il est possible d'affirmer que ni les procédures du laboratoire ni les procédures de terrain ne sont à l'origine de la variation observée, une vérification de l'hétérogénéité du sol doit être faite. Les rapports de forage doivent démontrer que la matière échantillonnée était hétérogène. Il ne faut pas oublier que, dans une situation d'hétérogénéité, le nombre d'échantillons analysés doit être augmenté;

- lorsque la VRP est supérieure à 60 %, le résultat n'est pas acceptable et doit être remis en question.

Les vérifications mentionnées précédemment doivent être effectuées. À défaut d'une démonstration que la VRP est le fruit d'une situation exceptionnelle, la caractérisation devrait être reprise pour le paramètre concerné (ex.: remblai) ou entièrement réévaluée, si cela est requis. Il est à noter que la variation des résultats peut compromettre la gestion des sols, par exemple lors du contrôle à l'entrée des lieux d'élimination des sols contaminés.

Dans tous les cas acceptables, le résultat le plus élevé des deux (duplicata ou échantillon) doit être considéré pour l'interprétation des données.

Les échantillons d'eau souterraine ou d'eau de surface sont généralement plus homogènes que les échantillons de sol ou de sédiment. Il est donc plus fréquent d'obtenir des VRP supérieures à 30 % pour les sols et les sédiments. Pour cette raison, une réflexion a été amorcée en collaboration avec le CEAEQ

afin d'éliminer les VRP élevées en lien avec de faibles concentrations. Les paragraphes suivants s'appliquent uniquement aux sols et aux sédiments.

Lorsque les résultats d'analyse de l'échantillon sont faibles ou proches de la valeur de la limite de quantification de la méthode (LQM), ou équivalents à environ 3 fois la limite de détection de la méthode (LDM), il est possible qu'une faible variation du résultat et de celui du duplicata entraîne une grande VRP. Pour contrer cet effet, il est proposé que la VRP de 30 % s'applique lorsque la somme des valeurs (échantillon et duplicata) divisée par deux est supérieure à 10 fois la limite de quantification de la méthode ou à 30 fois la limite de détection de la méthode (ci-après nommée valeur seuil). Si le résultat de la somme des valeurs (échantillon et duplicata) divisée par deux est supérieur à la valeur seuil pour un paramètre donné, la VRP de 30 % doit être respectée. Si le résultat de la somme des valeurs (échantillon et duplicata) divisée par deux est inférieur à la valeur seuil, le résultat de la VRP sera considéré non significatif et aucune justification ne sera nécessaire même si la VRP est supérieure à 30 %.

Lorsque le résultat est non détecté, certains laboratoires ne déterminent pas la limite de détection de la méthode (LDM), mais utilisent plutôt une limite de détection rapportée (LDR) qui est variable d'une analyse à l'autre pour un même paramètre. Il n'est donc pas toujours possible de calculer la valeur seuil, puisque la limite de détection n'est pas toujours connue et cette valeur seuil ne peut être basée sur la limite de détection rapportée en raison de sa variabilité. Pour pallier cette situation, des valeurs seuils ont été déterminées à l'aide des LDM établies par le CEAEQ pour plusieurs paramètres analytiques. Ces valeurs seuils sont présentées dans le tableau de l'annexe 9.

Voici un exemple pour illustrer l'interprétation de la VRP pour un échantillon homogène :

L'analyse d'un échantillon de sol donne un résultat de 0,9 mg/kg pour le pyrène. Le duplicata présente un résultat de 0,6 mg/kg, ce qui représente une différence de 0,3 mg/kg. Le calcul de la VRP donne 40 %. Puisque la VRP est supérieure à 30 %, une vérification des différentes étapes du contrôle de qualité doit être faite pour tenter d'expliquer cette VRP. Cependant, une comparaison à la valeur seuil peut être faite puisque les résultats d'analyse présentent de faibles concentrations. Dans cet exemple, la somme des valeurs (échantillon et duplicata) divisée par deux est de 0,75 mg/kg et, selon le tableau de l'annexe 9, une valeur seuil pour le pyrène qui est de 0,6 mg/kg. Le résultat de la somme des valeurs étant supérieur à la valeur seuil, alors la VRP de 30 % doit être respectée dans ce cas.

B. Interprétation des résultats des blancs de terrain, de transport ou de lavage

Le programme de contrôle de la qualité peut inclure, sans s'y restreindre, l'analyse de blancs de terrain, de transport ou de lavage. Ces derniers sont décrits dans le [Guide d'échantillonnage à des fins d'analyses environnementales – Cahier 1 : Généralités](#).

Les résultats des blancs doivent être sous la limite de détection rapportée. Dans le cas contraire, cela signifie qu'une source de contamination était présente. Le responsable de la campagne d'échantillonnage doit alors se questionner sur la fiabilité des résultats de l'ensemble de la campagne d'échantillonnage. Cette réflexion peut conclure qu'une nouvelle campagne d'échantillonnage est nécessaire pour valider les résultats d'analyse. Cette réflexion, l'interprétation des résultats et les conclusions doivent être présentées dans le rapport.

4.11.9 Interprétation du modèle conceptuel

Le modèle conceptuel correspond à l'interprétation de tous les éléments traités lors des étapes précédentes (la phase I et les études antérieures, le cas échéant) ainsi que les données recueillies lors de la présente phase II. Lors de la phase II, la mise à jour du modèle conceptuel doit être réalisée afin de permettre de décrire et d'expliquer, sans s'y restreindre, la présence de substances dans les différentes matières qui constituent le terrain, le comportement de ces substances et du milieu, les mécanismes de transport des substances, etc. Le modèle doit permettre d'identifier ou de proposer des hypothèses quant à la source de la contamination découverte et doit permettre de cibler, si requis, les zones qui nécessitent des travaux de caractérisation complémentaires (phase III).

4.12 Rédaction d'un rapport

La phase II est présentée sous forme d'un rapport signé par un spécialiste (professionnel comme défini à l'article 31.42 de la LQE, évaluateur environnemental de site accrédité, etc.) travaillant dans le domaine de l'environnement. Le rapport doit être constitué des chapitres suivants :

Résumé

Chapitre 1 : Introduction

Chapitre 2 : Description du terrain et de la propriété

Chapitre 3 : Géologie et hydrogéologie

Chapitre 4 : Sommaire de la phase I et résumé du modèle conceptuel

Chapitre 5 : Description des travaux de terrain

Chapitre 6 : Compilation, interprétation et mise à jour du modèle conceptuel

Chapitre 7 : Conclusions

Chapitre 8 : Recommandations

Annexes

L'annexe 7 présente la liste non exhaustive des éléments devant apparaître dans les différents chapitres du rapport de la phase II ainsi que la liste des différentes annexes. Aussi, une liste de vérification des rapports des phases II et III a été ajoutée à la fin de cette annexe, afin de s'assurer de la conformité de ces derniers quand ils seront soumis par exemple au MELCCFP. Certaines particularités propres à la phase II sont détaillées ci-dessous.

Résumé

Il est requis de joindre un résumé au début de toute étude de caractérisation d'un terrain. Pour les cas visés par le RPRT, lorsque la phase II révèle la présence dans un terrain de substances dont la concentration excède les valeurs limites de l'annexe I du RPRT, conformément à l'article 31.58 de la LQE, un avis de contamination doit être inscrit au Registre foncier du Québec. Un résumé de l'étude, signé par un professionnel comme défini à l'article 31.42 de la LQE, doit être joint pour procéder à l'inscription au Registre foncier. Le contenu d'un résumé est indiqué à l'annexe 8. À noter que, lorsque l'étude n'est pas réalisée en application de la section IV, du chapitre IV, de la LQE, mais que ses conclusions mènent à l'inscription d'un avis de contamination au Registre foncier, seul le résumé est à signer par un professionnel (article 31.42 de la LQE).

Travaux de terrain (chapitre 5)

Le rapport de la phase II doit détailler tous les travaux de terrain effectués pour chacune des matières caractérisées dans le chapitre 5. Les travaux doivent être contextualisés par rapport aux conclusions de la phase I. Ils doivent être présentés de manière chronologique. Les noms des professionnels qui ont participé à la réalisation de ces travaux ainsi que de la compagnie devraient être indiqués. Toutes les actions effectuées doivent être décrites en détail, de même que le matériel, les outils ou la machinerie utilisés. Le rapport doit également indiquer tous les travaux initialement prévus et qui n'ont pas été réalisés. Une justification doit être fournie pour expliquer que ces travaux n'ont pas été effectués.

Modèle conceptuel (chapitre 6)

Le rapport de la phase II doit présenter une mise à jour du modèle conceptuel dans le chapitre 6. Le modèle conceptuel doit inclure une représentation visuelle, un tableau et une description qualitative permettant de cerner la problématique du terrain et de faire les liens entre les différentes matières, sources potentielles, substances contaminantes, modes de transport, récepteurs, etc.

Conclusions et recommandations (chapitres 7 et 8)

Le rapport de caractérisation doit conclure sur l'atteinte des objectifs de caractérisation du terrain. Dans la majorité des cas, l'objectif est de déterminer si les matières présentes sur le terrain respectent les critères, les valeurs limites réglementaires ou les normes applicables.

À partir des conclusions de l'étude et du jugement du responsable de la caractérisation, une des quatre recommandations suivantes doit être indiquée :

- a) les résultats n'indiquent pas de contamination supérieure aux critères, valeurs limites réglementaires ou normes applicables, et aucun seuil d'alerte n'est dépassé. De plus, le modèle conceptuel est suffisamment explicite quant à l'état actuel du terrain. Aucune intervention supplémentaire n'est recommandée;
- b) les résultats des sols n'indiquent pas de contamination supérieure aux critères, valeurs limites réglementaires ou normes applicables, mais la présence de sols contaminés sous les critères d'usages nécessite une gestion des déblais selon la grille de gestion des sols excavés (annexe 5 du [Guide d'intervention](#));
- c) les résultats pour l'eau souterraine n'indiquent pas de contamination supérieure aux critères en vigueur. Toutefois, compte tenu du dépassement des seuils d'alerte, un suivi de la qualité des eaux souterraines est requis;
- d) les résultats indiquent la présence d'une contamination supérieure aux critères, valeurs limites réglementaires ou normes applicables :
 - i. une intervention doit être réalisée de façon diligente afin de protéger la qualité de l'environnement, des écosystèmes, des espèces vivantes ou des biens, et de limiter la propagation des substances;
 - ii. une phase III est recommandée. Les objectifs de cette phase III peuvent être, notamment, de délimiter les zones contaminées, d'estimer les volumes des matières contaminées, de caractériser une nouvelle zone à risque, de caractériser une nouvelle matière qui constitue le terrain, etc.;
 - iii. des travaux de réhabilitation peuvent être effectués si la phase III a permis de délimiter précisément la contamination.

Chaque rapport doit être signé par le spécialiste (professionnel, évaluateur environnemental de site accrédité, etc.) responsable de l'étude de caractérisation travaillant dans le domaine de l'environnement. Toute étude de caractérisation réalisée en application des dispositions de la section IV, chapitre IV, de la LQE doit être signée par un professionnel comme défini à l'article 31.42 de la LQE.

5. Phase III de l'étude de caractérisation

5.1 Introduction et objectifs

La phase III d'une étude de caractérisation est effectuée lorsque la phase II a mis en évidence la présence d'une contamination sur le terrain à l'étude. La caractérisation complémentaire (phase III) permet de mettre à jour le modèle conceptuel et d'atteindre un ou plusieurs des objectifs suivants :

- déterminer de façon précise la nature de la contamination (paramètre, concentration, variation, dispersion, etc.) pour chacune des matières qui constituent le terrain;
- déterminer l'ampleur de la contamination (dispersion, volume, superficie, etc.) pour chacune des matières qui constituent le terrain;
- déterminer les quantités de matériaux contaminés à gérer en fonction des critères, des valeurs limites réglementaires et des normes appropriées;
- constater les impacts de la contamination sur l'environnement (ex. : eaux souterraines) et réaliser une première évaluation des risques pour la santé humaine, la faune et la flore en les comparant aux normes et aux critères existants. Les données qui seront obtenues en phase III peuvent servir à réaliser une évaluation des risques dans le cadre d'un plan de réhabilitation où des sols contaminés seraient laissés en place;
- proposer des interventions qui permettent de remédier aux risques et aux impacts identifiés afin de les contrôler;
- Compléter les informations requises sur les sols pour réaliser un traitement de sol *in situ* ou *ex situ* (granulométrie, pH, potentiel d'oxydo-réduction, pourcentage de matière organique, condition hydrogéologique, caractéristique granulo-chimique, etc.).

Il est donc requis de réaliser cette caractérisation complémentaire (phase III) dès qu'une contamination des sols dépassant les normes ou les critères applicables est identifiée en phase II et avant de passer à l'étape des travaux de réhabilitation.

L'évaluation des impacts sur l'environnement et des risques d'effets potentiels pour la santé, les usages et l'environnement doit être faite en comparant le degré de contamination des différentes matières aux critères, valeurs limites réglementaires ou normes existantes. Dans certains cas particuliers, tels que les dossiers d'analyse de risque, une évaluation spécifique du risque peut être réalisée pour tenir compte des particularités d'un terrain ou d'un projet. Une telle évaluation doit être réalisée conformément à une procédure standardisée traitée au Ministère par le Groupe technique d'évaluation (GTE). Tous les détails sont présentés à la section 6.6.1.1 du [Guide d'intervention](#).

À cette étape, la phase III doit tenir compte des résultats issus de la phase II, de la stratégie d'échantillonnage utilisée et du modèle conceptuel. Les données disponibles servent à déterminer les zones ou les matières qui constituent le terrain devant être visées par la phase III de l'étude de caractérisation. Le modèle conceptuel doit, à chaque étape de la phase III, être considéré et actualisé, s'il y a lieu, en fonction des nouvelles informations qui pourraient être découvertes. Dans le cas où les systèmes de repères (piquets) étaient encore en place ou que des traces des excavations effectuées lors de la caractérisation préliminaire étaient encore visibles, la localisation des stations se fera facilement. Cependant, dans le cas où aucune trace n'était visible, des mesures d'arpentage devraient être effectuées pour les localiser à nouveau, de façon à bien intégrer les premières stations au nouveau patron d'échantillonnage. L'arpentage géodésique devrait être privilégié en tout temps.

La présence de certains paramètres au-delà des critères, valeurs limites réglementaires ou normes applicables peut déclencher la réalisation de nouvelles analyses ou tests pour des paramètres particuliers comme le soufre ou le trichloréthylène (TCE). De même que la découverte d'une contamination peut

entraîner la caractérisation d'une autre matière, par exemple la caractérisation d'une source fixe d'émission atmosphérique à la suite de la découverte d'une contamination des sols de surface.

Il peut s'avérer nécessaire, après avoir réalisé une étude de caractérisation complémentaire, d'effectuer des études complémentaires ou particulières afin d'obtenir des données pertinentes à une évaluation spécifique des risques ou à la planification du scénario d'intervention choisi (ex., des données pour le choix d'une technique de traitement). Cependant, ce guide ne traite pas de ces études ni de l'évaluation des risques.

Des méthodes d'investigation qualitative (ex. : géophysique) peuvent être utilisées afin de caractériser une matière ou pour obtenir des données bien précises sur l'une ou l'autre des matières qui constituent le terrain. Entre autres, ces méthodes peuvent servir à délimiter l'extension latérale ou longitudinale d'un panache de contamination des eaux souterraines, ou bien à connaître la profondeur et la configuration du roc. De plus, elles peuvent être intéressantes pour l'investigation de grandes superficies (parcs à résidus miniers) ou des zones présentant des contraintes d'utilisation de sondages (ex., présence de bâtiments). Les méthodes d'investigation qualitative sont discutées à la section 4.2.

Si l'on étudie de nouvelles zones, il peut être requis de mettre à jour l'étude archéologique réalisée lors de la phase II. En fonction de l'évaluation archéologique réalisée sur le terrain lors de la caractérisation préliminaire et de l'avis du ministère de la Culture et des Communications, les aires de fouilles peuvent être établies le cas échéant, et doivent alors être étudiées avant le début des travaux de réhabilitation. La fouille exige un permis de recherche archéologique. Cette dernière étape doit être validée par le ministère de la Culture et des Communications. Des informations sont disponibles sur le site Web de ce ministère.

Une fois la campagne d'échantillonnage terminée, l'interprétation des données doit être effectuée ainsi que la mise à jour du modèle conceptuel. Un rapport doit présenter l'ensemble des étapes de la phase III et conclure sur les suites à donner à celle-ci.

Les informations obtenues par les différents programmes d'aide à la réhabilitation des terrains contaminés du Ministère ont permis d'établir que les projets dont les travaux de caractérisation étaient les plus complets (avec la meilleure précision) ont été en mesure de mieux respecter le budget alloué à la réalisation des travaux de réhabilitation. L'évaluation des options de réhabilitation étant basée sur des informations plus complètes, elle permet de faire des estimations de coûts de réhabilitation plus justes, et ainsi de limiter les imprévus engendrés par un manque de connaissance ainsi que les coûts qui leur sont associés. Bref, ce qui semblait initialement être une « économie » lors de la phase III de l'étude de caractérisation s'ajoute par la suite aux coûts lors de la réalisation des travaux de réhabilitation.

5.2 Sol

À la suite de la phase II de l'étude de caractérisation, il peut être requis de procéder à la phase III afin d'effectuer une caractérisation complémentaire des sols d'un terrain à l'étude. Les informations concernant les méthodes d'échantillonnage, le type d'échantillon, la description des échantillons prélevés ainsi que le choix des échantillons à analyser ou non sont les mêmes lors de la phase II ou III. Ces éléments ne sont pas repris dans la présente section, mais plutôt décrits dans la section 4.4.

La présente section aborde les particularités liées à la délimitation de la contamination dans les sols et les analyses supplémentaires pouvant être requises lors d'une phase III.

5.2.1 Délimitation de la contamination

Il est requis de délimiter verticalement et/ou horizontalement la contamination identifiée lors de la phase II. La délimitation horizontale et verticale sera effectuée selon un patron d'échantillonnage en plan et en coupe comme défini ci-dessous.

Patron d'échantillonnage en plan

La délimitation horizontale s'effectue par la réalisation de sondages supplémentaires. Ces derniers doivent être réalisés de manière à délimiter dans les quatre directions, lorsque cela est possible, la limite de la contamination. L'objectif est de déterminer de façon précise la quantité de sols contaminés selon le niveau de contamination.

Patron d'échantillonnage en coupe

La délimitation verticale s'effectue par l'analyse d'échantillons au-dessus et en dessous d'un échantillon contaminé. Cette délimitation doit être démontrée à l'aide d'un résultat d'analyse qui respecte les critères ou les valeurs limites réglementaires applicables.

Comme le précise la section 4.4, pour une même couche de sol, les échantillons doivent être prélevés tous les 0,5 m (ou 0,6 m dans les cas de forage) ou en présence de différentes couches de sol, des échantillons distincts doivent être prélevés pour chacune des couches de sol sur une épaisseur maximale de 0,5 m ou 0,6 m.

Cette caractérisation complémentaire permet de mieux délimiter la contamination, ce qui favorise une gestion plus adéquate des sols évitant l'excavation et le transport de sols faiblement contaminés dans des lieux de gestion. Les coûts afférents s'en trouvent diminués ainsi que les gaz à effet de serre associés au transport.

La caractérisation complémentaire amène un plus grand nombre de données qui peuvent être utilisées pour faire un traitement statistique (voir section 5.7).

5.2.2 Analyse granulochimique

Dans certains cas de remblai hétérogène constitué de matières résiduelles industrielles, des tests granulochimiques peuvent être réalisés. La granulochimie comprend une étape de tamisage l'identification des grains de différentes fractions, de façon visuelle ou au microscope, ainsi que l'analyse chimique (par exemple, métaux extractibles totaux) ou l'analyse sur le lixiviat. Ces tests sont appropriés lorsque l'identification des contaminants et des matières résiduelles associées à diverses fractions granulométriques doit être effectuée pour déterminer les fractions de sols contaminés à considérer dans un remblai, soit pour un projet de traitement, soit dans le cadre d'une analyse de risque. Cette analyse permet d'affiner le calcul des volumes de sols contaminés.

5.2.3 Analyse granulométrique

Les analyses granulométriques peuvent être réalisées lors de la phase III de l'étude de caractérisation. Ces analyses sont souvent effectuées sur les sols pour déterminer le niveau de perméabilité de ceux-ci et la distribution de la grosseur des particules en pourcentage (voir la norme NQ-2501-025 BNQ Sols – Analyse granulométrique des sols inorganiques). Elles permettent également de corroborer la description des sols réalisée par le technicien de chantier en phase II.

5.2.4 Identification de produits pétroliers

Lorsqu'ils sont rejetés dans l'environnement, les constituants des produits pétroliers sont altérés par des mécanismes de biodégradation, d'évaporation, de lixiviation, etc., et présentent des profils chromatographiques parfois différents de ceux des étalons de référence frais. Il peut être parfois requis de procéder à l'identification de produits pétroliers (IPP), notamment pour vérifier s'il s'agit d'une contamination récente ou pour identifier plus clairement la source à l'origine d'une contamination. Cette analyse permet de déterminer les différents types de produits pétroliers présents dans les matières liquides aqueuses, dans les matières solides et dans les matières liquides organiques provenant de l'environnement à l'aide de chromatogrammes. Par ailleurs, l'analyse des HAP alkylés peut être complémentaire à l'IPP, car elle permet, en plus, de discriminer une source pétrogénique d'une interférence biogénique ou d'une source

pyrogénique. La fiche technique – 4 du guide d'intervention-Protection de sols et réhabilitation des terrains contaminés détaille l'interprétation de résultats de C₁₀-C₅₀ dans des sols riches en matières organiques d'origine non pétrolière.

Lorsque la phase II révèle une contamination, il est requis de procéder à une caractérisation complémentaire des eaux souterraines d'un terrain à l'étude. Cette caractérisation peut correspondre à l'analyse chimique d'échantillons supplémentaires d'eau souterraine provenant des puits d'observation existants ou de nouveaux puits d'observation, ou à la réalisation de divers essais dans les puits existants ou dans de nouveaux puits d'observation.

À noter que les mesures et les essais devraient être effectués par des spécialistes et selon des méthodes connues et normalisées, de sorte que les résultats soient représentatifs et fiables. Comme le précise la section 4.11.2, l'interprétation des conditions hydrogéologiques doit être réalisée par une personne ayant des compétences en hydrogéologie.

La phase III permet, entre autres, de compléter l'étude hydrogéologique du terrain, de cibler et d'analyser les voies préférentielles de transport des contaminants, de déterminer de façon précise la nature, l'étendue et le degré de contamination, de définir le cheminement et l'évolution dans le temps des contaminants et d'évaluer s'il y a des risques avérés ou appréhendés sur les récepteurs.

L'information concernant les méthodes d'échantillonnage et le type d'échantillon à prélever sont les mêmes lors de la phase II ou III. Ces éléments ne sont pas repris dans la présente section, mais plutôt décrits à la section 4.5.

La présente section aborde les particularités liées à la délimitation de la contamination dans les eaux souterraines et les raisons de réaliser des essais supplémentaires.

5.2.5 Délimitation de la contamination

L'analyse des données des premiers puits installés (journaux de forage, direction de l'écoulement, nature et concentration des contaminants) permet de positionner et de concevoir judicieusement une nouvelle série de puits d'observation sur le terrain. L'analyse chimique d'échantillons d'eau souterraine provenant de puits supplémentaires permet de délimiter la contamination connue, de vérifier la qualité de l'eau souterraine à proximité des récepteurs potentiels et de récolter des informations supplémentaires sur la dynamique de l'écoulement et de la migration des contaminants.

Il peut être requis de délimiter verticalement et horizontalement la contamination identifiée lors de la phase II. La délimitation horizontale et verticale sera effectuée selon un patron d'échantillonnage en plan et en coupe comme il est défini ci-dessous.

Patron d'échantillonnage en plan

De manière générale, les puits d'observation doivent être installés de façon à entourer la zone contaminée identifiée lors de la phase II.

Pour les petits terrains (<10 000 m²), les trois puits installés en phase II sont habituellement situés un en amont et deux en aval près des équipements à risque ou près de la limite du terrain. Ces puits sont habituellement suffisants pour déterminer la présence d'une contamination pouvant provenir du terrain. Il peut arriver en milieu urbain que la détermination de l'amont et de l'aval hydraulique soit difficile à établir. Dans ce cas-ci, des puits additionnels sont à prévoir.

Cependant, pour les moyens et grands terrains (≥50 000 m²) où plusieurs zones à risque se sont avérées contaminées en phase II, il est requis, en caractérisation de phase III, de procéder à l'ajout de puits d'observation en aval de chaque équipement où la contamination a été identifiée ainsi qu'aux limites du terrain.

Dans les cas d'un écoulement radial ou multidirectionnel, peu importe la grandeur du terrain, un plus grand nombre des puits supplémentaires devraient être installés pour couvrir l'aval hydraulique.

Le nombre de puits à la limite de la propriété dépend de la dimension de la limite aval du terrain. Un terrain dont les eaux souterraines s'écoulent de façon radiale en présence d'une topographie accidentée ou d'un cours d'eau ceinturant la partie aval d'un terrain nécessitera plusieurs puits d'observation pour couvrir tout l'aval d'un tel terrain.

Les puits d'observation supplémentaires serviront à évaluer l'étendue de la contamination à l'intérieur du terrain. Selon la localisation de la zone à risque, il est possible que la contamination migre à l'extérieur des limites du terrain. Dans cette situation, des puits devront probablement être installés en aval du terrain pour déterminer la limite du panache de contamination. Le choix de la localisation des puits d'observation doit tenir compte de la géométrie des principales unités hydrostratigraphiques, des voies préférentielles de transport des contaminants et de la localisation de la source de contamination connue ou soupçonnée.

L'installation de puits d'observation supplémentaires peut également s'avérer nécessaire pour vérifier le niveau de contamination à proximité des récepteurs potentiels (puits d'eau potable, cours d'eau, égout, etc.) et pour établir s'il y a ou non un risque avéré ou appréhendé.

Patron d'échantillonnage en coupe

Il peut être important de caractériser toutes les formations aquifères présentes. À cette fin, plusieurs puits d'observation peuvent être installés à diverses profondeurs dans des forages individuels rapprochés les uns des autres afin, entre autres, de déterminer le gradient vertical (écoulement ascendant ou descendant). Cette méthode, appelée parfois nid de puits d'observation, est présentée dans le [Guide d'échantillonnage à des fins d'analyses environnementales – Cahier 3 : Échantillonnage des eaux souterraines](#). L'étude de phase III peut également donner l'occasion de vérifier la distribution verticale de la contamination, notamment lorsque la position de la source de contamination est incertaine. Une réflexion plus poussée est alors requise afin d'adapter les techniques d'échantillonnage à l'objectif visé.

Quoique cela soit peu fréquent, il peut être requis de caractériser l'eau de la zone non saturée. Dans certains cas, il peut s'avérer pertinent de suivre, par l'échantillonnage des eaux interstitielles de cette zone, l'avancement du front de la contamination afin de prédire l'arrivée de la contamination à la nappe d'eau souterraine. Cette méthode est présentée dans le [Guide d'échantillonnage à des fins d'analyses environnementales – Cahier 3 : Échantillonnage des eaux souterraines](#).

5.2.6 Détermination des conditions hydrogéologiques

Des mesures et des essais supplémentaires peuvent être requis pour compléter ou valider les conditions hydrogéologiques obtenues lors de la caractérisation de phase II. Ces mesures et ces essais sont détaillés à la section 4.5.4 de la phase II.

Plusieurs raisons peuvent justifier la réalisation de mesures ou d'essais supplémentaires, telles que :

- préciser la géométrie d'un aquifère;
- calculer la vitesse d'écoulement pour évaluer la migration d'un contaminant vers un récepteur sensible ou à l'extérieur du terrain à l'étude;
- etc.

5.3 Eaux de surface

À la suite de la phase II de l'étude de caractérisation, il peut être requis de procéder à la phase III afin d'effectuer une caractérisation complémentaire des eaux de surface d'un terrain à l'étude. L'échantillonnage des eaux de surface lors de la phase III doit permettre de bien cerner l'ampleur de la

contamination identifiée lors de la phase II et d'évaluer l'impact de la contamination sur la qualité de l'eau et l'usage des plans d'eau (consommation, récréation, etc.).

Le patron d'échantillonnage pour le prélèvement des eaux de surface doit être particulier à chaque cas selon la nature du cours d'eau (fossé, ruisseau, rivière, lac, étang), sa dimension, son débit, etc. Cependant, les principes de base suivants peuvent être appliqués :

- prélever des échantillons dans le cours d'eau à différents endroits pour localiser la source de contamination;
- prélever des échantillons sur certains tributaires du cours d'eau à l'étude;
- prélever un échantillon d'eau en amont de la source de la contamination pour l'établissement des teneurs de fond;
- prélever un échantillon en aval de la zone contaminée;
- prélever des échantillons de liquides non miscibles (s'il y a lieu).

Dans certains cas, on peut mesurer l'infiltration des eaux de surface (percolation) et le débit dans les cours d'eau. Également, il peut être pertinent de dresser un inventaire biologique des cours d'eau, surtout si une évaluation écotoxicologique est envisagée.

5.4 Sédiments

À la suite de la phase II de l'étude de caractérisation des sédiments, il peut être requis de procéder à une caractérisation complémentaire (phase III) des sédiments de la zone à l'étude. La phase III peut être requise autant pour délimiter un panache de contamination dans les cas de dragage d'entretien que pour les cas de génie maritime ou pour l'évaluation d'un milieu susceptible d'être contaminé.

L'information concernant la stratégie d'échantillonnage (en plan et en coupe) selon le contexte de caractérisation, les méthodes d'échantillonnage, le type d'échantillon, la description des échantillons prélevés ainsi que le choix des échantillons à analyser ou non est la même lors de la phase II ou III. Ces éléments ne sont pas repris dans la présente section, mais plutôt décrits dans la section 4.7.

La section suivante aborde les particularités liées à la délimitation de la contamination dans les sédiments lors de la phase III d'une étude de caractérisation.

5.4.1 Délimitation de la contamination

Comme il est mentionné dans la section 4.7, puisque les sédiments sont submergés et que les mécanismes de transport des substances sont complexes en milieu hydrique, plusieurs campagnes d'échantillonnage pourraient être requises afin de délimiter un panache de contamination. Lorsqu'il est requis de délimiter verticalement ou horizontalement la contamination identifiée lors de la phase II, le patron d'échantillonnage en plan et en coupe ci-dessous doit être respecté.

Patron d'échantillonnage en plan

La délimitation horizontale s'effectue par la réalisation de sondages supplémentaires. La localisation des stations d'échantillonnage doit permettre d'établir un gradient de concentration lié à la distance de la source d'où provient la contamination, le cas échéant en se basant notamment sur les données hydrodynamiques qui influencent la déposition et la dispersion des contaminants.

Patron d'échantillonnage en coupe

La délimitation verticale s'effectue par l'analyse d'échantillons au-dessus et en dessous de la contamination connue. Cette délimitation doit être démontrée à l'aide de résultats d'analyse respectant les critères ou valeurs limites réglementaires applicables. Il est recommandé de prélever des échantillons sur des

intervalles courts (ex. : tous les 15 cm ou 20 cm) tout en s'assurant de prélever les sédiments d'une même strate. En présence de strates distinctes, l'intervalle d'échantillonnage devra être adapté.

Cette caractérisation complémentaire favorise une gestion plus adéquate des sédiments en milieu terrestre évitant le surdragage et le transport de sédiments faiblement contaminés dans des lieux de traitement, diminuant les coûts afférents ainsi que les gaz à effet de serre associés au transport.

La caractérisation complémentaire amène un plus grand nombre de données qui peuvent être utilisées pour faire un traitement statistique (section 5.7).

Des analyses supplémentaires peuvent être requises lorsqu'une gestion en milieu terrestre des sédiments contaminés est prévue. Ces analyses (ex. : granulométrie) peuvent être réalisées en vue d'appliquer un traitement sur les sédiments contaminés ou en vue de les valoriser en milieu terrestre. Lorsque les sédiments sont dragués en milieu salin, des analyses du pH et de la conductivité devraient être effectuées.

5.5 Rejet liquide

À la suite de la phase II de l'étude de caractérisation, il peut être requis, lors de la phase III, de procéder à l'échantillonnage de rejets liquides pour un terrain à l'étude dans les deux situations suivantes :

- pour rechercher une source de contamination à la suite de la détermination de cette dernière dans le sol, dans l'eau souterraine ou dans l'eau de surface, lors de la phase II;
- pour rechercher la présence d'une contamination dans d'autres rejets liquides à la suite de la détermination, lors de la phase II, d'une contamination dans un rejet liquide.

Les méthodes d'échantillonnage sont présentées à la section 4.8.

5.6 Air

À la suite de la phase II de l'étude de caractérisation, il peut être requis, lors de la phase III, de procéder à la surveillance de la qualité de l'air pour un terrain à l'étude. Les méthodes d'échantillonnage sont présentées à la section 4.9 tandis que la présente section décrit les contextes dans lesquels un échantillonnage de l'air peut être requis lors de la phase III.

- Si la caractérisation préliminaire démontre que le terrain à l'étude présente des risques d'émission de contaminants (gazeux ou particulaires) dans l'air, il peut être pertinent d'effectuer une surveillance de la qualité de l'air ambiant afin d'éviter la dispersion des contaminants et d'assurer la protection de la population avoisinante et des travailleurs qui réalisent les travaux de caractérisation;
 - L'installation sur le terrain d'une station d'échantillonnage de l'air ambiant peut être faite à proximité du lieu de travail ou dans le secteur avoisinant afin d'assurer la sécurité de la population ou pour mesurer la dispersion sur les terrains avoisinants. Un prélèvement préalable réalisé en amont et en aval des vents dominants est nécessaire afin de déterminer s'il y a une contribution d'un site industriel par exemple;
- Pour préciser la nature des contaminants retrouvés dans l'air. À la suite de la caractérisation de l'air lors de la phase II, il peut être requis de procéder à des analyses supplémentaires après la mise à jour du modèle conceptuel;
 - La localisation des stations d'échantillonnage devait être la même que lors de la phase II;
- À la suite de la découverte d'une contamination dans les sols de surface, il peut être requis de procéder à l'identification des sources potentielles d'émission atmosphérique à proximité et à l'échantillonnage des sources fixes d'émissions ou de toutes autres sources pouvant être à l'origine de la contamination retrouvée dans les sols de surface. Les particules se déposent généralement

dans la direction des vents dominants en aval des sources d'émission. Il peut également être requis de vérifier la qualité de l'air ambiant sur le terrain à l'étude;

- La localisation des points d'échantillonnage devra tenir compte de la direction des vents dominants et de la distance séparant la population du terrain contaminé. La mise en place sur le terrain d'une station d'échantillonnage de l'air ambiant peut être faite à proximité du lieu de travail ou dans le secteur avoisinant afin d'assurer la sécurité de la population ou pour mesurer la dispersion sur les terrains avoisinants;
- À la suite de la découverte de matière organique enfouie dans les sols lors de la phase II, il est requis de vérifier la présence de biogaz. La caractérisation complémentaire doit également permettre de circonscrire la présence de biogaz et de quantifier leur présence. Les stratégies et les méthodes d'échantillonnage préconisées sont celles qui sont présentées dans le [Guide relatif à la construction sur le terrain d'un lieu d'élimination de matières résiduelles désaffecté](#) du Ministère. Ce guide est applicable pour tous les terrains dont la présence de biogaz est suspectée, même si le terrain n'est pas identifié comme un lieu d'élimination désaffecté et même si aucune construction n'est prévue;
 - L'installation des stations d'échantillonnage devrait être faite à proximité des sondages (forage ou tranchée) ayant révélé la présence de matière organique;
- À la suite de la découverte de composés volatils chlorés dans les sols ou dans l'eau souterraine lors de la phase II, il est requis de caractériser l'air interstitiel dans les sols lorsqu'il y a présence de bâtiment sur le terrain ou à proximité ou si une construction ou un aménagement d'un tel terrain est prévu;
 - L'installation des stations d'échantillonnage devrait être faite à proximité des sondages (forage ou tranchée) ayant révélé la présence de composés volatils chlorés.

5.7 Compilation et interprétation des données

À la fin des travaux de terrain, toutes les données recueillies lors des phases I, II et III doivent être compilées et interprétées en fonction des objectifs de la caractérisation. L'interprétation doit tenir compte des critères, des valeurs limites réglementaires ou des normes applicables au terrain. La phase III permet de circonscrire une contamination identifiée lors de la phase II et/ou de circonscrire une nouvelle contamination dans les zones ou pour les matières qui n'avaient pas été caractérisées lors de la phase II. Les résultats permettent également d'évaluer les impacts supplémentaires de la contamination sur le milieu récepteur, le cas échéant. Toutes les données recueillies lors des différentes phases vont permettre de mettre à jour le modèle conceptuel et d'actualiser la compréhension des problématiques du terrain à l'étude.

L'annexe 7 présente une partie des éléments d'interprétation dont le responsable de la caractérisation doit tenir compte à cette étape-ci. À cela s'ajoutent un résumé des travaux effectués lors de la phase II ainsi que l'estimation des volumes et des superficies de matières contaminées. Sans reprendre tous les éléments d'interprétation possibles lors d'une phase III, certaines particularités aux matières caractérisées qui constituent le terrain sont décrites ci-dessous.

5.7.1 Sols et sédiments

Interprétation des résultats d'analyse

Les résultats d'analyses supplémentaires obtenus lors de la phase III permettent d'améliorer la connaissance de la qualité des sols ou des sédiments du terrain à l'étude. Ces analyses supplémentaires peuvent être effectuées, notamment, pour délimiter une contamination identifiée lors de la phase II ou pour approfondir les connaissances sur cette contamination.

Par exemple, à la suite des résultats des HP C₁₀-C₅₀ lors de la phase II, il peut être requis de procéder à l'identification de produits pétroliers (IPP) pour vérifier s'il s'agit d'une contamination récente ou pour trouver

la source à l'origine d'une contamination. Par ailleurs, l'analyse des HAP alkylés peut être complémentaire à l'IPP, car elle permet de discriminer une source pétrogénique d'une interférence biogénique.

De plus, à titre d'exemple, il peut être pertinent d'identifier les produits de dégradation potentiels de certaines substances identifiées lors de la phase II (ex. : en présence de perchloroéthylène, le trichloroéthylène, le dichloroéthylène et le chlorure de vinyle devraient être analysés).

L'interprétation des résultats d'analyse se fait de la même manière que lors de la phase II. Veuillez vous référer à la section 4.11.1 pour les sols et à la section 4.11.4 pour les sédiments.

Interprétation spatiale de la stratigraphie

Les informations supplémentaires obtenues lors de la phase III permettent d'améliorer la connaissance de la stratigraphie du terrain à l'étude. Il est alors recommandé de mettre à jour les deux profils de coupe perpendiculaires réalisés lors de la phase II, comme il est mentionné aux sections 4.11.1 et 4.11.4.

Interprétation de l'ampleur de la contamination

A) Sols et sédiments en place

La phase III permet de préciser l'ampleur de la contamination et de confirmer les volumes de sols ou de sédiments contaminés. La délimitation devrait être faite à l'aide de sondages localisés en périphérie de chacune des zones contaminées et par l'absence de résultats d'analyse au-delà des critères ou valeurs limites réglementaires. La méthode d'interpolation linéaire présentée à la section 4.11.1 peut être utilisée pour préciser latéralement la contamination.

La délimitation verticale de la contamination devrait également être appuyée par des résultats d'analyses supplémentaires respectant les critères ou les valeurs limites réglementaires au-dessus et en dessous de la contamination.

Il est également recommandé d'utiliser la géostatistique pour l'interprétation de l'ampleur de la contamination. La géostatistique permet de faire la cartographie en trois dimensions des données recueillies durant la campagne d'échantillonnage et d'évaluer leur précision. Elle nécessite le prélèvement d'un grand nombre d'échantillons et son application rend obligatoire l'utilisation de logiciels appropriés. Cette méthode est particulièrement intéressante dans les cas de caractérisation de grand terrain dont l'interprétation de nombreux résultats peut être facilitée. Dans tous les cas, l'homogénéité du terrain et de la contamination garantit de meilleures évaluations. De nombreux logiciels sont disponibles pour réaliser des essais géostatistique.

B) Sols en pile

Dans les cas des sols en pile, la phase III permet de préciser les volumes de sols par plage de contamination. Les sondages supplémentaires permettent de réduire l'incertitude quant à la qualité des sols en pile. L'interprétation des résultats d'analyse est la même que lors de la phase II. Les détails de l'interprétation de ces deux avenues sont présentés aux sections 4.11.1. et 6.6.

5.7.2 Eau souterraine

Les principes d'interprétation des résultats en fonction du puits en amont hydraulique, des campagnes d'échantillonnages antérieures et de l'indice de vulnérabilité sont les mêmes que ceux qui sont présentés à la section 4.11.2.

Interprétation des résultats d'analyse

Les résultats d'analyses supplémentaires obtenus lors de la phase III permettent d'améliorer la connaissance de la qualité des eaux souterraines du terrain à l'étude. L'interprétation des résultats d'analyse se fait de la même manière que lors de la phase II. Veuillez vous référer à la section 4.11.2 du guide.

Interprétation de l'ampleur de la contamination

La phase III permet de préciser l'ampleur de la contamination, la superficie du panache de contamination et, s'il y a lieu, d'estimer les volumes d'eaux souterraines contaminées particulièrement dans les cas de traitement d'eau souterraine. La phase III peut également mettre en évidence la variabilité temporelle des contaminants. En effet, cette étape subséquente à la phase II permet de détecter des changements dans le comportement des contaminants.

Le panache devrait être circonscrit par des puits dont les concentrations respectent les critères applicables.

Interprétation des conditions hydrogéologiques

Selon les objectifs de la phase III, certaines conditions hydrogéologiques du terrain sont interprétées à l'aide des données provenant des nouveaux puits d'observation, de nouveaux essais sur le terrain ou en laboratoire, ou de levés géophysiques. À noter que les conditions hydrogéologiques doivent être interprétées par un spécialiste ayant les compétences en hydrogéologie.

Différents logiciels sont disponibles, notamment pour effectuer l'interprétation hydrogéologique, comme le calcul du coefficient de perméabilité et de la vitesse d'écoulement des eaux souterraines, pour réaliser la cartographie des données ainsi que pour modéliser l'écoulement des eaux souterraines et le transport des contaminants.

Les mêmes principes d'interprétation que ceux qui sont présentés dans la phase II (section 4.11.2) sont applicables lors de la phase III. Les prochaines sections présentent les éléments de base qui doivent être actualisés pour obtenir des informations sur les conditions hydrogéologiques du terrain, soit la direction d'écoulement de l'eau souterraine, la vitesse d'écoulement et la réalisation de divers essais.

Direction d'écoulement de l'eau souterraine

Lors de la phase III, les mesures de niveau d'eau (charge hydraulique) effectuées dans les nouveaux puits ainsi que ceux qui existent déjà permettent de mettre à jour la carte piézométrique. La direction d'écoulement de l'eau souterraine est déterminée à partir de cette carte. Ne pas oublier d'effectuer la correction de la charge hydraulique en présence de liquides non miscibles (légers ou denses).

Calcul de la vitesse d'écoulement de l'eau souterraine

La ou les vitesses d'écoulement calculées lors de la phase II doivent être actualisées en fonction des nouvelles données obtenues.

Essais de perméabilité in situ et en laboratoire

Comme il a été précisé lors de la phase II, des essais de perméabilité doivent être effectués pour chaque unité hydrogéologique ainsi que pour toutes nouvelles unités hydrogéologiques qui peuvent être découvertes lors des travaux de terrain. Le détail des essais de perméabilité *in situ* ou en laboratoire est discuté à la section 4.11.2.

5.7.3 Eau de surface

L'interprétation des résultats d'analyse est la même que celle qui est présentée à la section 4.11.3 de la phase II.

5.7.4 Air

Lorsque la phase II identifie une problématique en lien avec une source fixe d'émission atmosphérique sur le terrain à l'étude, il peut être pertinent de procéder à la modélisation de la dispersion atmosphérique. Le [RAA](#) précise les modèles de dispersion à utiliser. Une modélisation permet de préciser les zones susceptibles de recevoir les particules et, ainsi, de cibler les zones à caractériser.

L'interprétation des résultats d'analyse est la même que celle qui est présentée à la section 4.11.5 de la phase II.

5.7.5 Matière résiduelle en surface

L'interprétation des résultats d'analyse est la même que lors de la phase II (section 4.11.6).

Interprétation des résultats d'analyse en vue d'une valorisation

Des analyses supplémentaires peuvent être requises en phase III en vue de valoriser les matières résiduelles identifiées lors de la phase II. Ces résultats permettront d'évaluer les possibilités de valorisation selon les différentes orientations proposées dans les divers guides du Ministère sur ce sujet.

La valorisation des matières résiduelles est possible selon leur nature et leur composition. Différents guides ont été rédigés par le Ministère selon les contextes de valorisation.

Certaines matières résiduelles sont valorisées pour entretenir ou améliorer, séparément ou simultanément, la nutrition des végétaux ainsi que les propriétés physiques et chimiques, et l'activité biologique des sols. Ces matières résiduelles sont dites fertilisantes (MRF). Le [Guide sur le recyclage des matières résiduelles fertilisantes](#) rappelle les normes réglementaires applicables aux MRF ainsi que les critères de références supplémentaires pour des aspects qui ne sont pas traités spécifiquement ou complètement dans les règlements sectoriels.

Les MRF peuvent également être valorisées pour la restauration de la couverture végétale de lieux dégradés. Les critères applicables sont présentés dans le [Guide sur l'utilisation de matières résiduelles fertilisantes \(MRF\) pour la restauration de la couverture végétale de lieux dégradés : critères et exigences](#).

Les matières résiduelles inorganiques non dangereuses, telles que le sable de fonderie, les scories d'aciérie, les mâchefers, etc., peuvent également être valorisées comme matériaux de construction. Le [Guide de valorisation des matières résiduelles inorganiques non dangereuses de source industrielle comme matériaux de construction](#) présente un processus d'évaluation des matières résiduelles à l'aide d'essais et de critères permettant un classement rapide en vue d'une valorisation.

[Lignes directrices relatives à la valorisation de résidus de béton, de brique, d'enrobé bitumineux, du secteur de la pierre de taille et de la pierre concassée résiduelle et le Règlement concernant la valorisation des matières résiduelles \(RVMR\)](#) présentent des options possibles de valorisation de ces matériaux. Ces derniers peuvent de façon avantageuse remplacer des matériaux de carrière et de sablière en tant que matériaux de construction.

5.7.6 Interprétation du modèle conceptuel

Le modèle conceptuel sert à faire la synthèse et l'interprétation de tous les éléments traités lors des étapes précédentes (phases I et II) ainsi que des données recueillies lors de la présente phase III. Lors de la phase III, la mise à jour du modèle conceptuel doit permettre de décrire et d'expliquer, sans s'y restreindre, le comportement de ces substances et du milieu, les mécanismes de transport des substances, etc. Le modèle doit permettre de formuler ou de proposer des hypothèses concernant la source de la contamination circonscrite et de confirmer que les travaux de caractérisation sont complets.

5.7.7 Rédaction du rapport de phase III

La phase III est présentée sous forme d'un rapport signé par un spécialiste (professionnel comme défini à l'article 31.42, évaluateur environnemental de site accrédité, etc.) du domaine de l'environnement. Le rapport doit être constitué des chapitres suivants :

Résumé

Chapitre 1 : Introduction

Chapitre 2 : Description du terrain et de la propriété

Chapitre 3 : Géologie et hydrogéologie

Chapitre 4 : Sommaire de la phase I, travaux de phase II ou III et résumé du modèle conceptuel

Chapitre 5 : Description des travaux de terrain

Chapitre 6 : Compilation et interprétation des données, mise à jour du modèle conceptuel

Chapitre 7 : Conclusions

Chapitre 8 : Recommandations

Annexes

L'annexe 7 présente la liste, non exhaustive, des éléments devant figurer dans les différents chapitres du rapport de la phase III ainsi que la liste des annexes. Certaines particularités propres à la phase III sont détaillées ci-dessous.

Résumé

Il est requis de joindre un résumé au début de toute étude de caractérisation d'un terrain. Pour les cas visés par le [RPRT](#), lorsque la phase III révèle la présence dans un terrain de substances supplémentaires dont la concentration excède les valeurs limites de l'annexe I du [RPRT](#), conformément aux articles 31.58 et 31.59 de la LQE, une modification de l'avis de contamination doit être faite au Registre foncier du Québec. Dans ce cas, un résumé de l'étude signé par un professionnel comme défini à l'article 31.42 de la LQE doit être joint pour procéder à l'inscription au Registre foncier. Le contenu de ce résumé est indiqué à l'annexe 8.

Modèle conceptuel (chapitre 4)

Le rapport de la phase III doit présenter une mise à jour du modèle conceptuel au chapitre 7. Le modèle conceptuel doit inclure une représentation visuelle, un tableau et une description qualitative permettant de cerner la problématique du terrain et de faire les liens entre les différentes matières, sources potentielles, substances contaminantes, modes de transport, récepteurs, etc.

Description des travaux de terrain (chapitre 5)

Le rapport de la phase III doit détailler tous les travaux de terrain effectués pour chacune des matières caractérisées qui constituent le terrain. Les travaux complémentaires doivent être contextualisés par rapport aux conclusions des phases I et II. Les travaux doivent être présentés de manière chronologique et les membres de l'équipe de travail doivent être identifiés. Toutes les actions effectuées doivent être décrites en détail de même que le matériel, les outils ou la machinerie utilisés. Le rapport doit également indiquer, s'il y a lieu, tous les travaux qui étaient initialement prévus et qui n'ont pas été réalisés. Une justification doit être fournie pour expliquer que ces travaux n'ont pas été effectués.

Compilation et interprétation des données (chapitre 6)

Les calculs concernant les volumes ou superficies de matières contaminées qui constituent le terrain doivent être présentés.

Si elle est utilisée dans le cadre d'un projet, la démarche géostatistique doit être décrite en détail. Il est attendu que le processus utilisé soit présenté en détail dans le rapport. Notamment, les éléments suivants devront y figurer : logiciel utilisé, analyse statistique, histogramme, variogramme, modèle mathématique, anisotropie, type d'interpolation et pourcentage d'erreur de chaque valeur estimée. Le processus devra

être suffisamment détaillé pour permettre à un autre spécialiste d'obtenir la même interprétation. On peut se référer à la norme ASTM D 5549 – 94 (Standard Guide for Contents of Geostatistical Site Investigation Report).

Dans les cas où une modélisation est effectuée, cette dernière doit être expliquée et suffisamment détaillée.

Conclusions et recommandations (chapitres 7 et 8)

Le rapport de caractérisation doit conclure sur l'atteinte des objectifs de caractérisation du terrain. Dans la majorité des cas, l'objectif de la phase III est de circonscrire la contamination du terrain qui dépasse les critères, les valeurs limites réglementaires ou les normes applicables.

À partir des conclusions de l'étude et du jugement du professionnel responsable de la caractérisation, des recommandations doivent être proposées quant aux suites à donner à la phase III :

- appliquer des mesures qui permettent de réhabiliter le terrain à l'étude;
- appliquer des mesures de mitigation à court terme afin de freiner les impacts sur les milieux (eau-air-sol) ou rendre non significatif le risque pour la santé humaine, la faune et la flore;
- effectuer des études complémentaires pour procéder à une évaluation spécifique des risques (toxicologiques et écotoxicologiques) ou pour confirmer le choix d'une technologie de traitement ou d'un scénario de réhabilitation;
- appliquer des mesures de suivi;
- recommander des travaux de caractérisation additionnels.

Chaque rapport doit être signé par le spécialiste (professionnel, évaluateur environnemental de site accrédité, etc.) responsable de l'étude de caractérisation qui travaille dans le domaine de l'environnement. Toute étude de caractérisation réalisée en application des dispositions de la section IV du chapitre IV (titre I) de la LQE doit être signée par un professionnel, comme défini à l'article 31.42 de la LQE.

6. Cas particuliers

La présente section décrit différents cas particuliers pour lesquels la caractérisation doit être adaptée. Selon le cas particuliers, la stratégie incluant les patrons d'échantillonnage en plan et en coupe sera différente de celle qui est présentée dans la section 4 du présent guide.

Les cas particuliers suivants sont discutés dans les sections ci-dessous.

Cas qui ne sont pas susceptibles de présenter une contamination anthropique

- caractérisation pour établir les teneurs de référence :
 - caractérisation pour l'évaluation des teneurs de fond naturelles :
 - en métaux et métalloïdes,
 - de la radioactivité,
 - en hydrocarbures d'origine non pétrolière (biogénique);
 - caractérisation initiale :
 - avant l'implantation d'un projet industriel,
 - caractérisation d'un secteur témoin.

Cas qui présentent une susceptibilité de contamination anthropique

- caractérisation de bandes linéaires;
- caractérisation de terrain en présence de réservoirs;
- contamination aéroportée;
- caractérisation pour l'installation ou la réfection d'un système d'aqueduc, d'égout ou de gestion des eaux pluviales;
- caractérisation des sols en pile;
- caractérisation d'un terrain récepteur en vue de valoriser des sols faiblement contaminés;
- caractérisation lorsqu'il est fondé de croire que des contaminants sont présents dans le terrain.

Cas dont la contamination anthropique a déjà été démontrée

- caractérisation pour la construction sur un lieu d'élimination désaffecté;
- caractérisation en vue d'un traitement *in situ* ou *ex situ*;
- caractérisation à la suite d'un rejet accidentel de matières dangereuses;
- caractérisation des fonds et parois d'excavation.

6.1 Caractérisation pour établir les teneurs de fond de référence

Il peut être requis de déterminer les teneurs de référence dans les sols, les sédiments, l'eau souterraine ou l'eau de surface. Cet exercice peut s'effectuer dans trois situations distinctes qui nécessiteront des stratégies différentes :

- caractérisation pour l'évaluation des teneurs de fond naturelles;
- caractérisation initiale;
- caractérisation d'un secteur témoin.

Les trois stratégies sont présentées aux sections 6.1.1 à 6.1.3 ci-dessous.

6.1.1 Caractérisation pour l'évaluation des teneurs de fond naturelles

La caractérisation pour l'évaluation des teneurs de fond naturelles peut s'effectuer pour des terrains qui, de manière naturelle, peuvent contenir des concentrations plus élevées de certains éléments, dont les métaux, les métalloïdes et les radionucléides. Ce type de caractérisation n'est généralement pas utilisé pour évaluer les teneurs en contaminant organique puisque la variation de leurs concentrations est généralement liée à des activités anthropiques, à l'exception des sols riches en matières organiques d'origine non pétrolière (biogénique). La section A) ci-dessous présente les stratégies d'échantillonnage pour les métaux et métalloïdes, la section B) présente les stratégies d'échantillonnage pour les radionucléides, tandis que la section C) présente la stratégie préconisée dans les cas d'hydrocarbures biogéniques.

A) Métaux et métalloïdes

La caractérisation des métaux et métalloïdes dans les sols consiste à évaluer la teneur de fond naturelle d'un terrain potentiellement contaminé, en vue principalement de l'application de l'article 1 du [RPRT](#) qui mentionne ce qui suit :

« En outre, lorsqu'un contaminant mentionné dans la partie I (métaux et métalloïdes) de l'annexe I ou II est présent dans un terrain en concentration supérieure à la valeur limite fixée à cette annexe et qu'il ne provient pas d'une activité humaine, cette concentration constitue, aux fins des articles 31.51, 31.52, 31.54, 31.55, 31.57, 31.58 et 31.59 de la Loi sur la qualité de l'environnement, la valeur limite applicable pour ce contaminant. »

La stratégie recommandée pour évaluer correctement la teneur de fond naturelle dans les sols d'un terrain potentiellement contaminé est présentée dans les « [Lignes directrices sur l'évaluation des teneurs de fond naturelles dans les sols](#) » (décembre 2012). Ce document est un outil servant à aider à différencier les concentrations de métaux ou de métalloïdes que l'on trouve naturellement dans le sol de celles pouvant provenir d'une activité humaine. À noter que, si les teneurs en métaux ou métalloïdes naturellement présentes dans les sols d'un terrain augmentent à cause d'activités anthropiques réalisées sur ce terrain, ces teneurs ne peuvent plus être considérées comme naturelles.

Sur le site Web du Ministère, on retrouve également la [Fiche technique n° 3 – Cadre de gestion des teneurs naturelles en manganèse](#) qui présente la gestion des teneurs de fond naturelles en manganèse.

L'information relative aux teneurs naturelles dans les sédiments est présentée au chapitre 4 du document [Critères pour l'évaluation de la qualité des sédiments au Québec et cadres d'application : prévention, dragage et restauration](#). Notamment, les teneurs naturelles des secteurs fluviaux y sont présentées. Aussi, la section 5.5 du même document traite de la prise en compte des teneurs naturelles lors de l'application des critères de qualité des sédiments.

B) Radioactivité

Lorsque la présence de radionucléides d'origine naturelle est suspectée ou attendue dans une matière, il y a lieu de se référer au guide *Radionucléides recommandés pour l'analyse de la radioactivité dans les matrices environnementales* du Ministère. Ce guide fournit les listes de radionucléides qu'il est pertinent d'analyser en tenant compte de la présence ou de l'absence d'équilibres séculaires entre les radionucléides des chaînes de désintégration. L'information présentée dans ce guide fournit des informations utiles sur lesquelles s'appuyer afin, notamment, d'établir un programme de suivi environnemental ou de caractérisation environnementale des radionucléides pour un projet particulier.

C) Hydrocarbures d'origine non pétrolière (biogénique)

Lorsque les sols présentent de fortes teneurs en matières organiques et qu'ils sont analysés pour les HP C₁₀-C₅₀, une surestimation de la concentration peut être mesurée. En effet, les sols riches en composés organiques naturels peuvent contenir entre autres des hydrocarbures qui ne sont pas d'origine pétrolière (hydrocarbures biogéniques), mais qui interfèrent dans la région chromatographique C₁₀-C₅₀, en dépit des étapes de purification que requiert la méthode analytique. Cette possibilité fait que certains résultats peuvent s'avérer de faux positifs. La [Fiche technique n° 4 – L'interprétation de résultats de C₁₀-C₅₀ dans des sols riches en matières organiques d'origine non pétrolière](#) présente une façon de démontrer la présence de tels faux positifs et de réaliser une interprétation éclairée des résultats.

6.1.2 Caractérisation initiale

La caractérisation initiale permet d'établir la qualité d'un terrain (sol, sédiments, eaux souterraines ou de surface) avant l'implantation d'un projet ou d'une activité susceptible d'apporter ou de mobiliser des contaminants dans l'environnement. Ces données seront utilisées pour définir les objectifs de réhabilitation du terrain à la cessation de l'activité. La section A) ci-dessous présente les stratégies d'échantillonnage pour la caractérisation initiale avant l'implantation d'un projet industriel tandis que la section B) concerne les sites miniers.

A) Avant l'implantation d'un projet industriel

La caractérisation initiale à la réalisation d'un projet industriel permet d'établir la qualité d'un terrain (sol, sédiments, eau de surface, eau souterraine) avant d'y entreprendre une construction, un ouvrage, une activité ou d'exécuter des travaux. L'information recueillie permet à l'initiateur du projet et au Ministère d'établir l'état d'un terrain par rapport aux impacts que peut générer l'activité. Cette information pourra servir de référence à la suite d'une fuite ou du déversement d'une matière dangereuse ou d'une matière résiduelle, de l'émission ou du rejet d'un contaminant dans l'environnement. Les résultats pourront également servir à des fins de comparaison avec les résultats de la caractérisation à effectuer lors d'une cessation définitive d'une activité appartenant à l'une des catégories énumérées dans l'annexe III du [Règlement sur la protection et la réhabilitation des terrains](#) afin de déterminer l'ampleur des travaux de réhabilitation à réaliser.

Dans tous les cas, la caractérisation initiale des sols, des sédiments, de l'eau de surface ou de l'eau souterraine du terrain doit être complétée avant le début des travaux d'implantation.

Deux guides présentent la démarche pour la réalisation d'une caractérisation initiale avant l'implantation d'un projet industriel selon la matière qui constitue le terrain à caractériser :

- Sol : [Guide de caractérisation physicochimique de l'état initial des sols avant l'implantation d'un projet industriel](#);
- Sédiment et eau de surface : [Guide de caractérisation physicochimique de l'état initial du milieu aquatique avant l'implantation d'un projet industriel](#). À noter que certaines données sur les teneurs de fond du fleuve Saint-Laurent sont disponibles dans le document [Critères pour l'évaluation de la qualité des sédiments au Québec et cadres d'application : prévention, dragage et restauration](#) (Environnement Canada et MDDEP, 2007).

B) Avant l'implantation d'un site minier

Selon la [Directive 019](#) sur l'industrie minière, toute nouvelle entreprise doit, avant son implantation, procéder à une caractérisation préliminaire du terrain pour établir la qualité des sols et des eaux souterraines en place selon les versions les plus récentes de la Politique de protection des sols et de réhabilitation des terrains contaminés et du [Guide de caractérisation des terrains](#) du Ministère. Cette caractérisation du terrain, qui est requise à l'étape de l'avant-projet, devra respecter les exigences du [Guide de caractérisation physicochimique de l'état initial des sols avant l'implantation d'un projet industriel](#) pour établir l'état initial d'un terrain non susceptible d'avoir été contaminé dans le passé, ou celles du [Guide de](#)

caractérisation des terrains si le terrain est susceptible d'avoir été contaminé. La caractérisation de l'état initial du terrain avant l'implantation du site minier permet d'établir les objectifs de réhabilitation à atteindre s'il y a déversement accidentel (section 5.1.2 du *Guide d'intervention*), ou lorsque l'entreprise met un terme à sa production et procède au démantèlement de ses installations quand elle se situe en milieu naturel ou nordique (section 7.5 du *Guide d'intervention*).

6.1.3 Caractérisation d'un secteur témoin

La caractérisation d'un secteur témoin peut être réalisée lorsqu'une contamination anthropique est présente dans la zone à l'étude et que cette contamination est soupçonnée de ne pas provenir des activités réalisées dans la zone d'étude. Par exemple, la contamination peut provenir d'une industrie située à proximité et dont les contaminants auraient été aéroportés jusqu'au terrain à l'étude. L'utilisation d'échantillons témoins peut être faite pour toutes les matières qui constituent le terrain à caractériser. Si les concentrations en métaux et métalloïdes retrouvées sont susceptibles d'être d'origine naturelle, la stratégie d'échantillonnage doit être effectuée comme décrite à la section 6.1.1.

Lors du prélèvement des échantillons témoins, les règles suivantes doivent être respectées (Gilbert, 1987) :

- l'échantillon témoin doit généralement être prélevé en amont de la zone d'étude, notamment par rapport aux vents dominants, au sens d'écoulement des eaux et à la topographie du terrain. Il est important de s'assurer que l'échantillon témoin est suffisamment éloigné des activités anthropiques pour ne pas être affecté par des retombées atmosphériques;
- l'échantillon doit être prélevé de la même façon, dans le même milieu avoisinant (profondeur, type de dépôt, niveau stratigraphique, etc.) et dans les mêmes conditions (météorologiques, temporelles) que les autres échantillons;
- dans la mesure du possible, l'échantillon témoin doit être prélevé en premier (avant ceux de la zone à l'étude) afin d'éviter toute contamination du lieu témoin et de l'équipement.

La quantité d'échantillons témoins doit être suffisamment élevée pour pouvoir déterminer si la contamination anthropique retrouvée dans la zone d'étude provient d'activités situées à l'extérieur de cette zone. Le nombre d'échantillons témoins doit être justifié par le responsable de la caractérisation et clairement présenté dans le rapport.

6.2 Caractérisation de bandes linéaires

Les bandes linéaires sont distinctives en raison de leur géométrie définie par une largeur restreinte et une longueur pouvant varier de quelques mètres à des kilomètres. La caractérisation générale applicable à un terrain d'une industrie, par exemple, est difficilement applicable pour une bande linéaire. À noter que la stratégie suivante s'applique aux bandes de terrain d'une largeur maximale de 5 m ou à des bandes linéaires de terrain situées le long des chemins et qui sont visées par certains travaux (réfection ou élargissement de routes, construction de pistes cyclables, changement de câbles ou réfection d'aqueduc et d'égout, d'oléoduc ou gazoduc, quai, etc.). En présence d'une largeur de bande linéaire supérieure à 5 m, le nombre de sondages devra être augmenté. Par exemple, pour une autoroute d'environ 15 m de largeur et concernée par des travaux de réfection, la réalisation des trois sondages est attendue.

Une étude de caractérisation phase I devra être réalisée sur le terrain concerné en tenant compte des terrains limitrophes afin de déterminer les sources potentielles de contamination.

6.2.1 Stratégie d'échantillonnage pour les sols

Patron d'échantillonnage en plan

Les éléments suivants sont requis lors de l'élaboration du patron d'échantillonnage en plan :

- l'ensemble de la bande linéaire doit être caractérisé en combinant une approche d'échantillonnage ciblée et systématique;
- l'approche d'échantillonnage ciblée est obligatoire dans toutes les zones à risque. Par exemple, il est requis de vérifier les anciens déversements ou réservoirs qui peuvent être adjacents à la bande de terrain ou en amont de celle-ci, ou selon des indices de contamination sur le terrain (taches, odeurs, végétation affectée, etc.);
- les zones à risque considérées comme diffuses, telles que des remblais hétérogènes, doivent être échantillonnées tous les 20 m;
- les zones où les risques de contamination sont peu probables, voire absents, doivent être échantillonnées tous les 50 ou 100 m;
- pour les bandes de terrain qui ne seraient pas susceptibles d'être contaminées, il est recommandé de procéder à une caractérisation afin de valider les observations de la caractérisation de phase I, d'établir l'homogénéité ou la variabilité des dépôts meubles naturels, d'identifier la présence du roc, de déterminer les quantités de sols excédentaires à gérer et de connaître la qualité des sols laissés en place. Les paramètres d'analyse pourront être ceux qui sont associés à la zone à risque localisée à proximité :
 - en zone urbanisée, un sondage tous les 50 ou 100 m est normalement recommandé,
 - en zone rurale ou naturelle dont les sols sont de nature homogène, un sondage tous les 300 à 500 m peut être adéquat;
- Le patron choisi doit être justifié par le responsable de la caractérisation et clairement présenté dans le rapport.

Patron d'échantillonnage en coupe

Le patron d'échantillonnage en coupe applicable aux bandes linéaires est identique au patron général d'échantillonnage en coupe décrit à la section 4.4. À titre de rappel, voici les éléments requis lors de l'élaboration du patron d'échantillonnage en coupe :

- l'échantillonnage des sols doit être réalisé en continu lors des sondages;
- la stratigraphie des sols :
 - en présence d'une seule couche de sol, un échantillon doit être prélevé tous les 0,5 m (ou 0,6 m dans les cas d'utilisation de cuillère fendue),
 - en présence de différentes couches de sol, des échantillons distincts doivent être prélevés pour chacune des couches de sol sur une épaisseur maximale de 0,5 m ou 0,6 m;
- la présence d'indices organoleptiques de contamination : lorsqu'une contamination est perceptible (visuelle ou olfactive), un échantillon doit être prélevé et analysé à trois endroits : à l'intérieur de la zone contaminée (un échantillon tous les 0,5 m ou 0,6 m d'épaisseur) ainsi qu'au-dessus et en dessous de la zone contaminée pour délimiter l'étendue de la contamination;
- la source de la contamination : la profondeur de caractérisation sera différente si la source de la contamination est atmosphérique (en surface) ou si elle provient d'un réservoir enfoui (en profondeur);
- la profondeur de la nappe d'eau souterraine : lorsqu'il y a présence d'une nappe d'eau souterraine, un échantillon doit être prélevé minimalement au niveau supérieur de la nappe. Les substances peuvent être déplacées avec les fluctuations de la nappe. Par exemple, les hydrocarbures légers,

tels que les BTEX, auront tendance à flotter à la surface de la nappe et ainsi être présents dans la zone de fluctuation de celle-ci;

- les propriétés physiques des sols (porosité, conductivité, granulométrie) induisent une migration particulière de la contamination. Par exemple, les sols argileux retiennent davantage les substances par leur capacité d'adsorption et leur faible perméabilité que les sols sablonneux qui sont très perméables;
- la composition des sols en surface : la présence de matières organiques en surface (paillis, terre noire) peut ralentir la migration de la contamination en profondeur. La matière organique a tendance à absorber les substances et à les concentrer en surface. Il est requis d'adapter l'échantillonnage qui sera réalisé en fonction des objectifs de la caractérisation et de s'assurer de séparer les sols de surface, de l'horizon de matière organique;
- la présence de matières résiduelles : les horizons de matières résiduelles doivent être échantillonnés séparément des sols. De plus, en fonction de la nature des matières résiduelles, les substances pourraient être piégées ou, au contraire, être plus mobiles;
- le type de roc et la présence de fractures, de fissures ou d'altération du roc en contact avec les sols. Bien que le roc ne soit pas à échantillonner comme tel, il est possible qu'une contamination migre en profondeur à l'intérieur du roc, le cas échéant, cet aspect doit être pris en compte dans le patron d'échantillonnage des eaux souterraines.

À noter que, si la construction d'un projet linéaire prévoit laisser en place des contaminants au-delà des critères d'usage ou des valeurs limites réglementaires, un plan de réhabilitation devra être soumis en vertu de l'article 31.57 de la LQE. Il est donc essentiel de délimiter l'étendue de la contamination, comme cela est précisé ci-dessus.

6.2.2 Stratégie d'échantillonnage pour les eaux souterraines

La présence de sols contaminés devrait mener à la vérification de la qualité de l'eau souterraine s'il y a un risque de migration des contaminants vers la nappe d'eau souterraine. Le cas échéant, celle-ci devra être caractérisée en procédant à l'installation d'un puits d'observation dans la zone de la bande où il est susceptible de trouver de la contamination ou au centre de la bande linéaire si la source potentielle n'est pas localisée.

6.3 Caractérisation de terrain en présence de réservoirs

La présence d'un réservoir constitue une zone à risque devant être généralement caractérisée. La contamination des sols et des eaux souterraines liée à la présence de réservoirs est fréquemment rencontrée. Les réservoirs peuvent être de dimensions différentes et peuvent contenir différents produits, dont du mazout pour un immeuble résidentiel, de l'essence ou du diesel pour une station-service, des produits chimiques liés aux activités d'une industrie, etc. Les réservoirs peuvent être souterrains, hors terre ou se trouver à l'intérieur d'un bâtiment.

La présente section décrit la stratégie de caractérisation requise en présence d'un réservoir. La présence de réservoir peut être connue ou suspectée. Il est important de vérifier la présence possible d'anciens réservoirs non utilisés, mais encore en place. Cette vérification doit être effectuée lors de la phase I, notamment par la consultation de plans disponibles en archives. Lorsqu'aucun plan ne précise la localisation d'un réservoir connu ou suspecté, des méthodes de détection (ex. : détecteur de métal ou géoradar) peuvent être utilisées pour faciliter la localisation. Ces techniques de détection sont discutées à la section 4.2 du présent guide.

Quand un réservoir souterrain est en place, il est important de s'assurer de réaliser une caractérisation des remblais de la fosse de ce réservoir souterrain, mais également de caractériser les sols adjacents qui sont en place. Avec les résultats obtenus, il sera possible d'assurer une gestion adéquate des sols de la zone à risque. Par ailleurs, comme il n'est pas toujours aisé de réaliser les sondages dans la fosse d'un réservoir

en place, il est requis, notamment en cas d'enlèvement prévu du réservoir, de procéder à la caractérisation des parois et du fond de la fosse, une fois que le réservoir aura été retiré. L'absence de réservoir en place permettra d'avoir une meilleure visibilité des parois et du fond de la fosse. Les détails concernant cette caractérisation sont indiqués à la section 6.3.1.

Un déversement ou une fuite provenant d'un réservoir hors terre est relativement facile à détecter. Il n'en va toutefois pas de même pour un réservoir souterrain. Il est donc important de connaître et reconnaître les signes d'une fuite d'un réservoir :

- le système des pompes montre des conditions d'opération inhabituelles (par exemple : un fonctionnement erratique des pompes, perte soudaine de produits, apparence d'eau dans le réservoir);
- le déclenchement de l'alarme du système de détection des fuites ou l'identification d'un problème;
- l'observation visible ou olfactive de fuite : la présence de films d'essence sur des eaux de surface d'un fossé, des odeurs provenant d'un conduit, une phase libre de produits pétroliers observée dans un puits d'observation, la découverte d'une contamination lors de la phase II d'une étude de caractérisation réalisée pour une vente de propriété, etc.;
- la perte de produit calculée à la suite de la vérification de l'inventaire.

La tuyauterie des réservoirs peut être aérienne ou souterraine. Cette tuyauterie traverse souvent les murs des bâtiments et est parfois intégrée dans la dalle de béton du sous-sol du bâtiment. Avec le temps, la tuyauterie représente un risque de fuite et est parfois condamnée à être remplacée par une nouvelle tuyauterie qui n'est pas située dans la dalle de béton du sous-sol du bâtiment. L'ancienne et la nouvelle tuyauterie doivent être prises en compte lors de l'élaboration de la stratégie d'échantillonnage. Question de bonnes pratiques, les tuyauteries qui ne sont plus utilisées devraient être obturées afin d'empêcher toute utilisation future, mais également qu'elles ne puissent pas servir de chemins préférentiels, en cas de contamination fortuite.

6.3.1 Stratégie d'échantillonnage des sols

La stratégie doit également tenir compte de la profondeur de la nappe d'eau, de la localisation du réservoir, des différentes composantes aériennes ou souterraines en contact avec les produits (ex. : tuyauterie, séparateur, pompe, évent, etc.) et de l'aire de ravitaillement.

Dans les cas des réservoirs souterrains, la connaissance de la localisation du réservoir et des conduites est primordiale afin de ne pas abîmer ou perforer le réservoir ou les conduites lors des travaux de caractérisation.

Dans les cas des réservoirs hors terre, l'inspection visuelle permet d'observer l'état du réservoir et des conduites aériennes. L'âge du réservoir, l'état de la dalle de béton sous le réservoir ainsi que la présence d'odeurs ou de taches d'huile peuvent donner des indices sur la présence ou l'absence de contamination. Cependant, l'inspection visuelle des sols sous-jacents ou au pourtour du réservoir doit être faite avec précaution en raison des risques de remblayage pouvant avoir été effectué à la suite d'un déversement.

Patron d'échantillonnage en plan

Un patron d'échantillonnage en plan doit respecter les exigences ci-dessous pour évaluer adéquatement la présence d'une contamination dans les sols :

- lorsque le réservoir n'est plus en place, un sondage doit être effectué directement à l'emplacement de l'ancien réservoir, soit dans l'ancienne fosse dans les cas de réservoirs souterrains;
- lorsque le réservoir est en place, il est difficile de connaître la qualité des sols directement sous le réservoir. Pour pallier cette situation, le patron d'échantillonnage suivant est proposé :

- les sondages doivent être effectués à une distance suffisamment sécuritaire pour ne pas perforer le réservoir (maximum 1 mètre du réservoir);
- un sondage à chaque extrémité du réservoir doit être effectué;
- selon la longueur du réservoir, le nombre de sondages de chaque côté doit respecter le tableau suivant.

Tableau 4 : Fréquence d'échantillonnage sur la longueur – Réservoir

Longueur du réservoir	Nombre minimal de sondages de chaque côté de la longueur du réservoir
<5 m	1
5 à 10 m	2
>10 m	3

Note : Lorsqu'il y a plusieurs réservoirs situés à proximité les uns des autres, il est possible de modifier le patron d'échantillonnage ci-dessus pour, notamment, limiter le risque de perforation. Cette modification doit être justifiée par le responsable de la caractérisation et être clairement présentée dans le rapport.

- un sondage doit être effectué environ tous les 5 m, le long des conduites aériennes et souterraines reliant les différents équipements souterrains, le cas échéant. Les joints des conduites (changement de direction) sont la partie la plus susceptible de présenter des défauts (corrosion, fuite, etc.) et devraient être priorisés lors du choix de la localisation des sondages;
- des sondages doivent également être réalisés au droit d'anciennes conduites aériennes ou souterraines, le cas échéant;
- un sondage doit être localisé de chaque côté, le plus près possible, de chacun des îlots de pompes, le cas échéant;
- l'aire de ravitaillement du réservoir doit également être échantillonnée.

Patron d'échantillonnage en coupe

Dans les cas de réservoirs souterrains, il est primordial de définir la profondeur à laquelle le réservoir est enfoui avant de procéder à l'élaboration du patron d'échantillonnage en coupe.

Un patron d'échantillonnage en coupe doit respecter les exigences ci-dessous pour évaluer adéquatement la présence de contamination dans les sols :

- les sondages doivent atteindre une profondeur d'au moins 1 mètre sous l'assise du réservoir;
- les sondages doivent atteindre une profondeur d'au moins 0,5 m (ou 0,6 m dans les cas d'utilisation de cuillère fendue) sous la tuyauterie souterraine;
- en présence d'une seule couche de sol, un échantillon doit être prélevé tous les 0,5 m ou 0,6 m;
- en présence de différentes couches de sol, des échantillons distincts doivent être prélevés pour chacune des couches de sol sur une épaisseur maximale de 0,5 m ou 0,6 m;
- lorsqu'une contamination est perceptible (visuelle ou olfactive), un échantillon doit être prélevé à l'intérieur de la zone contaminée (un échantillon tous les 0,5 m ou 0,6 m d'épaisseur) ainsi qu'au-dessus et en dessous de la zone contaminée pour délimiter l'étendue de la contamination;
- il est recommandé de prélever quelques échantillons supplémentaires sous le niveau le plus bas de la contamination observée. Ces échantillons pourront être analysés si requis pour délimiter la profondeur de la contamination;

- dans les cas de réservoirs souterrains, il peut être requis de procéder à la caractérisation des sols qui se trouvent au-dessus du réservoir en vue de leur gestion lors de l'enlèvement du réservoir;
- il est recommandé de procéder à la caractérisation des sols sous-jacents aux dalles, poutres ou pesées d'encrage présentes à proximité des réservoirs.

La profondeur de caractérisation à atteindre dépend également de la profondeur de la nappe d'eau souterraine, des propriétés physiques des sols (porosité, conductivité, granulométrie), de la présence de matières résiduelles, des indices organoleptiques et de la présence ou non de roc. Il est recommandé d'atteindre le niveau de la nappe d'eau souterraine dans au moins un des sondages réalisés.

L'échantillonnage des sols doit être réalisé en continu lors des sondages. Si une contamination est identifiée, des analyses supplémentaires doivent être réalisées sur les échantillons au-dessus et en dessous, pour mieux délimiter l'épaisseur et la profondeur de la contamination. Cette caractérisation complémentaire correspond à la phase III et est abordée à la section 5.2.

6.3.2 Stratégie d'échantillonnage des eaux souterraines

La caractérisation des eaux souterraines est obligatoire, notamment en cas de présence de réservoirs souterrains dans un terrain. Si en période d'étiage (été, hiver) la nappe d'eau n'est pas atteignable, une vérification du contexte hydrogéologique du secteur ou régionale doit être faite pour démontrer que la profondeur de la nappe d'eau souterraine est trop importante pour l'échantillonner. Les documents ou outils tels que des cartes topographiques, rapports géologiques, le Système d'information hydrogéologique (SIH) ou le navigateur cartographique sont des sources d'informations qui peuvent étoffer un argumentaire selon lequel la nappe d'eau souterraine ne peut être atteinte, car elle est trop profonde.

Dans le cas où le sens d'écoulement est connu, le puits d'observation doit être implanté en aval des équipements pétroliers présents. Le modèle conceptuel permettra d'estimer l'emplacement du panache avant d'implanter le ou les puits d'observation. Par exemple, dans le cas d'une contamination ancienne suspectée, le panache peut se trouver à une grande distance des équipements pétroliers et la localisation des puits doit être choisie en conséquence.

Dans le cas où le sens d'écoulement n'est pas connu, trois puits d'observation au minimum doivent être implantés dans le terrain et localisés (en plan) de façon à former un triangle dont la dimension permet de couvrir les zones à risque et l'ensemble du terrain.

Si le sens d'écoulement de l'eau souterraine n'est pas connu, mais qu'il y a existence de conduites de réseau d'égout municipal à la limite du terrain, il est fort probable, si ces conduites interceptent la nappe d'eau souterraine, qu'un écoulement préférentiel de l'eau souterraine s'effectue en direction de ces conduites. Lorsque cela est applicable (nappe d'eau peu profonde), les puits d'observation pour l'eau souterraine doivent être installés pour intercepter l'eau entre les équipements pétroliers et le réseau d'aqueduc et d'égout.

6.4 Contamination aéroportée

Il peut être requis de procéder à la caractérisation d'un terrain en vue d'y déceler une contamination aéroportée. Des contaminants peuvent être présents dans l'atmosphère et être transportés par le vent pour ensuite se déposer sur des terrains plus ou moins éloignés de la source d'émission. Les sources de contamination possibles peuvent être une cheminée, des événements en milieu industriel, des zones de transbordement de matières premières granulaires en vrac, des résidus miniers, des zones d'entreposage de piles de matières premières ou résiduelles non recouvertes ou encore les sols à nu. Les concentrations en contaminants seront normalement plus importantes près de la source, diminuant progressivement en s'éloignant, selon le panache de contaminants créé par le vent.

6.4.1 Stratégie d'échantillonnage

La stratégie d'échantillonnage doit être planifiée et suffisamment flexible pour permettre, s'il y a lieu, des réajustements au cours des travaux de terrain. Le nombre d'échantillons à prélever est d'abord directement relié au patron d'échantillonnage choisi et à la grandeur du terrain à caractériser.

Patron d'échantillonnage en plan

Le patron d'échantillonnage en plan doit être élaboré en priorisant les zones situées en aval de la source de la contamination selon les vents dominants. Les concentrations en contaminants sont normalement plus importantes près de la source, et diminuent progressivement en s'éloignant de la zone influencée par le panache de contaminants créé par le vent.

Tous les types de surfaces du terrain visé (jardin, gazon, surface à nu) doivent être échantillonnés individuellement. Les échantillons prélevés doivent être des échantillons composés, c'est-à-dire formés par le mélange de sous-échantillons d'un même niveau, mais provenant de plusieurs emplacements. Par exemple, 3 sous-échantillons peuvent être prélevés pour des surfaces de terrains inférieures à 25 m², et 5 sous-échantillons pour les surfaces supérieures à 25 m². Le patron d'échantillonnage suivant est requis :

Tableau 5 : Stratégie d'échantillonnage en plan pour une contamination aéroportée

Superficie de la zone à risque (m ²)	Nombre minimal de stations d'échantillonnage par type de surface	Nombre de sous-échantillons à prélever pour chaque station
0 à 25	1	3
25 à 100	1	5
100 à 300	2	5
301 à 625	3	5

À noter que, pour les terrains dont la superficie est supérieure à 625 m², le nombre de stations d'échantillonnage devra être adapté selon les caractéristiques du terrain (homogénéité, hétérogénéité, etc.).

Patron d'échantillonnage en coupe

La présence d'une contamination aéroportée indique habituellement une accumulation de contaminants sur les premiers centimètres de la surface du terrain. De façon à évaluer précisément la profondeur de la contamination, on doit échantillonner des couches minces. Les niveaux préconisés pour ce type d'échantillonnage varient selon la nature de la surface à prélever. La partie aérienne des herbacés est à retirer, mais les racines doivent être conservées pour les échantillons dans la couche de 0 à 5 cm. Le tableau ci-dessous présente ces spécifications.

TYPE DE SURFACE	ÉCHANTILLONNAGE
1. Surface végétalisée : gazon, en friche, etc.	0 à 5 cm (incluant le paillis) 5 à 10 cm 10 à 20 cm 20 à 30 cm
2. Surface à nu meuble : carré de sable, potager, platebande, etc.	Tous les 15 cm
3. Surface à nu compactée : entrée de gravier, dessous de galerie, etc.	Tous les 10 cm

Exemple de cas

La figure 9 montre de manière conceptuelle un exemple de la manière dont une contamination aéroportée peut affecter les terrains avoisinants. La figure 10 suivante présente un exemple de cas de caractérisation d'un terrain résidentiel pour lequel une contamination est suspectée. Le terrain a une superficie de 100 m² divisée en 4 parties égales de 25 m² chacun.

Figure 9 : Conceptualisation d'une contamination aéroportée

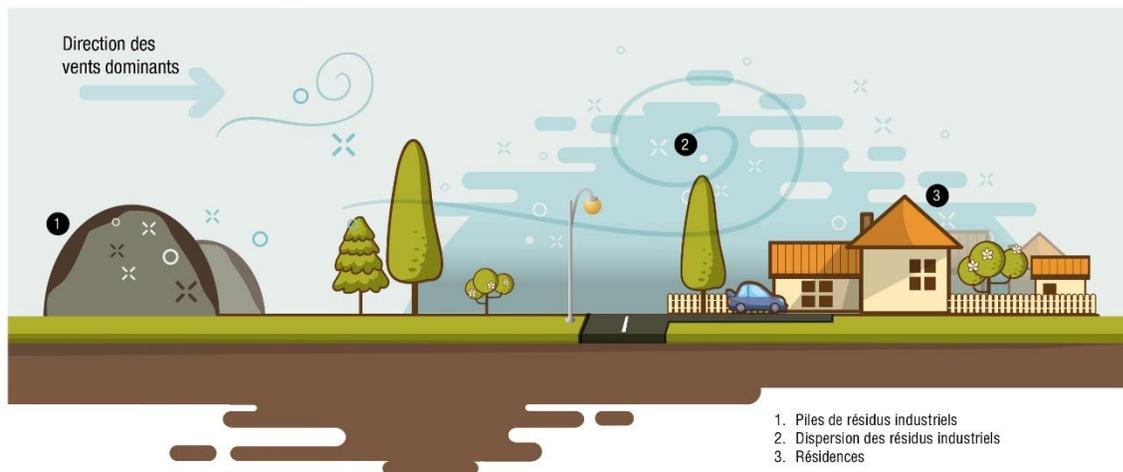
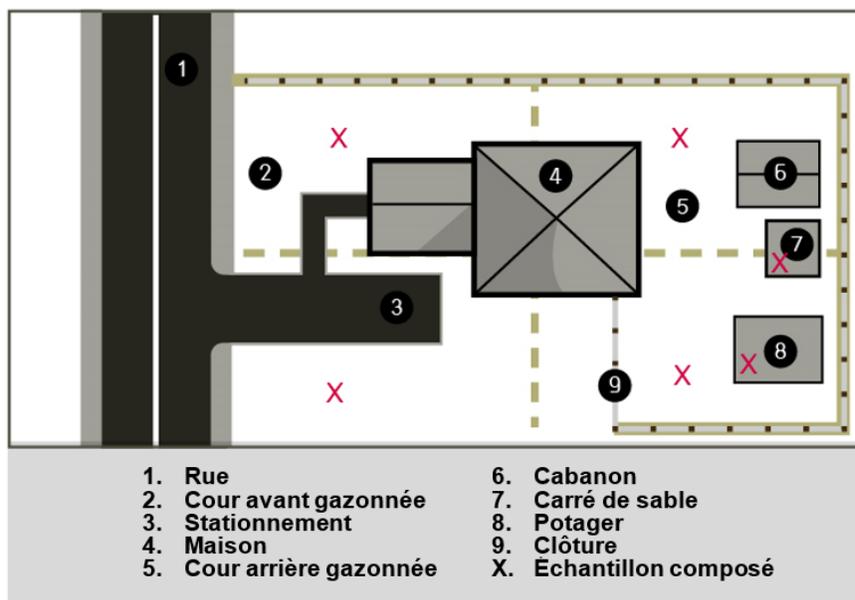


Figure 10 : Localisation des stations d'échantillonnage



6.4.2 Méthode d'échantillonnage

La présence d'une contamination aéroportée indique habituellement une accumulation de contaminants sur les premiers centimètres de la surface du terrain. À noter qu'il peut arriver que cette contamination de surface migre plus ou moins profondément dans le sol à la suite de l'infiltration des eaux (pluie, fonte des neiges, etc.), mais aussi par le fait que les horizons de sols contaminés de surface peuvent être remaniés lors de travaux de terrain. Lors du prélèvement des échantillons, il est recommandé de procéder à une petite tranchée à l'aide d'une pelle pour établir le profil stratigraphique ou pédologique des sols du terrain à l'étude. Le prélèvement des sols pourra par la suite être réalisé à côté de chacune des tranchées à l'aide d'un tube d'échantillonnage (carottes de sol peu remanié), comme cela est présenté dans le [Guide d'échantillonnage à des fins d'analyses environnementales – Cahier 5 : Échantillonnage des sols](#). Il est recommandé de consulter le laboratoire pour établir s'il est préférable d'utiliser un matériel d'échantillonnage en acier inoxydable ou en plastique selon les contaminants présumés pour éviter toute ambiguïté sur la validité des résultats analytiques.

6.5 Caractérisation pour l'installation ou la réfection d'un système d'aqueduc, d'égout ou de gestion des eaux pluviales

Les sols à excaver dans les secteurs concernés par l'installation ou la réfection d'un système d'aqueduc, d'égout ou de gestion des eaux pluviales visés par le paragraphe 3° de l'article 22 de la LQE doivent faire l'objet d'une caractérisation avant l'exécution des travaux en vue de leur gestion par la suite. La caractérisation des sols dans ces secteurs doit tenir compte de la susceptibilité de contamination du terrain selon la ou les activités s'y étant déroulées et les sols à excaver, aux endroits susceptibles d'être contaminés, doivent être échantillonnés et analysés pour les contaminants susceptibles d'être présents. La caractérisation réalisée doit être adaptée en raison de la géométrie particulière de ce type d'installation. Puisque ces systèmes sont définis par une largeur restreinte et une longueur pouvant atteindre plusieurs centaines de mètres, la même stratégie d'échantillonnage, présentée à la section 6.2, pour les bandes linéaires, est applicable pour l'installation de ces systèmes.

6.6 Caractérisation des sols en pile

Habituellement, la caractérisation des sols doit être réalisée sur les sols en place non excavés, pour éviter la dilution de la contamination et pour limiter la contamination de l'atmosphère par des composés organiques volatils qui sont susceptibles de survenir lors de l'excavation ou de la manutention des sols.

Néanmoins, la caractérisation des sols en pile est nécessaire lorsque des sols sont retrouvés déjà en pile sur un terrain qui fait l'objet d'une étude de caractérisation ou lorsque des sols ont été excavés et mis en pile à la suite d'une intervention d'urgence. Autre exemple, lors de travaux de réhabilitation d'un terrain, les sols présumés sans contamination peuvent être mis en pile en attendant d'être caractérisés. Il peut également être requis d'échantillonner des sols en pile lors d'un traitement *ex situ* ou à la suite de la ségrégation (tamis, séparateur magnétique, etc.) de différentes fractions d'un lot de sol en vue de déterminer le mode de gestion de chacune des fractions.

6.6.1 Stratégie d'échantillonnage

Pour l'échantillonnage de sols excavés, il est recommandé de prélever des échantillons composés. Le nombre minimal d'échantillons à analyser par volume de sols excavés est défini dans le tableau 6 ci-dessous. La stratégie d'échantillonnage présentée ci-après s'applique à des piles de 100 m³ et moins. En présence d'une ou de plusieurs piles contenant plus de 100 m³, la stratégie d'échantillonnage à appliquer devra être adaptée et la pile doit être séparée en diverses sections de 100 m³ et moins. Cette séparation permettra de prélever plus facilement des sols répartis de manière uniforme à l'intérieur de la pile. Les sols qui seront remaniés lors de la séparation ne devraient pas être utilisés lors du prélèvement des échantillons. Cette séparation ne doit pas remanier l'ensemble des sols de la pile. Lorsque la séparation est impossible, une justification doit être fournie par le responsable de la caractérisation et doit être présentée dans le rapport.

Il est recommandé pour l'échantillonnage des sols en pile de prélever des échantillons composés. Chaque échantillon analysé est donc composé de cinq sous-échantillons. La section 9 du cahier 5 précise notamment le nombre de sous-échantillons à mélanger pour constituer l'échantillon à analyser dans une pile. Des outils spécialisés peuvent être requis pour atteindre le centre de la pile (cuillère fendue, excavatrice, foreuse, etc.). L'idée est d'avoir une bonne répartition spatiale des échantillons prélevés pour chaque portion à échantillonner. Le nombre d'échantillons à analyser varie selon le volume de sols contenu dans la pile et selon que les sols sont homogènes ou hétérogènes. Les mesures des volumes de sols peuvent nécessiter l'utilisation d'outils plus élaborés tels les équipements d'arpentage. Le tableau ci-dessous présente le nombre minimal d'échantillons à analyser.

Tableau 6 : Fréquence d'échantillonnage – Pile

Volume de sols contenu dans la pile (m ³)	Nombre minimal d'échantillons à analyser	
	Sol homogène	Sol hétérogène
<10	1	*
10-50	2	*
50-100	3	*

Sol homogène

Il y a lieu de subdiviser la pile en sections de grandeur équivalente et de procéder aux différents échantillonnages de manière à couvrir l'ensemble des sols que représente la section. Par exemple, pour une pile de 100 m³ de sols homogènes, un minimum de 3 échantillons sera prélevé et analysé.

Sol hétérogène*

En présence d'une pile qui présente des indices d'hétérogénéité de contamination ou de composition (couleur, odeur, stratigraphie, matière résiduelle, etc.), ce qui correspond à des populations différentes d'un point de vue statistique, un échantillon composé doit être prélevé pour chacune des populations rencontrées. En effet, la présence d'hétérogénéités au sein d'une même pile a pour conséquence d'augmenter le nombre d'échantillons à analyser. Il est attendu que le nombre d'échantillons prélevés pour une pile présentant des hétérogénéités soit au minimum du double du nombre d'échantillons requis pour une pile de sols homogènes. Dans le cas où il est impossible de respecter cette densité d'échantillonnage, ou lorsque les concentrations de contaminants sont présumées aux environs des critères de décision et qu'alors une plus grande certitude est requise, il revient au responsable d'échantillonnage de faire la preuve, par exemple par des méthodes statistiques, que la densité d'échantillonnage qu'il propose est acceptable. L'interprétation des résultats est abordée à la section 6.6.3.

6.6.2 Méthode d'échantillonnage en présence de COV

Lorsqu'une pile de sols est échantillonnée pour en faire l'analyse des composés organiques volatils (COV), tels que l'essence (BTEX), les échantillons doivent être prélevés à l'intérieur de la pile, à l'endroit le plus susceptible de présenter une contamination en COV et le plus loin possible de la surface de la pile, habituellement moins compactée et plus propice à libérer les COV. Il est recommandé de prélever l'échantillon à l'aide d'un tube d'échantillonnage ou d'une cuillère fendue en limitant le contact avec l'air. Dans les cas de piles de petites dimensions, il est également possible, à l'aide d'une truelle, de creuser un trou suffisamment profond et d'y prélever un échantillon sur la nouvelle paroi fraîche, directement à l'aide d'un échantillonneur de type seringue. L'échantillonnage des COV doit être effectué selon les prescriptions de l'[addenda](#) au [Guide d'échantillonnage à des fins d'analyses environnementales – Cahier 5: Échantillonnage des sols](#). À noter que, peu importe le type de caractérisation réalisée (aéroportée, parois, fonds, etc.), un prélèvement pour les paramètres volatils doit toujours être fait par la réalisation d'échantillons ponctuels.

6.6.3 Interprétation des résultats

En présence de sol homogène ou hétérogène, les sols doivent être gérés en fonction du résultat obtenu pour les différentes sections de sols. En présence de sols hétérogènes, les différents types d'hétérogénéité doivent être regroupés et le résultat le plus restrictif pour chacune des hétérogénéités doit être appliqué.

6.7 Caractérisation d'un terrain récepteur en vue de valoriser des sols contaminés

En vertu de l'article 2.12 du RPRT, la caractérisation du terrain récepteur où l'on projette de valoriser des sols A-B importés d'un autre terrain est exigée. La section 6.5.1.3 du *Guide d'intervention – Protection des sols et réhabilitation des terrains contaminés* et la section 3 des *Lignes directrices pour la valorisation des sols contaminés* détaillent l'encadrement réglementaire pour la valorisation de sols A-B.

L'étude de caractérisation du terrain récepteur des sols A-B à valoriser doit comprendre une étude de caractérisation phase I réalisée sur l'ensemble du terrain à l'étude et selon les exigences du présent guide. L'étude de caractérisation doit également comprendre une phase II, et, si requis, une phase III, lesquelles doivent également être réalisées selon les exigences du présent guide. Toutefois, il y existe deux particularités pour les phases II et III de caractérisation par rapport aux exigences énoncées dans ce guide :

- la première est la possibilité de restreindre la caractérisation (phase II) à la portion du terrain sur laquelle le sol sera déposé;
- la deuxième est la possibilité de ne pas caractériser les eaux souterraines et les eaux de surface.

Les *Lignes directrices pour la valorisation des sols contaminés* ouvrent la porte à la valorisation des sols B-C sur un terrain récepteur. Dans ce cas, les *Lignes directrices pour la valorisation des sols contaminés* demandent de procéder à la caractérisation du terrain récepteur comme pour les sols A-B

(phase I sur l'ensemble du terrain et caractérisation phase II de la portion du terrain sur laquelle le sol sera déposé).

Les paramètres à analyser dans les sols du terrain récepteur sont ceux qui sont déterminés par la phase I de l'étude de caractérisation de ce terrain et ceux qui sont déterminés par l'étude de caractérisation du terrain d'où les sols A-B (ou B-C) sont importés. Les études de caractérisation réalisées en application de l'article 2.12 du RPRT doivent être réalisées par un professionnel selon les exigences du Ministère (article 31.42 de la LQE) ou toute autre personne compétente dans le domaine. Afin d'illustrer plus concrètement ce qui est attendu à la suite de la caractérisation du terrain récepteur, un exemple de valorisation de sols A-B importés sur un terrain en respect du 1^{er} alinéa de l'article 4 du *Règlement sur le stockage et les centres de transfert de sols contaminés* (RSCTSC) est présenté à la section 6.5.1.3.3 du *Guide d'intervention*.

6.8 Caractérisation lorsqu'il est fondé à croire que des contaminants sont présents dans le terrain (article 31.50.1 de la LQE)

Comme il est indiqué dans la section 5.2.4 du *Guide d'intervention – Protection des sols et réhabilitation des terrains contaminés*, l'article 31.50.1 de la LQE stipule que, lorsqu'un projet requiert une autorisation en vertu de l'article 22 de cette loi et n'est pas assujéti aux dispositions des articles 31.51 ou 31.53 de cette même loi, le ministre a le pouvoir de demander une étude de caractérisation du terrain concerné par le projet, s'il est fondé à croire que des contaminants visés par l'article 31.43 de cette loi peuvent être présents dans le terrain. Dans le cadre de l'application de cet article, il est requis que l'étude de caractérisation de phase I couvre tout le terrain concerné par le projet. Toutefois, les phases II et III peuvent se limiter à la portion du terrain visée par l'autorisation. Toutes les études doivent être réalisées selon les exigences du présent guide. Le Ministère évaluera au cas par cas l'ampleur et l'étendue des études de caractérisation des phases II et III à réaliser (le cas échéant) et l'étude de caractérisation demandée sera adaptée à la situation selon le cas.

Deux principaux cas de figure sont décrits en cas d'application de l'article 31.50.1 :

- 1) Dans le cas de l'implantation d'un projet sur un terrain où aucune activité ne se déroule au moment de la demande, il sera exigé que les études de caractérisation des phases II et III (si elles sont requises) couvrent toute la superficie du terrain concernée, comme pour la phase I. Dans un contexte de projets d'implantation de nouvelles activités industrielles, le terrain concerné, ou une partie de ce terrain, devra aussi faire l'objet d'une étude de caractérisation de son état initial s'il n'est pas susceptible d'avoir été contaminé. Cette étude devra être réalisée conformément aux exigences du [Guide de caractérisation physicochimique de l'état initial des sols avant l'implantation d'un projet industriel](#).
- 2) Dans le cas de l'implantation d'un projet ou d'une nouvelle activité sur un terrain où une ou des activités susceptibles de contaminer l'environnement se déroulent déjà au moment de la demande, les études de caractérisation des phases II et III (si elles sont requises) pourraient ne couvrir que la portion de terrain concernée par ce projet ou cette nouvelle activité, incluant toutes les aires d'exploitation de celle-ci.

6.9 Caractérisation d'un lieu d'élimination de matières résiduelles désaffecté visé par l'article 22 de la LQE

En vertu de l'article 22 (paragraphe 9°) de la LQE, le Ministère peut délivrer une autorisation ministérielle pour la construction sur un terrain qui a été utilisé comme lieu d'élimination de matières résiduelles et qui est désaffecté ou pour tous travaux visant à changer l'utilisation d'un tel terrain. Le Ministère a publié le [Guide relatif à la construction sur le terrain d'un lieu d'élimination de matières résiduelles désaffecté](#). L'article 65 et les suivants de la LQE ainsi que le guide cité précédemment décrivent, entre autres, le contenu des études de caractérisation et du rapport soumis au Ministère ainsi que les critères d'analyse utilisés pour évaluer les projets. Ce guide traite aussi des conditions (contrôle et suivi, inscription des restrictions d'usage, information du public) que le Ministère peut exiger pour accorder son autorisation ainsi

que de la problématique de la construction sur des terrains avoisinants à d'anciens lieux d'élimination de matières résiduelles.

6.10 Caractérisation en vue d'un traitement *in situ* ou *ex situ*

Lorsqu'un traitement *in situ* ou *ex situ* est prévu sur un terrain à l'étude, il est important d'obtenir toutes les informations nécessaires afin de bien cerner le contexte de contamination et d'assurer une protection adéquate du milieu contre d'éventuels effets indirects des travaux. De plus, dans les cas de traitement *in situ*, ces informations serviront à bien visualiser le ou les chemins de migration empruntés par la contamination, d'identifier avec précision la zone d'intervention et à effectuer le suivi approprié. À cette fin, les travaux de caractérisation doivent être plus exhaustifs, notamment en début et fin de traitement, que ceux qui sont normalement requis à la section 4 du présent guide. En effet, dans le cas d'un traitement *ex situ*, une caractérisation avant l'installation de ce dernier et après le démantèlement du traitement est requise. De plus, pour mieux connaître les propriétés des sols en place et sélectionner la technologie de traitement la plus efficace, des analyses supplémentaires pourraient être requises, telles que les mesures de pH, l'analyse du carbone organique total pour connaître la quantité de matière organique présente, l'analyse de la granulométrie ou de la granulochimique, etc.

Divers documents rédigés par le Ministère sont disponibles sur le sujet et permettent de baliser la réalisation de traitement de sols :

- [Lignes directrices pour le traitement des sols par biodégradation, bioventilation ou volatilisation](#) : ces lignes directrices visent à préciser les directives du Ministère à l'égard de l'utilisation de ces techniques de traitement pour les hydrocarbures;
- [Fiche technique n° 9 – Réhabilitation d'un terrain à l'aide d'un procédé de traitement *in situ*](#) : cette fiche présente les orientations du Ministère lors de la réalisation de traitement *in situ*;
- [Fiche technique n° 10 – Traitement de sols contaminés sur un terrain en réhabilitation à l'aide d'un procédé *ex situ*](#) : cette fiche présente les orientations du Ministère lors de la réalisation de traitement *ex situ*.

6.11 Caractérisation à la suite d'un rejet accidentel de matières dangereuses

Lors d'un rejet accidentel de matières dangereuses, comme le stipule l'article 70.5.1 de la LQE (section VII.1), toutes les matières dangereuses rejetées et les matières contaminées par celles-ci doivent être récupérées/enlevées ou traitées sur place. L'objectif des travaux de récupération est de remettre la zone affectée par le rejet dans le même état de contamination (ou moindre) que tout juste avant le rejet accidentel, peu importe le type d'activité présent ou passé sur le terrain. Seules les matières provenant du rejet accidentel et les matières ayant été contaminées par celles-ci sont visées par les travaux de récupération/enlèvement ou de traitement.

L'étude de caractérisation à la suite d'un rejet accidentel de matières dangereuses peut être nécessaire pour :

- évaluer la faisabilité de réaliser un traitement sur place des matières contaminées et, le cas échéant, recommander le type de traitement approprié. Un effort de récupération/enlèvement des matières dangereuses rejetées et des matières contaminées doit être fait préalablement à la caractérisation et au traitement.

Une étude de caractérisation effectuée à la suite d'un rejet accidentel de matières dangereuses doit tenir compte de l'objectif de récupération des matières contaminées spécifiques aux rejets accidentels, ainsi que de l'état de contamination de la zone affectée par le rejet accidentel avant l'incident.

6.11.1 Objectif de récupération

Lors d'un rejet accidentel de matières dangereuses, l'objectif de récupération est d'atteindre l'état de contamination présent juste avant le rejet accidentel, pour toutes les matières contaminées par le rejet. Conséquemment, le niveau de décontamination à atteindre diffère de celui qui est visé lors d'une réhabilitation d'un terrain contaminé (chapitre IV, section IV de la LQE). Par exemple, pour un rejet accidentel d'un produit pétrolier dans une zone dont l'état de contamination antérieur des sols est de 3 500 mg/kg en HP C₁₀-C₅₀, la décontamination devra être effectuée de manière à ce que le niveau de contamination des sols soit de 3 500 mg/kg en HP C₁₀-C₅₀ ou moins.

6.11.2 Détermination de l'état de contamination antérieur

L'état de contamination antérieur au rejet accidentel peut être déterminé de trois façons :

1. Étude de caractérisation précédant le rejet accidentel

Si la zone affectée par le rejet a fait l'objet d'une caractérisation peu de temps avant l'événement, les données de cette étude pourraient être utilisées pour définir l'état antérieur, pour autant que les conditions rencontrées lors de cette étude soient toujours les mêmes.

2. Échantillons à l'extérieur de la zone affectée

Selon les conditions présentes sur le terrain, l'état antérieur peut être déterminé à l'aide d'échantillons récoltés sur le contour externe de la zone affectée, de façon à déterminer l'état antérieur de cette dernière et, ainsi, de discriminer les contaminants associés au rejet accidentel de ceux qui étaient déjà présents à cet endroit.

L'endroit choisi pour effectuer l'échantillonnage qui servira à déterminer l'état antérieur devrait posséder les mêmes conditions géologiques et avoir subi les mêmes altérations anthropiques que la zone affectée.

L'état antérieur des eaux souterraines peut également être évalué à l'aide d'un échantillonnage à l'extérieur de la zone affectée, par l'installation de puits d'observation en amont de la zone affectée, notamment. Il est aussi possible de consulter des répertoires de données sur la qualité des eaux souterraines dans le secteur visé. Le [Guide d'intervention](#) dresse, dans le tableau 13, une liste de sources de données disponibles.

3. Teneurs de fond naturelles

En l'absence d'information sur l'état de la zone affectée avant le rejet, les critères A du [Guide d'intervention](#) pour les sols et les teneurs de fond naturelles pour les eaux souterraines sont utilisés comme objectifs de récupération.

6.12 Caractérisation lors de l'excavation de sols

6.12.1 Stratégie d'échantillonnage lors de l'excavation de sols propres

Des sols propres (non contaminés) peuvent également devoir être excavés afin d'accéder aux sols contaminés et aux matières résiduelles. Il est avantageux de récupérer ces sols, car on peut les réutiliser à la condition de s'assurer, par un échantillonnage de contrôle, qu'il n'y a pas eu de mélange avec des sols contaminés lors de l'excavation.

Pour obtenir des échantillons de contrôle lors de l'excavation de sols propres, il faut prélever deux échantillons ponctuels au centre de chaque maille de la grille (dont la dimension a été déterminée en fonction de la grandeur de l'excavation prévue), dont un dans l'intervalle de 0 à 30 cm et l'autre dans l'intervalle de 30 à 60 cm, immédiatement au-dessus du sol jugé contaminé. Afin de faciliter la localisation de ces échantillons, il est recommandé de faire le prélèvement avant l'excavation.

6.12.2 Caractérisation des fonds et parois d'excavation

Lors de la réhabilitation d'un terrain contaminé, si les travaux impliquent une excavation des sols contaminés, il est requis de caractériser le fond et les parois des excavations pour vérifier la qualité des sols laissés en place. La réhabilitation étant réalisée à la suite d'une caractérisation complète, la vérification du fond et des parois d'excavation est la plupart du temps une validation de l'atteinte des objectifs de la réhabilitation. Les résultats obtenus des fonds et des parois feront foi de la qualité résiduelle du terrain.

Pour établir la stratégie d'échantillonnage du fond et des parois d'excavation, ces derniers doivent être quadrillés. La dimension des mailles de la grille sera fonction de la distribution de la concentration des contaminants et de l'homogénéité des sols. La dimension des mailles dépendra de la distribution de la concentration des contaminants et de l'homogénéité des sols. Le maillage de la grille sera généralement entre 15 et 25 m de côté et il peut se resserrer à 5 m dans les secteurs plus problématiques ou quand l'excavation est petite. La localisation de la grille doit permettre de couvrir des zones potentiellement contaminées qui n'auraient jamais été échantillonnées lors de l'étude de caractérisation. Les stratégies d'échantillonnage du fond et des parois sont présentées ci-dessous.

6.12.3 Stratégie d'échantillonnage du fond d'excavation

Patron en plan et en coupe

Les éléments suivants doivent être respectés lors de l'élaboration du patron d'échantillonnage pour le fond d'une excavation :

- Le nombre et la localisation des stations d'échantillonnage requis pour caractériser le fond de l'excavation correspondent au nombre de sondages réalisés lors des phases II et III de la caractérisation. Le nombre d'échantillons à prélever est présenté au tableau 7 suivant. Par exemple, si la superficie de la zone excavée est de 200 m², l'échantillonnage du fond de l'excavation doit comprendre au minimum deux stations d'échantillonnage et plus de deux stations, en cas de présence d'un remblai hétérogène.

Tableau 7 : Fréquence d'échantillonnage – Fond d'excavation

Superficie de la zone excavée (m ²)	Nombre minimal d'échantillons prélevé (excluant les remblais hétérogènes)	Nombre minimal d'échantillons prélevés dans un remblai hétérogène
<100	1	> 1*
100 à 300	2	> 2*
301 à 625	3	> 3*

- * Dans les cas où la zone excavée est constituée de remblai hétérogène, le nombre d'échantillons prélevés doit être suffisamment élevé pour que l'échantillonnage soit représentatif des sols présents sur le terrain. Plus le remblai sera hétérogène, plus le nombre d'échantillons prélevés doit être grand. Le maillage doit être justifié par le responsable de la caractérisation et clairement présenté dans le rapport. Cette justification devrait être basée sur le degré d'hétérogénéité attendu du remblai, de la présence de matières résiduelles, de la présence d'indices organoleptiques, etc.;
- lorsque différents horizons de sols, dont la composition est distincte (sable, argile, remblai de matières résiduelles, etc.), sont présents dans le fond de l'excavation, des échantillons supplémentaires doivent être ajoutés pour chaque horizon de sol qui était jugé contaminé, selon les conclusions de l'étude de caractérisation. Les horizons doivent être échantillonnés séparément de façon à ne pas diluer la contamination avec des horizons de sols non contaminés;

- avant d'échantillonner le fond de l'excavation, la première couche de surface ayant été en contact avec la pelle de l'excavatrice (environ 2 cm) doit être enlevée à l'endroit où l'échantillon sera prélevé afin d'éviter une contamination croisée. L'échantillon peut être prélevé sur une faible profondeur (<0,5 m) ou de la même manière que pour un forage ou une tranchée. La longueur de l'échantillon doit être choisie afin de ne pas diluer une contamination potentielle :
 - en présence d'une seule couche de sol, un échantillon doit être prélevé à 0,5 m ou moins;
 - en présence de différentes couches de sol, des échantillons distincts doivent être prélevés pour chacune des couches de sol sur une épaisseur maximale de 0,5 m;
- des échantillons composés doivent être prélevés sur une surface restreinte de quelques centimètres de côté (ex. : 10 cm x 10 cm ou 20 cm x 20 cm) en présence de sols homogènes sans indice organoleptique. Les échantillons composés à analyser se composent d'un minimum de 5 sous-échantillons. Les sous-échantillons à prélever pour le contrôle des parois doivent être prélevés à mi-hauteur de la maille ou selon une distribution relative à la maille. Dans le cas contraire, en présence d'indices organoleptiques, d'analyses de composés volatils, ce sont des échantillons ponctuels qui doivent être prélevés;
- pour les superficies supérieures à 625 m², le nombre d'échantillons prélevés devra être adapté selon l'hétérogénéité du terrain rencontré.

6.12.4 Stratégie d'échantillonnage des parois d'excavation

Patron en plan et en coupe

Les éléments suivants doivent être respectés lors de l'élaboration du patron d'échantillonnage pour les parois d'excavation :

- le nombre et la localisation d'échantillons prélevés requis pour caractériser les parois d'excavation doivent prendre en compte les différentes couches de sol ainsi que les indices de contamination organoleptiques. La longueur maximale que peut couvrir une station d'échantillonnage est de 25 m, en présence d'une couche homogène, sans aucun indice organoleptique;
- avant d'échantillonner les parois de l'excavation, la première couche de surface ayant été en contact avec la pelle de l'excavatrice (environ 2 cm) doit être enlevée à l'endroit où l'échantillon sera prélevé, afin d'éviter une contamination croisée. La paroi doit être découpée verticalement ou horizontalement de la manière suivante :
 - en présence d'une seule couche de sol, un échantillon peut être prélevé sur une faible profondeur ou jusqu'à un maximum de 0,5 m par échantillon;
 - en présence de différentes couches de sol, des échantillons distincts doivent être prélevés pour chacune des couches de sol sur une épaisseur maximale de 0,5 m;
- lorsque différents horizons de sols, dont la composition est distincte (sable, argile, remblai de matières résiduelles, etc.), sont présents dans une paroi d'excavation, des échantillons doivent être prélevés pour chaque horizon de sol qui était jugé contaminé, selon les conclusions de l'étude de caractérisation. Les horizons doivent être échantillonnés séparément de façon à ne pas diluer la contamination avec des horizons de sols non contaminés;
- un échantillon composé doit être prélevé sur une surface verticale restreinte de quelques centimètres de côté (ex. : 10 cm x 10 cm ou 20 cm x 20 cm) en présence de sols homogènes sans indice organoleptique. Dans le cas contraire, en présence d'indices organoleptiques et d'hétérogénéités, des échantillons ponctuels doivent être prélevés dans les zones potentiellement contaminées;
- le prélèvement et l'analyse d'au moins un échantillon de sol par paroi d'une excavation sont requis même si celle-ci est de petite dimension (ex. : excavation d'un conduit dont la largeur de l'excavation peut se limiter à 1 m², cette petite paroi doit être vérifiée, car la contamination peut se

poursuivre dans cette direction). Il est également important de prioriser l'analyse de la couche qui se trouve vis-à-vis de la contamination enlevée;

- les paramètres indicateurs de la contamination des sols seront choisis parmi ceux qui sont identifiés lors de l'étude de caractérisation. Ces paramètres devront être représentatifs de la contamination des sols;
- pour l'échantillon prélevé entre 0 et 0,5 m, si la concentration d'un ou des paramètres est égale ou supérieure à celle des paramètres de décontamination, l'échantillon de la couche sous-jacente devrait être échantillonné.
- par la suite, si les sols prélevés entre 0,5 et 1 m présentent des indices de contamination, ils devraient également être excavés;
- les eaux souterraines présentant des indices de contamination et qui peuvent être pompées des excavations lors de travaux de réhabilitation sont considérées comme des eaux usées. Ces eaux, une fois récoltées, seront caractérisées et gérées dans un lieu autorisé en fonction du résultat obtenu. Le tableau de l'annexe 10 du [Guide d'intervention](#) présente les différentes options de gestion possibles. S'il s'agit d'eau de ruissellement qui se retrouve dans la zone excavée, des canaux de drainage peuvent être construits tout autour de la zone d'excavation. L'eau qui se retrouve dans le fond d'une excavation doit être récoltée, analysée puis gérée selon la réglementation en vigueur.

6.12.5 Caractérisation des matières granulaires résiduelles

Comme il est indiqué à la section 6.5.2.2 du [Guide d'intervention – Protection des sols et réhabilitation des terrains contaminés](#) du MELCCFP, les matériaux granulaires comme ceux des carrières ou des sablières utilisés comme matériaux de construction dans des infrastructures constituent des matières résiduelles lorsque cette infrastructure est désaffectée ou doit être démantelée. Depuis le 31 décembre 2020, la valorisation de certaines des matières granulaires résiduelles (MGR) est encadrée par le [Règlement sur l'encadrement d'activités en fonction de leur impact sur l'environnement](#) (REAFIE) et le [Règlement concernant la valorisation de matières résiduelles](#) (RVMR).

Les *Lignes directrices relatives à la valorisation de résidus de béton, de brique, d'enrobé bitumineux, du secteur de la pierre de taille et de la pierre concassée résiduelle* viennent encadrer les projets de valorisation des MGR lorsqu'ils ne sont pas admissibles à une exemption ou une déclaration de conformité en vertu du RVMR. Ces lignes directrices et ce règlement prescrivent les conditions, les restrictions et les options possibles pour valoriser ces matières, incluant la méthodologie de caractérisation à respecter et les substances à analyser selon le cas. L'article 20.2 du RVMR, en vigueur depuis le 13 février 2023, mentionne notamment que « lorsque l'échantillonnage des matières granulaires résiduelles est effectué en place dans un terrain, il doit respecter la stratégie d'échantillonnage prescrite dans le guide élaboré en vertu de l'article 31.66 de la Loi » (N.B. la LQE). Donc, pour l'application de ce règlement et de ces lignes directrices, la caractérisation des MGR en place sur ou dans un terrain doit respecter les mêmes exigences que pour les sols, comme cela est décrit dans le présent guide pour l'application du patron d'échantillonnage en plan et en coupe. À noter que certaines adaptations peuvent être possibles, notamment en cas de présence sur une bande linéaire d'une couche de certains MGR comme les enrobés bitumineux ou encore le béton de ciment.

6.12.6 Caractérisation en présence d'espèces floristiques exotiques envahissantes

Lors de la caractérisation de sols contenant des espèces floristiques exotiques envahissantes, il est requis d'appliquer la procédure standard de caractérisation en présence de matières résiduelles en surface des sols. Toutefois, certaines mesures ou précautions doivent être appliquées lors des travaux de caractérisation afin d'éviter toute contamination croisée ou dispersion potentielle des résidus de ces plantes. Ainsi, les opérations de ségrégation sur ces sols, telles que le tamisage, la manutention, le transbordement ou le brassage de piles, sont à éviter en raison des risques de dispersion de ces espèces par l'air ambiant ou par le matériel et la machinerie utilisés. Enfin, en cas d'utilisation de machinerie, il est requis de prévoir des stations de lavage. Les exigences en matière de caractérisation sont mentionnées

dans les sections qui concernent la caractérisation standard du présent guide. Une fois que les résidus des espèces floristiques exotiques envahissantes (EFEES), tels les racines, les tiges, les graines, sont excavés, les espèces sont considérées comme des matières résiduelles et les exigences générales du MELCCFP applicables aux mélanges de sols et de matières résiduelles s'appliquent. Pour plus de détails, voir les sections concernées du présent guide et la section 7.7 du [Guide d'intervention – Protection des sols et réhabilitation des terrains contaminés](#).

Liste des abréviations, acronymes et sigles

BQMA :	Banque de données sur la qualité du milieu aquatique
BPC :	Biphényles polychlorés
BTEX :	Benzène, toluène, éthylbenzène, xylènes
BNQ :	Bureau de normalisation du Québec
CCME :	Conseil canadien des ministres de l'Environnement
CEAEQ :	Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec
COT :	Carbone organique total
COV :	Composés organiques volatils
DAO :	Dessin assisté par ordinateur
DBA :	Dibutyl alcohol
DBT :	Dibutylétain
DCE :	Dichloroéthylène
DRASTIC :	Correspond aux divers facteurs déterminant l'indice de vulnérabilité
EC :	Eau de consommation
ECCC :	Environnement et Changement climatique Canada
EFEE :	Espèces floristiques exotiques envahissantes
FID :	Flame ionization detector – Détecteur à ionisation à flamme
GPS :	Système de positionnement par satellites – Global Positioning System
GTE :	Groupe technique d'évaluation
H :	Loi de Henry
HAM :	Hydrocarbures aromatiques monocycliques
HAP :	Hydrocarbures aromatiques polycycliques
Hg :	Mercure
HP C ₁₀ -C ₅₀ :	Hydrocarbures pétroliers possédant entre 10 et 50 atomes de carbone
HPT :	Hydraulic Profiling Tool – Sonde de profilage d'image optique
IPP :	Identification de produits pétroliers
IRSST :	Institut de recherche Robert-Sauvé en santé et en sécurité du travail
ISCF :	Inventaire des sites contaminés fédéraux
LID :	Liquide immiscible dense (en anglais : <i>dense non aqueous phase liquid</i> ou DNAPL) : liquide immiscible avec l'eau et plus dense que celle-ci (pénétrant la nappe)
LIF :	Laser Induced Fluorescence – Sonde de fluorescence induite par laser
LIL :	Liquide immiscible léger (en anglais : <i>light non aqueous phase liquid</i> ou LNAPL) : liquide immiscible avec l'eau et moins dense que celle-ci (flottant sur la nappe).
LDM :	Limite de détection de la méthode
LDR :	Limite de détection rapportée

LQE :	Loi sur la qualité de l'environnement
LQM :	Limite de quantification de la méthode
MBT :	Monobutylétain
MELCC :	Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques
MELCCFP :	Ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs
MDDELCC :	Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques
MDDEP :	Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs
MFFP :	Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs
Ministère :	MELCC, MELCCFP, MDDELCC, MDDEP
MIP :	Membrane Interface Probe
MPO :	Ministère des Pêches et Océans
MTBE :	Méthyl tert-butyl ether
PACES :	Programme d'acquisition de connaissances sur les eaux souterraines
PCE :	Perchloroéthylène ou tétrachloroéthylène
PID :	Photoionization Detector – Détecteur à photoionisation
RAA :	Règlement sur l'assainissement de l'atmosphère
RAMHHS :	Règlement sur les activités dans les milieux humides, hydriques et sensibles
RBQ :	Régie du bâtiment du Québec
RES :	Résurgence dans l'eau de surface
RESC :	Règlement sur l'enfouissement des sols contaminés
RMD :	Règlement sur les matières dangereuses
RPRT :	Règlement sur la protection et la réhabilitation des terrains
RVMR :	Règlement concernant la valorisation des matières résiduelles
SIH :	Système d'information hydrogéologique
TBA :	Ter-butyl alcool
TBT :	Tributylétains
TCE :	Trichloroéthylène
VRP :	Variation relative en pourcentage

Références bibliographiques

- AGAP Qualité, 2015. *Collection des codes de bonnes pratiques – Sismique réfraction.*
- AGAP Qualité, 2017. *Collection des codes de bonnes pratiques – Sismique réflexion.*
- AGAP Qualité, 2018. *Collection des codes de bonnes pratiques – Électromagnétique VLF.*
- Agence de l'Environnement de la maîtrise de l'énergie, 2014. *Outils de mesure sur site : quel besoin et quelles mesures pour quelle utilisation?*
- Agence de l'Environnement de la maîtrise de l'énergie, 2017. *Guide des méthodes géophysiques pour la détection d'objets enfouis sur les sites pollués.*
- Baker, S. S., et J. P. Cull, 2004. *Streaming potential and groundwater contamination dans Exploration Geophysics.*
- BEAULIEU, Michel. Version en vigueur. *Guide d'intervention – Protection des sols et réhabilitation des terrains contaminés.* Québec, ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, 219 p + annexes, [\[En ligne\]](#).
- Bruxelles Environnement, 2019. *Codes de bonnes pratiques : techniques alternatives d'investigation,* [\[En ligne\]](#).
- Butler, D. K., 2005. *Near Surface Geophysics.*
- Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec, 2012. *Terminologie recommandée pour l'analyse des métaux*, 4^e éd., Québec. Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs du Québec, 15 p.
- Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec, 2023. *Modes de conservation des échantillons de sols*, DR-09-02. Ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs, 11p.
- Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec, 2012. *Modes de conservation pour l'échantillonnage des eaux de surface*, DR-09-10. Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, 7 p.
- Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec, 2012. *Modes de conservation pour l'échantillonnage des rejets liquides (eaux usées)*, DR-09-04. Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, 6 p.
- Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec, 1997, révisé 2011. *Modes de conservation des échantillons relatifs à l'application du Règlement sur les matières dangereuses*, DR-09-01. Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, 8 p.
- Conseil canadien des ministres de l'Environnement, 1994. *Manuel d'évaluation de la subsurface des lieux contaminés.*
- Conseil canadien des ministres de l'Environnement, 2016. *Guide de caractérisation environnementale des sites dans le cadre de l'évaluation des risques pour l'environnement et la santé humaine – Volume 1 : Orientations*, [\[En ligne\]](#).
- Contaminated Site Clean-Up Information (CLU-IN), 2018a. *Ground Penetrating Radar*, [\[En ligne\]](#).

- Contaminated Site Clean-Up Information (CLU-IN), 2018b. *Magnetometry*, [\[En ligne\]](#).
- Contaminated Site Clean-Up Information (CLU-IN), 2018c. *Membrane Interface Probe (MIP)*, [\[En ligne\]](#).
- Environnement Canada (2002a). *Guide d'échantillonnage des sédiments du Saint-Laurent pour les projets de dragage et de génie maritime – Volume 1 : Directives de planification*. Environnement Canada, Direction de la protection de l'environnement, Région du Québec, Section innovation technologique et secteurs industriels. Rapport, 106 p., [\[En ligne\]](#).
- Environnement Canada (2002b). *Guide d'échantillonnage des sédiments du Saint-Laurent pour les projets de dragage et de génie maritime – Volume 2 : Manuel du praticien de terrain*. Environnement Canada, Direction de la protection de l'environnement, Région du Québec, Section innovation technologique et secteurs industriels, [\[En ligne\]](#).
- Environnement Canada et ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs du Québec, 2007. *Critères pour l'évaluation de la qualité des sédiments au Québec et cadres d'application : prévention, dragage et restauration*, 39 p., [\[En ligne\]](#).
- GILBERT, R.O.1987. *Statistical methods for environmental pollution monitoring*, Van Nostrand and Reyhold ed., New York.
- Gouvernement du Québec. *Règlement sur les matières dangereuses*. MELCCFP, [\[En ligne\]](#).
- Gouvernement du Québec. *Règlement sur l'enfouissement des sols contaminés*. MELCCFP, [\[En ligne\]](#).
- Gouvernement du Québec. *Règlement sur la protection et la réhabilitation des terrains*. MELCCFP, [\[En ligne\]](#).
- Gouvernement du Québec. *Règlement sur la qualité de l'eau potable*. MELCCFP, [\[En ligne\]](#).
- Gouvernement du Québec. *Règlement sur l'assainissement de l'atmosphère*. MELCCFP, [\[En ligne\]](#).
- Gouvernement du Québec. *Règlement concernant la valorisation de matières résiduelles*. MELCCFP, [\[En ligne\]](#).
- Hébert, Marc, 2015. *Guide sur le recyclage des matières résiduelles fertilisantes – Critères de référence et normes réglementaires – Édition 2015*. Québec. ISBN- 978-2-550-72954-9, 216 p., [\[En ligne\]](#).
- Institut national de la recherche scientifique (IRNS). *Étude de la mobilité des contaminants dans l'eau souterraine*, rapport de recherche, 3 mars 2021, 123 p., [\[En ligne\]](#).
- Ministère de l'Environnement, novembre 1999. *Lignes directrices pour le traitement de sols par biodégradation, bioventilation ou volatilisation*, 29 p., [\[En ligne\]](#).
- Ministère de l'Environnement, 19 juin 2002. *Guide de valorisation des matières résiduelles inorganiques non dangereuses de source industrielle comme matériau de construction*, 47 p., [\[En ligne\]](#).
- Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques. *Lignes directrices relatives à la valorisation de résidus de béton, de brique, d'enrobé bitumineux, du secteur de la pierre de taille et de la pierre concassée résiduelle*. ISBN 978-2-550-92867-6, 54 p., [\[En ligne\]](#).
- Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, 7 mai 2019. *Fiche technique – 1. La gestion des sols contenant du soufre*. 5 p., [\[En ligne\]](#).

- Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, 11 juillet 2019. *Fiche technique – 3. Cadre de gestion des teneurs naturelles en manganèse*. 5 p., [\[En ligne\]](#).
- Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, 11 juillet 2019. *Fiche technique – 4. L'interprétation de résultats de C₁₀-C₅₀ dans des sols riches en matières organiques d'origine non pétrolière*. 3 p., [\[En ligne\]](#).
- Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, 11 juillet 2019. *Fiche technique – 9. Réhabilitation d'un terrain à l'aide d'un procédé de traitement in situ*. 4 p., [\[En ligne\]](#).
- Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, 11 juillet 2019. *Fiche technique – 10. Traitement des sols contaminés sur un terrain en réhabilitation à l'aide d'un procédé ex situ*. 4 p., [\[En ligne\]](#).
- Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques. *Guide relatif à la construction sur le terrain d'un lieu d'élimination de matières résiduelles désaffecté*, [\[En ligne\]](#), 2020, 50 p.
- Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, 2019. *Détermination des aires de protection des prélèvements d'eau souterraine et des indices de vulnérabilité DRASTIC – Guide technique*. 86 p., [\[En ligne\]](#).
- Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques. *Atlas interactif de la qualité des eaux de surfaces et des écosystèmes aquatiques*, [\[En ligne\]](#).
- Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques. *Projets d'acquisition des connaissances sur les eaux souterraines*, [\[En ligne\]](#).
- Ministère des Ressources naturelles du Canada, 1998. *Notions fondamentales de télédétection*.
- Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, 1998. *Technique de prospection au radon des fronts de contamination près des systèmes d'entreposage des fumiers*.
- Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, 2023. *Modes de conservation pour l'échantillonnage des eaux souterraines*. DR-09-09, Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec, 5 p., [\[En ligne\]](#).
- Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, 2016. *Guide d'échantillonnage à des fins d'analyses environnementales – Cahier 4 : Échantillonnage des émissions atmosphériques en provenance de sources fixes*, Québec, Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec, 71 p. [\[En ligne\]](#).
- Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques et Environnement et Changement climatique Canada, 2016. *Guide de caractérisation physico-chimique et toxicologique des sédiments*, 62 p. + annexes.
- Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MDDELCC), 2014. *Protocole d'échantillonnage de l'eau de surface pour l'analyse des métaux en traces*. Québec, Direction du suivi de l'état de l'environnement, ISBN 978-2-550-69205-8 (PDF), 19 p., [\[En ligne\]](#).
- Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques. *Guide technique de suivi de la qualité des eaux souterraines*. 2017, 35 p., [\[En ligne\]](#).

- Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs du Québec, juillet 2008, révisé 2023. *Guide d'échantillonnage à des fins d'analyses environnementales – Cahier 1 : Généralités*, Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec, 71 p. avec annexes, [[En ligne](#)].
- Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs du Québec, août 2008, révisé juillet 2009. *Guide d'échantillonnage à des fins d'analyses environnementales – Cahier 2 : Échantillonnage des rejets liquides*, Québec, Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec, [[En ligne](#)], Addenda au cahier 2, mise à jour de la section 4, 2016, [[En ligne](#)].
- Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs du Québec, 2011, révisé 2012. *Guide d'échantillonnage à des fins d'analyses environnementales – Cahier 3 : Échantillonnage des eaux souterraines*, Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec, 60 p., 1 annexe, [[En ligne](#)].
- Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs du Québec, août 2008, révisé février 2010. *Guide d'échantillonnage à des fins d'analyses environnementales – Cahier 5 : Échantillonnage des sols*, Québec, Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec, [[En ligne](#)].
- Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs du Québec, août 2016. *Guide d'échantillonnage à des fins d'analyses environnementales – Cahier 5 : Échantillonnage des sols*, Québec – addenda, section 5.3.3 : « Échantillon pour analyse des composés organiques volatils », Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec, [[En ligne](#)].
- Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs du Québec, septembre 2008. *Guide d'échantillonnage à des fins d'analyses environnementales – Cahier 8 : Échantillonnage des matières dangereuses*, Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec, 87 p., 1 annexe, [[En ligne](#)].
- Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, 2017. *Radionucléides recommandés pour l'analyse de la radioactivité dans les matrices environnementales*, 31 p.
- Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, 2015. *Guide de caractérisation physicochimique de l'état initial des sols avant l'implantation d'un projet industriel*, 26 p., [[En ligne](#)].
- Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, 2017. *Guide de caractérisation physicochimique de l'état initial du milieu aquatique avant l'implantation d'un projet industriel*. Québec, Direction générale du suivi de l'état de l'environnement, ISBN 978-2-550-79556-8, 12 p. + 3 annexes, [[En ligne](#)].
- Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, 2014. *Lignes directrices provisoires sur l'exploration gazière et pétrolière*, 200 p.
- Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, 2007. *Guide des essais de pompage et leurs interprétations*, 111 p + annexes, [[En ligne](#)].
- Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, 2005. *Guide sur l'utilisation de matières résiduelles fertilisantes (MRF) pour la restauration de la couverture végétale de lieux dégradés – Critères et exigences – Première édition*, 35 p., [[En ligne](#)].
- Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, 2002. *Guide de valorisation des matières résiduelles inorganiques non dangereuses de source industrielle comme matériau de construction*, 47 p., [[En ligne](#)].

- Ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs, 2013. *Critères de qualité de l'eau de surface, 3^e édition*. Québec, Direction du suivi de l'état de l'environnement, ISBN 978-2-550-68533-3 (PDF), 510 p. et 16 annexes.
- Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, 2010. *Guide d'interprétation technique du Règlement sur le captage des eaux souterraines*, Direction des politiques de l'eau, ISBN 978-2-550-60628-4 (PDF), 108 p. et annexes.
- National Water Well Association. *DRASTIC : A Standardized System for Evaluating Ground Water Pollution Potential Using Hydrogeologic Settings*. U.S. Environmental Protection Agency, Washington, D.C., EPA-600/2-87-035.
- OUELLETTE, Hugues, 2012. *Lignes directrices sur l'évaluation des teneurs de fond naturelles dans les sols*. Québec, ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs, ISBN 978-2-550-49918-3.,25 p., [\[En ligne\]](#).
- Organisation du Traité de l'Atlantique Nord (OTAN) et Comité sur les défis de la société moderne (CDSM), 1988. Pilot study on international information exchange on dioxins and related compounds. International Toxicity Equivalency Factor (I-TEF) method of risk assessment for complex mixtures of dioxins and related compounds. Report No. 176, 26 p.
- Régie du bâtiment. *Liste des titulaires d'un permis d'utilisation d'équipements pétroliers à risque élevé*, [\[En ligne\]](#).
- Réseau coopératif de recherche sur les déchets et l'environnement, 2007. *Caractérisation des lagunes à hydrocarbures*.
- Sweet, B. 2016. *Utilisation de technologies de caractérisation de site en haute résolution (CSHR) afin d'améliorer la gestion des sites contaminés*. Présentation à l'atelier national sur les sites fédéraux contaminés de l'IBIC 2016.
- The Interstate Technology and Regulatory Council (ITRC), Cooperation Work Group, 2000. *Dense non-Aqueous Phase Liquids (DNAPLs): Review of Emerging Characterization and Remediation Technologies*.
- U.S. EPA. 2000. U.S. EPA-542-R-00-003. *Innovations in Site characterization: Geophysical Investigation at hazardous waste sites*.
- U.S. EPA. 2004. *Site Characterization Technologies for DNAPL Investigations*. Office of Solid Waste and Emergency Response, United States Environmental Protection Agency.
- Wallonie Environnement, 2018. *Code Wallon de bonnes pratiques : guide de référence pour l'étude de caractérisation*. Version 04.
- ZIRSCHLEY, j et GILBERT R.O.,1984. Chemical engineering,detecting hot spots at Hazardous-waste sites, p. 97-100.

Annexe 1

Liste des paramètres à analyser par secteur d'activités industrielles susceptibles de contaminer le milieu récepteur

Préambule

La liste ci-dessous présente les paramètres qui devraient être analysés dans les différentes matières qui constituent un terrain (sols, eaux souterraines, etc.) ayant supporté des activités industrielles potentiellement contaminantes pour le milieu récepteur. Cette liste non exhaustive pourra être bonifiée en fonction des informations et résultats issus des différentes phases de la caractérisation (I, II, III). L'absence d'analyse de certains paramètres de cette liste doit être justifiée par le responsable de la caractérisation et clairement présentée dans le rapport.

Pour un secteur d'activités donné, plusieurs aspects sont à considérer. Il faudra parfois tenir compte des matières potentiellement à risque, des modes d'alimentation énergétique (électrique, charbon, produits pétroliers) des installations industrielles ainsi que des procédés qui y sont associés. Il faut également considérer les différents procédés industriels ou les différentes technologies qui peuvent être en place ou qui se sont succédé avec les années sur un terrain. Aussi, il peut y avoir plus d'une activité industrielle sur un même terrain, ce qui peut générer d'autres contaminants potentiels. Le choix des paramètres à analyser doit être guidé notamment par tous ces éléments. Il est également possible que certaines substances potentiellement contaminantes puissent être trouvées sur un terrain en raison d'activités secondaires ou connexes. En effet, les activités dites connexes à des procédés de fabrication, d'extraction ou de traitement sont en lien notamment avec le fonctionnement, la circulation, l'entretien de machineries ou encore en lien direct avec la présence d'équipements (pompes, compresseurs, système de refroidissement, génératrices, etc.).

Il est crucial de garder une vue d'ensemble de la contamination potentielle d'un terrain. En effet, toutes les activités, tous les procédés et les équipements sont à considérer dans l'élaboration du modèle conceptuel du terrain à l'étude. Ce modèle a pour but de permettre de faire le lien entre les événements survenus sur ce terrain ou à proximité de celui-ci, d'identifier les différents modes de transport versus les différentes sources possibles de contamination, afin de guider efficacement le choix des paramètres à analyser.

Cette annexe 1 se veut un instrument d'aide à la réalisation d'une caractérisation efficace et plus complète. Le tableau ci-dessous présente les activités (secteur ou sous-secteur) classées par ordre croissant, des codes attribués par le Système de classification des industries de l'Amérique du Nord (SCIAN). Le code SCIAN est présenté dans la première colonne tandis que le nom de l'activité est présenté dans la deuxième colonne. La troisième colonne présente les matières susceptibles de contaminer le milieu récepteur. Il peut s'agir de matières premières, de matières résiduelles, de résidus, de produits, etc. Enfin, la dernière colonne de ce tableau présente les paramètres généraux et spécifiques (indiqués par un +) à analyser, lorsque cela est applicable. Un rappel est également fait dans cette dernière colonne afin de prendre en compte les activités connexes réalisées sur le terrain et les paramètres associés.

À noter que, dans le tableau suivant, aucune distinction n'est faite entre les différentes matières du terrain (sols, eaux souterraines ou de surface, sédiments).

Code SCIAN	Activité	Matières et substances susceptibles de contaminer	Paramètres
21 EXTRACTION MINIÈRE, EXPLOITATION EN CARRIÈRE ET EXTRACTION DE PÉTROLE ET DE GAZ			
2111	Extraction de pétrole et de gaz	<ul style="list-style-type: none"> - Boues de déblais ou de forages - Boues de sédimentation des eaux usées - Eaux usées - Fuites de liquide (équipements ou véhicules lourds) - Fluide usé de fractionnement (acide) - Produits chimiques - Résidus de fracturation - Résidus de nettoyage des conduites ou des équipements d'exploitation - Solutions acides usées (fracturation) 	<p>Paramètres généraux : As, B, Ba, Be, Cd, Cr, Co, Cu, Hg, Mn, Mo, Ni, Pb, Sb, Se, Sr, Zn, HP C₆-C₁₀, HP C₁₀-C₅₀, HAP, BTEX, composés phénoliques, cyanures, CBNC, U, V, pH, chlorures, bromures, sulfures (H₂S), sulfates, fluorures, méthane, biogaz</p> <p>Analyse de l'activité radioactive :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Série uranium-238 : uranium-238, radium-226, uranium-234, radium-226, polonium-210, plomb 210)⁷ - Série thorium-232 : thorium-232, radium-228, thorium-228 <p>+ paramètres pour les activités connexes : voir fin du tableau</p>
212 EXTRACTION MINIÈRE, EXPLOITATION EN CARRIÈRE (SAUF L'EXTRACTION DE PÉTROLE ET DE GAZ)			
21221	Extraction du minerai de fer (incluant le traitement du minerai de fer et de titane)	<ul style="list-style-type: none"> - Résidus miniers (boues de sédimentation des eaux de la mine, roches stériles, solides ou boues du système de traitement des eaux de procédé, résidus miniers issus de procédés de traitement) - Charbon contaminé - Filtres ou matières filtrantes - Matériaux réfractaires usés - Poussières ou boues générées par les systèmes d'épuration d'air - Procédé de bouletage (poussière de coke, bentonite, pierre de chaux, minerai de fer) 	<p>Paramètres généraux : As, B, Ba, Be, Cd, Cr, Co, Cu, Hg, Mn, Mo, Ni, Pb, Sb, Se, Sr, Zn, HP C₆-C₁₀, HP C₁₀-C₅₀, HAP, BTEX, composés phénoliques, cyanures, CBNC, U, V, pH, chlorures, bromures, sulfures (H₂S), sulfates, fluorures</p> <p>Analyse de l'activité radioactive :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Série uranium-238 : uranium-238, radium-226, uranium-234, radium-226, polonium-210, plomb 210)⁷ - Série thorium-232 : thorium-232, radium-228, thorium-228

7. S'il y a déséquilibre entre l'uranium-238 et le radium -226 : l'uranium -234 et le thorium-230 devront être analysés. S'il y a déséquilibre entre le radium-226 et le plomb -210 : le polonium-210 devra être analysé.

		- Résidus d'explosifs	+ azote ammoniacal, azote total, nitrites, nitrates, phosphore, perchlorate
			+ paramètres pour les activités connexes : voir fin du tableau
21222	Extraction de minerais d'or et d'argent (incluant le traitement du minerai d'or)	- Résidus miniers (boues, résidus miniers issus de procédés de traitement, stériles)	Paramètres généraux : As, Be, Cu, Cd, Cr, Co, Hg, Mo, Ni, Pb, Zn, soufre ⁸ , cyanures, HP C ₁₀ -C ₅₀ , composés phénoliques, CBNC, pH, sulfures (H ₂ S), nitrates
		- Additifs	
			Analyse de l'activité radioactive : - Série uranium-238 : uranium-238, radium-226, uranium-234, radium-226, polonium-210, plomb 210) ⁷ - Série thorium-232: thorium-232, radium-228, thorium-228.
		- Résidus d'explosifs	+ azote ammoniacal, azote total, nitrites, nitrates, phosphore, perchlorate
			+ paramètres pour les activités connexes : voir fin du tableau
21223	Extraction de minerais de cuivre, de nickel, de plomb et de zinc (incluant le traitement des minerais de Cu, Zn et Ni)	- Résidus miniers (boues, résidus miniers issus de procédés de traitement, stériles)	Paramètres généraux : As, Be, Cd, Co, Cr, Cu, Hg, Mn, Mo, Ni, Pb, Se, Zn, soufre ² , HP C ₁₀ -C ₅₀ , composés phénoliques, CBNC, pH, sulfures (H ₂ S)
		- Additifs	
			Analyse de l'activité radioactive : - Série uranium-238 : uranium-238, radium-226, uranium-234, radium-226, polonium-210, plomb 210) ⁷ - Série thorium-232: thorium-232, radium-228, thorium-228.
		- Résidus d'explosifs	+ azote ammoniacal, azote total, nitrites, nitrates, phosphore, perchlorate

8. Si les concentrations en soufre total sont >2000 ppm, faire analyser le potentiel de génération d'acide.

			+ paramètres pour les activités connexes : voir fin du tableau
21229	Extraction d'autres minerais métalliques (incluant le traitement du minerai de Nb)	- Résidus miniers (boues, résidus miniers issus de procédés de traitement, stériles)	Paramètres généraux : As, Be, Cd, Cr, Co, Cu, Hg, Mn, Mo, Nb, Ni, Pb, U, V, Zn, soufre ⁸ , HP C ₁₀ -C ₅₀ , composés phénoliques, CBNC Analyse de l'activité radioactive : - Série uranium-238 : uranium-238, radium-226, uranium-234, radium-226, polonium-210, plomb 210) ⁷ - Série thorium-232: thorium-232, radium-228, thorium-228.
		- Résidus d'explosifs	+ azote ammoniacal, azote total, nitrites, nitrates, phosphore, perchlorate
			+ paramètres pour les activités connexes : voir fin du tableau
212394	Extraction d'amiante (incluant le traitement du minerai)	- Fibres de chrysotile - Roche stérile	Paramètres généraux : Be, Cr, Mg, Ni, fibres d'amiante ⁹ , pH, HP C ₁₀ -C ₅₀ , composés phénoliques, CBNC + paramètres pour les activités connexes : voir fin du tableau
		- Résidus d'explosifs	+ azote ammoniacal, azote total, nitrites, nitrates, phosphore, perchlorate

22 SERVICES PUBLICS

2211 PRODUCTION, TRANSPORT ET DISTRIBUTION D'ÉLECTRICITÉ

221122	Distribution d'électricité (postes de transformation seulement)	- Absorbants ou matières mis en contact avec des huiles isolantes - ACC	Paramètres généraux : As, Cr, Cr VI, Cu, Zn, BPC, HP C ₁₀ -C ₅₀ , dioxines et furannes, composés phénoliques, PBDE
--------	---	--	---

9. Cette substance est définie à l'article 1.1 du [Code de sécurité pour les travaux de construction](#) (article 1.1). Le Code définit l'amiante comme étant la forme fibreuse des silicates minéraux appartenant aux roches métamorphiques du groupe des amphiboles, c'est-à-dire l'actinolite, l'amosite, l'anthophyllite, la crocidolite, la trémolite, ou tout mélange contenant un ou plusieurs de ces minéraux.

		<ul style="list-style-type: none"> - Bois traité : poteaux rebutés traités au PCP ou ACC - Équipements et pièces métalliques contenant des huiles isolantes - Fuites d'équipements et de pièces métalliques contenant des BPC - Huiles isolantes usées (<50 ppm de BPC) de transformateurs - Liquides, solides ou substances contaminées par des BPC - Structures en acier galvanisé 	+ paramètres pour les activités connexes en fin de tableau
31-33 FABRICATION			
313 USINES DE TEXTILES			
31323	Usines de non-tissés	<ul style="list-style-type: none"> - Composés de préparation du textile - Fibres - Mousses de poussières - Matériel d'emballage - Surfactants 	Paramètres généraux : HP C ₁₀ -C ₅₀ , BTEX, HCl, COV (HAC), NPEO, alcools éthoxylés, composés perfluorés
		- Anciens sites de textiles	+ Cu, Cd, Cr, Co, Hg, Ni, Zn
		- Détergents industriels	+ phosphates
		- Effluents des usines	+ BPC, dioxines et furannes
		- Huiles lubrifiantes, isolantes ou solvants	+ MEC, BPC
		- Produits de préparation des textiles	+ pH, COV
		- Teintures organiques	+ BPC
	+ paramètres pour les activités connexes : voir fin du tableau		
3133	Finissage de textiles et de tissus et revêtement de tissus (activités de préparation et de finissage de filés et de fils, de tissus en textile, de produits textiles)	<ul style="list-style-type: none"> - Boues du système de traitement des effluents liquides - Fibres décantées 	Paramètres généraux : As, Cu, Cd, Cr, Co, Hg, Ni, Ti, Zn, HP C ₁₀ -C ₅₀ , BTEX, HAP, HAC, MEC, BPC, dioxines et furannes, chlorobenzènes, composés phénoliques, COV, NPEO, phtalates, alcools éthoxylés, composés perfluorés

		- Résidus de lavage (détergents)	+ phosphates, phosphores, bromure, fluorure, chlorures, pH
			+ paramètres pour les activités connexes : voir fin du tableau
314 USINES DE PRODUITS TEXTILES			
31411	Usines de tapis et de carpettes (activités de fabrication de tapis et carpettes)	- Mousse de latex	Paramètres généraux : Cu, Cd, Co, Cr, Hg, Ni, Ti, Zn, HP C ₁₀ -C ₅₀ , BTEX, HAP, MEC, BPC, dioxines et furannes, composés phénoliques, COV, bromure, fluorures, chlorures, NPEO, alcools éthoxylés, composés perfluorés
		- Résidus de tapis	
		- Détergents	+ phosphates, phosphores, pH
			+ paramètres pour les activités connexes : voir fin du tableau
316 FABRICATION DE PRODUITS EN CUIR ET DE PRODUITS ANALOGUES			
31611	Tannage et finissage du cuir et de peaux	<ul style="list-style-type: none"> - Boues de décharnage ou d'épilation imprégnée de sulfure résultant des opérations de tannage - Boues du système de traitement des effluents de tanneries - Rognures imprégnées de chromes produits lors du tannage ou de finissage des cuirs 	Paramètres généraux : As, Cr, Cr VI, Cu, Hg, Pb, Sb, Sn, cyanure, soufre ² , formaldéhyde, HAP, BTEX, HP C ₁₀ -C ₅₀ , chlorobenzènes, composés phénoliques, COV), sulfures (H ₂ S), nitrates, nitrites, pH + paramètres pour les activités connexes : voir fin du tableau
3211 FABRICATION DE PRODUITS EN BOIS			
321111	Scierie (sauf les usines de bardeaux et de bardeaux de fente)	- Cendres de chaudières, fournaies, brûleurs coniques	Paramètres généraux : As, Cd, Co, Cr, Cu, Hg, Mn, Mo, Ni, Pb, Se, Zn, HAP, composés phénoliques, acides gras et résiniques, sodium, pH, chlorures, sulfures (H ₂ S), bromures, fluorures
		- Écorces stockées	
		- Copeaux stockés	
		- Bran de scie stocké	
		- Aires de stockage	+ acides gras et résiniques
- Bois stocké	+ HP C ₁₀ -C ₅₀ , azote ammoniacal		
- Boue de bassin de trempage du bois	+ HP C ₁₀ -C ₅₀		
- Huile de coupe neuve	+ BTEX, HP C ₁₀ -C ₅₀		

		- Huile de coupe usée	+ BTEX, HP C ₁₀ -C ₅₀ , métaux
			+ paramètres pour les activités connexes : voir fin du tableau
321114	Préservation du bois (activités de traitement de différents types de bois à l'aide de substances protectrices)	<ul style="list-style-type: none"> - ACA, ACC, créosote, busan - Boues de décantation des procédés de préservation du bois - Boues du système de traitement des effluents - Préservatif hors d'usage - Résidus d'égouttement - Formaldéhydes ou solutions de formaldéhydes usés - Poussières de ponçage - Résidus de colle à base de formaldéhyde - Résidus mis en contact avec du formaldéhyde - Rognures de machinage - Sciures de bois collés 	Paramètres généraux : As, B, Cd, Co, Cr, Cu, Hg, Mn, Ni, Pb, Sn, Zn, azote ammoniacal, dioxines et furannes, hexachlorobenzène, composés phénoliques, COV, BPC, pH, sulfures (H ₂ S), chlorures, formaldéhyde
		- Bois traité (créosote)	+ composés phénoliques, HAP
			+ paramètres pour les activités connexes : voir fin du tableau
3212	Fabrication de placages, de contreplaqués et de produits en bois reconstitués	<ul style="list-style-type: none"> - Formaldéhydes ou solutions de formaldéhydes usés - Résidus de colle à base de formaldéhyde - Résidus mis en contact avec du formaldéhyde 	Paramètres généraux : formaldéhyde, BTEX, composés phénoliques, méthanol, COV (HAC), HAP, chlorures
		- Cendres de combustion	+ Cd, Cr, Cu, Hg, Mn, Ni, Pb, Se, Sn, Zn
			+ paramètres pour les activités connexes : voir fin du tableau
322 FABRICATION DU PAPIER			
32211 322121	Usines de pâte à papier Usines de papier (sauf le papier journal)	Activité d'entreposage des matières premières - Carburants	Paramètres généraux : Ag, As, Ba, Cd, Co, Cr, Cu, Hg, Mn, Mo, Ni, Pb, Se, V, Zn, HP C ₁₀ -C ₅₀ , BTEX, HAP, cyanures, COV, composés phénoliques, acides gras et résiniques, soufre ² , BPC, dioxines et furannes, azote ammoniacal,

322122 32213	Usines de papier journal Usines de carton	<ul style="list-style-type: none"> - Intrants chimiques (exemple : soufre, NH₄OH, NaOH, Na₂SO₄, CaCO₃) - Résidus de bois, écorces, copeaux et nœuds - Rebutis de pâte, de papier ou de carton - Résidus du procédé de trituration des fibres recyclées (plastique, agrafes) 	<p>COHA, pH, chlorures, sulfures (H₂S), sulfates, PFAS.</p> <p>+ paramètres pour les activités connexes : voir fin du tableau</p>
		Procédé de pâtes recyclées	<p>Paramètres généraux : Ag, As, Ba, Cd, Co, Cr, Cu, Hg, Mn, Mo, Ni, Pb, Se, V, Zn, HP C₁₀-C₅₀, BTEX, HAP, cyanures, composés phénoliques, PFAS, acides gras et résiniques, soufre², pH</p>
		- Boues de désencrage	<p>+ BPC, dioxines et furannes</p> <p>+ paramètres pour les activités connexes : voir fin du tableau</p>
		Procédé de transformation de bois ou de papier	<p>Paramètres généraux : Ag, As, Ba, Cd, Co, Cr, Cu, Hg, Mn, Mo, Ni, Pb, Se, V, Zn, composés phénoliques, PFAS, acides gras et résiniques, sulfures (H₂S)</p> <p>+ paramètres pour les activités connexes en fin de tableau</p>
		Procédés chimiques (kraft et bisulfite)	<p>Paramètres généraux : Ag, As, Ba, Cd, Co, Cr, Cu, Hg, Mn, Mo, Ni, Pb, Se, V, Zn, soufre², PFAS, pH, sulfures (H₂S)</p> <p>+ paramètres pour les activités connexes : voir fin du tableau</p>
		Procédés de combustion	<p>Paramètres généraux : Ag, As, Ba, Cd, Co, Cr, Cu, Hg, Mn, Mo, Ni, Pb, Se, V, Zn, HAP, soufre², sulfures (H₂S), PFAS, composés phénoliques, acides gras et résiniques, pH</p> <p>+ paramètres pour les activités connexes : voir fin du tableau</p>

	<p>Procédé de traitement des effluents</p> <ul style="list-style-type: none"> - Boues primaires 	<p>Paramètres généraux : Ag, As, Ba, Cd, Co, Cr, Cu, Hg, Mn, Mo, Ni, Pb, Se, V, Zn, COHA, dioxines et furannes, composés phénoliques, pH, COV, formaldéhyde, PFAS, acétaldéhyde, HAP, soufre total, azote ammoniacal, nitrites, nitrates, chlorures, sulfures (H₂S).</p>
	<ul style="list-style-type: none"> - Boues biologiques 	<p>+ azote et phosphore</p>
		<p>+ paramètres pour les activités connexes : voir fin du tableau</p>
	<p>Effluent final</p> <ul style="list-style-type: none"> - Fibres de fines particules de bois, boues biologiques, cendres et additifs (argile, carbonate de calcium) - Fibres recyclées provenant des encres - Matières organiques : provenant du bois - Lubrifiants - Sels provenant du bois ou d'additifs 	<p>Paramètres généraux : Al, Cr, Fe, Hg, Pb, Zn, HP C₁₀-C₅₀, MES, COHA, DCO, DBO₅, composés phénoliques, sulfures (H₂S) totaux, chlorures, PFAS, azote ammoniacal, phosphore total, pH</p>
	<ul style="list-style-type: none"> - Effluents de fabrique : <ul style="list-style-type: none"> • si fabrique et recycle plus de 1000 tonnes de papier et carton par mois) 	<p>+ BPC</p>
	<ul style="list-style-type: none"> • si blanchissage de la pâte avec des produits chlorés 	<p>+ dioxines et furannes</p>
		<p>+ paramètres pour les activités connexes : voir fin du tableau</p>
	<p>Détail de quelques paramètres (établis selon les normes de rejet du RFPP)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Fabriques qui recyclent du papier et du carton 	<p>MES, DCO, DBO₅, composés organiques halogénés adsorbables (COHA), HP C₁₀-C₅₀, BPC, dioxines et furannes, pH, acides gras et résiniques</p>
	<ul style="list-style-type: none"> - Fabriques qui blanchissent la pâte avec un produit chloré 	<p>acides gras et résiniques, sulfures (H₂S), Al, Cd, Cu, Fe, Mn, Pb, Ni, V et Zn, composés phénoliques</p>

		<ul style="list-style-type: none"> - Eaux de lavage des gaz - Eaux de refroidissement des cendres des installations de traitement par combustion - Eaux provenant des aires d'entreposage 	acides gras et résiniques, Ag, As, Ba, Cd, Co, Cr, Cu, Hg, Mn, Mo, Ni, Pb, Se, V, Zn, DCO, DBO ₅ , composés phénoliques, sulfures (H ₂ S), MES
324 FABRICATION DE PRODUITS DU PÉTROLE ET DU CHARBON			
32411	Raffineries de pétrole	Activités d'entreposage d'hydrocarbures <ul style="list-style-type: none"> - Résidus de nettoyage de réservoirs (autres que des hydrocarbures : solutions aqueuses de composés phénoliques, des sulfures, d'acides ou de bases) - Boues de sédimentation ou de décantation des réservoirs d'hydrocarbures 	Paramètres généraux : HP C ₁₀ -C ₅₀ , BTEX, HAP, composés phénoliques, soufre ² , Pb, pH Analyse de l'activité radioactive : <ul style="list-style-type: none"> - Série uranium-238 : uranium-238, radium-226, uranium-234, radium-226, polonium-210, plomb 210)¹⁰ - Série thorium-232: thorium-232, radium-228, thorium-228. + paramètres pour les activités connexes : voir fin du tableau
		Activités des unités de séparation <ul style="list-style-type: none"> - Boues de dessalage - Effluents de raffinerie 	Paramètres généraux : HP C ₁₀ -C ₅₀ , BTEX, HAP, composés phénoliques, sulfures (H ₂ S), chlorures Radionucléides à mesurer dans des matières contaminées par des résidus de catalyseurs. <ul style="list-style-type: none"> + paramètres pour les activités connexes : voir fin du tableau
		Activités des unités de conversion <ul style="list-style-type: none"> - Acide sulfurique utilisé - Alumine usée - Boue du puits de neutralisation - Catalyseurs usés - Coke thermique - Fines de catalyseurs - Huiles acides 	Paramètres généraux : Al, As, Cd, Cr, Cu, Co, Hg, Mn, Mo, Ni, Se, Pb, Pt, V, Zn, HP C ₁₀ -C ₅₀ , BTEX, HAP, composés phénoliques, pH, sulfure, sulfate, potassium <ul style="list-style-type: none"> + paramètres pour les activités connexes : voir fin du tableau

10. S'il y a déséquilibre entre l'uranium-238 et le radium -226 : l'uranium -234 et le thorium-230 devront être analysés. S'il y a déséquilibre entre le radium-226 et le plomb -210 : le polonium- 10 devra être analysé.

	<ul style="list-style-type: none"> - Résidus aqueux acides - Résidus aqueux caustiques 	
	<p>Activités reliées aux produits pétroliers et d'hydrocarbures</p> <ul style="list-style-type: none"> - Absorbants - Boues souillées de matières huileuses - Solvants usés 	<p>Paramètres généraux : HP C₆-C₁₀, HP C₁₀-C₅₀, BTEX, HAP, composés phénoliques, sulfures (H₂S), azote ammoniacal, pH</p> <p>+ paramètres pour les activités connexes : voir fin du tableau</p>
	<p>Activités des unités de traitement</p> <ul style="list-style-type: none"> - Acides usés - Absorbants mis en contact avec des matières corrosives - Boues diéthanolamine/monoéthanolamine - Contenants mis en contact avec une matière corrosive - Catalyseurs usés - Résidus phénoliques caustiques - Résidus sulfureux caustiques et autres résidus caustiques - Soufre non conforme - Eaux usées de procédé : solution usée de soude caustique résultant des procédés de raffinage du pétrole - Solution usée d'acides résultant des procédés de raffinage du pétrole 	<p>Paramètres généraux : As, Cd, Cr VI, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Se, V, Zn, HP C₁₀-C₅₀, HAM, HAP, composés phénoliques, pH, chlorures</p>
	<ul style="list-style-type: none"> - Solvant d'extraction 	<p>+ soufre²</p>
		<p>+ paramètres pour les activités connexes : voir fin du tableau</p>
	<p>Activités d'épuration de l'eau ou de l'air</p> <ul style="list-style-type: none"> - Boues des séparateurs d'huile - Résidus du système d'épuration de l'air - Résidus de sous-produits - Solides ou boues organiques générées par le Système traitement des eaux de procédé 	<p>Paramètres généraux : HP C₁₀-C₅₀, BTEX, HAP, composés phénoliques, sulfures (H₂S), azote ammoniacal.</p> <p>+ paramètres pour les activités connexes : voir fin du tableau</p>

3241	Fabrication de produits du pétrole et du charbon	Activités reliées à la transformation du pétrole et du charbon bruts en produits intermédiaires <ul style="list-style-type: none"> - Fabrication d'asphaltage, de papier-toiture asphalté et de matériaux imprégnés d'enrobé bitumineux - Fabrication de mélanges d'asphaltage et de pavés d'enrobé bitumineux de bardeaux et de matériaux de revêtement en enrobé bitumineux - Huiles et solvants usés - Matières premières ou lots hors normes - Résidus générés par l'épurateur d'air - Solutions de nettoyage des pièces d'équipements 	Paramètres généraux : Ag, Al, As, Cd, Co, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Se, V, Zn, HP C ₁₀ -C ₅₀ , BTEX, HAP, soufre ² , cyanures, composés phénoliques, pH, chlorures, sulfures (H ₂ S) + paramètres pour les activités connexes : voir fin du tableau
325 FABRICATION DE PRODUITS CHIMIQUES			
32511	Fabrication de produits pétrochimiques	<ul style="list-style-type: none"> - Argile usée - Enrobé bitumineux hors normes - Charbon actif usé - Résidus de production de lubrifiants - Solvants usés 	Paramètres généraux : Al, As, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Se, Mn, Mo, Pb, V, Zn, HP C ₆ -C ₁₀ , HP C ₁₀ -C ₅₀ , HAP, BPC, soufre ² , composés phénoliques, COV (HAM), sulfures (H ₂ S), fluorure, glycol + paramètres pour les activités connexes : voir fin du tableau
32512	Fabrication de gaz industriels	<ul style="list-style-type: none"> - Fuites des compresseurs ou des équipements électriques 	Paramètres généraux : COV, HAP, HP C ₁₀ -C ₅₀ , BPC, chlorobenzènes + paramètres pour les activités connexes : voir fin du tableau
32513	Fabrication de teintures et de pigments synthétiques	Production de dioxyde de titane (procédé au sulfate) <ul style="list-style-type: none"> - Acides usés - Colorants - Déversement d'acide - Gypse déclassé - Pigments 	Paramètres généraux : Al, As, Ba, Cr, Cd, Co, Cu, Hg, Mo, Mn, Ni, Sb, Se, Pb, Ti, V, Zn, HP C ₁₀ -C ₅₀ , COV, HAP, phtalates, composés phénoliques, dioxines et furannes, pH, chlorures, sulfures (H ₂ S) + paramètres pour les activités connexes : voir fin du tableau

		<ul style="list-style-type: none"> - Production de pigments contenant du plomb, du chrome, du cadmium, du titane, de l'arsenic - Résidus de purification de la scorie de titane - Résidus du système de traitement des effluents liquides - Teintures 	
		<p>Production de dioxyde de titane</p> <ul style="list-style-type: none"> - Colorants - Résidus du flux de production - Poussière du système d'épuration d'air - Pigments - Teintures 	<p>Paramètres généraux : Al, As, Cr, Cd, Cu, Hg, Mn, Ni, Sb, Se, Pb, Ti, V, Zn, HAP, dioxines et furannes, HPC_{10-C50}, phtalates, chlorures</p> <p>+ paramètres pour les activités connexes : voir fin du tableau</p>
32519	Fabrication d'autres produits chimiques organiques de base	<ul style="list-style-type: none"> - Catalyseurs épuisés - Charbon activé ou résines usés - Résidus du système de traitement des effluents liquides - Solides ou boues du système de traitement de l'air - Solvants usés (organiques ou aqueux) - Sous-produits du procédé 	<p>Paramètres généraux : Al, Cd, Co, Cu, Hg, Ni, Pb, Zn, HP C_{10-C50}, HAP, COV, pH, HAP, composés phénoliques, fluorures, éthylène glycol</p> <p>+ paramètres pour les activités connexes : voir fin du tableau</p>
32521	Fabrication de résines et de caoutchouc synthétique	<p>Fabrication de résines de caoutchouc</p> <ul style="list-style-type: none"> - Absorbants (monomères, solvants, polymères) - Boues des eaux de lavage (contaminées par monomères et solvants) - Catalyseurs usés - Monomères ou polymères hors normes - Résidus de récurages des réacteurs (produits de dégradation) - Résidus du système de traitement des gaz - Solvants usés - Sous-produits de la réaction 	<p>Paramètres généraux : Ba, Cd, Cr, Hg, Mo, Ni, Pb, Sb, Ti, V, Zn, COV, formaldéhydes, composés phénoliques, HP C_{10-C50}, COV, HAP, sulfures (H₂S), nitrates, nitrites, azote ammoniacal, acrylonitrile.</p> <p>+ paramètres pour les activités connexes : voir fin du tableau</p>

		<p>Fabrication de résines (polypropylène, polyéthylène, polystyrène, polyuréthane, polychlorure de vinyle, acétate polyvinyle, urée-formaldéhyde, mélamine-formaldéhyde, phénol-formaldéhyde, etc.)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Absorbants (monomères, solvants, polymères) - Boues des eaux de lavage (contaminées par monomères et solvants) - Catalyseurs usés - Charbon activé usé - Chlorure de vinyle - Mélamine - Monomères ou polymères hors normes - Résidus de récurages des réacteurs (produits de dégradation) - Résidus du système de traitement des gaz - Solvants usés - Sous-produits de la réaction 	<p>Paramètres généraux : Mo, V, HP C₁₀-C₅₀, HAM, HAP, formaldéhyde, composés phénoliques, azote ammoniacal, pH, COV, PVC, éthylène glycol</p> <p>+ paramètres pour les activités connexes : voir fin du tableau</p>
3253	<p>Fabrication de pesticides, d'engrais et d'autres produits chimiques agricoles</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Établissement spécialisé dans la formulation - Produits finis - Pesticides - Engrais 	<p>Paramètres généraux : As, Cu, Mn, Zn, HAP, composés phénoliques, formaldéhydes, pH, nitrites, nitrates, sulfures (H₂S), chlorures, azote ammoniacal, phosphore total, azote total Kjeldahl</p> <p>+ paramètres en lien avec les familles de pesticides concernées.</p> <p>Spécifiquement pour les usines de fabrication d'engrais phosphatés, les analyses suivantes qui concernent la radioactivité, sont requises :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Série uranium-238 : uranium-238, radium-226, uranium-234, radium-226, polonium-210, plomb 210)⁷ - Série thorium-232: thorium-232, radium-228, thorium-228. <p>+ paramètres pour les activités connexes : voir fin du tableau</p>

3255	Fabrication de peintures, de revêtements et d'adhésifs	Fabrication de peintures et vernis	Paramètres généraux : Ag, As, Be, Cd, Cr, Cu, Co Hg, Ni, Pb, Sb, Se, Tl, Ti, Zn, Mo, azote ammoniacal, BPC, composés phénoliques, HAP, HP C ₁₀ -C ₅₀ , COV, cyanures, éthylène glycol, méthanol, isobutanol, propanol, MIC, triéthylamine
		<ul style="list-style-type: none"> - Boues résultant des activités de formulation de peintures - Boues ou poussières du système d'épuration d'air - Lots de peintures manquées ou ne répondant pas aux normes de qualité - Pigment - Résidus du système de traitement des effluents liquides - Solutions de lavage caustique des cuves 	
		<ul style="list-style-type: none"> - Solvants usés 	HP C ₆ -C ₁₀ , BTEX
			+ paramètres pour les activités connexes : voir fin du tableau
		Fabrication d'adhésifs	Paramètres généraux : HP C ₆ -C ₁₀ , HP C ₁₀ -C ₅₀ , COV (BTEX), monomères pertinents, cyclohexanone.
		<ul style="list-style-type: none"> - Boues résultant des activités de formulation d'adhésifs - Boues ou poussières du système d'épuration de l'air - Lots d'adhésifs manqués ou ne répondant pas aux normes de qualité - Matière première déclassée - Résidus du système de traitement des effluents liquides - Solvants usés - Solutions de lavage de cuves 	+ paramètres pour les activités connexes : voir fin du tableau
32591	Fabrication d'encre d'imprimerie	<ul style="list-style-type: none"> - Lots d'encres manquées ou ne répondant pas aux normes de qualité - Matière première déclassée - Catalyseurs - Solvants - Solvants usés 	Paramètres généraux : Ag, Al, As, Ba, Cd, Co, Cr, Cu, Hg, Mn, Mo, Ni, Pb, Se, Sn, Zn, HP C ₁₀ -C ₅₀ , COV (HAM), composés phénoliques HAP, cyanures, pH, phosphore + BTEX, acétone, MEC, MIC + COV, MEC, MIC

			+ paramètres pour les activités connexes : voir fin du tableau
325999	Fabrication de tous les autres produits chimiques divers	<ul style="list-style-type: none"> - Charbon activé résiduel émanant des systèmes d'épuration d'eau ou d'air - Fuite ou déversement de matière première - Matière première déclassée ou contaminée - Résidus ou boues du système de traitement des effluents liquides - Solutions alcalines des lavages de cuves et équipements de préparation ou de finition - Solutions acides des lavages de cuves et équipements de préparation ou de finition - Solvants résiduels des lavages de cuves et équipements de préparation ou de finition - Solides ou boues du système d'épuration de l'air 	<p>Paramètres généraux : Cd, Co, Cu, Hg, Ni, Pb, Zn, HP C₁₀-C₅₀, HAP, composés phénoliques, COV, pH ou tout autre contaminant d'intérêts constitué d'intrants, d'extrants ou de sous-produits de procédés ou émanant des systèmes d'épuration d'air ou de traitement des eaux usées</p> <p>+ paramètres pour les activités connexes : voir fin du tableau</p>
32518	Fabrication d'autres produits chimiques inorganiques de base	<p>Production d'halogène</p> <ul style="list-style-type: none"> - Acides (HCl) et alcalis usés - Bicarbonate de sodium - Boues de purification de la saumure - Boues de graphites résultant de la désagrégation des anodes - Boues du système de traitement des eaux de procédés - Boues de graphite contaminées au plomb ou à des composés organochlorés - Cendres de soude - Chlore - Résidus de purification de l'électrolyte - Résidus de purges - Résidus de purification des produits finis tels que le chlorate, le chlorite ou l'hypochlorite de sodium et la soude caustique - Résidus ou boues du système d'épuration du chlore 	<p>Paramètres généraux : Ba, Cd, Co, Cr, Cu, Hg, Pb, V, Ni, Zn, HAP, COV, dioxines et furannes, HP C₁₀-C₅₀, composés phénoliques, pH, chlorures, chlorites, chlorates, bromures, fluorures</p> <p>+ paramètres pour les activités connexes : voir fin du tableau</p>

		<ul style="list-style-type: none"> - Résidus ou boues du système d'épuration de l'hydrogène 	
		<p>Production d'acide sulfurique</p> <ul style="list-style-type: none"> - Bicarbonate de sodium - Boues acides - Boues du système d'épuration de l'air - Catalyseurs usés - Cendre de soude - Chlore 	<p>Paramètres généraux : Ag, As, Be, Cd, Co, Cr, Cu, Hg, Mn, Mg, Mo, Ni, Pb, Se, Sn, Sb, V, Zn, pH, COV, phtalates, phosphores, sulfates</p> <p>+ paramètres pour les activités connexes : voir fin du tableau</p>
		<p>Production de peroxyde d'hydrogène</p> <ul style="list-style-type: none"> - Bicarbonate de sodium - Catalyseurs usés - Cendre de soude - Chlore - Fuite de peroxyde - Solvants usés - Solution aqueuse usée 	<p>Paramètres généraux : Ag, As, Be, Cd, Co, Cr, Cu, Hg, Mn, Mg, Mo, Ni, Pb, Se, Sn, Sb, V, Zn, HP C₁₀-C₅₀, COV, phtalates, phosphore, azote ammoniacal, pH</p> <p>+ paramètres pour les activités connexes : voir fin du tableau</p>
32592	Fabrication d'explosifs	<ul style="list-style-type: none"> - Boues du système de neutralisation des acides - Cendres résultant du brulage des explosifs ou produits intermédiaires - Charbon usé - Résidus d'explosifs - Résines échangeuses d'ions hors d'usage - Résidus ou boues du système de traitement des eaux rouges (effluents liquides) - Résidus ou poussières du système d'épuration d'air 	<p>Paramètres généraux : As, Cd, Cr, Cu, Hg, Mg, Pb, Sb, Sr, Zn, COV (HAM), composés phénoliques, formaldéhydes, phtalates, pH, CBNC (TNT, RDX), 2,4 DNT, 2,6 DNT, TNB, DNB, perchlorates, nitrates éthylène glycol, azote ammoniacal.</p> <p>+ paramètres liés aux activités connexes : voir fin du tableau</p>

326 FABRICATION DE PRODUITS EN PLASTIQUE ET EN CAOUTCHOUC

3261	Fabrication de produits en plastique	<ul style="list-style-type: none"> - Charbon activé résiduel émanant des systèmes d'épuration de l'eau ou de l'air - Fuite ou déversement de matière première (additifs) - Matière première déclassée ou contaminée - Polymères thermodurcissables (à base de formaldéhydes, d'époxyde, polyester, polyuréthane) - Rebut de plastique - Résine thermoplastique, polymères (thermoplastiques ou thermodurcissables) - Résidus ou boues du système de traitement des effluents liquides - Solutions alcalines des lavages de cuves et équipements de préparation ou de finition - Solutions acides des lavages de cuves et équipements de préparation ou de finition - Solvants résiduels des lavages de cuves et équipements de préparation ou de finition - Solides ou boues du système d'épuration de l'air 	<p>Paramètres généraux : Ba, Cd, Co, Cr, Cu, Hg, Mo, Ni, Pb, Sb, Ti, V, Zn, COV, HP C₁₀-C₅₀, HAP, composés phénoliques, phosphore, phtalates, acétone, formaldéhydes, sulfures (H₂S), nitrates, nitrites, azote ammoniacal, acrylonitrile</p> <p>+ paramètres pour les activités connexes : voir fin du tableau</p>
3262	Fabrication de produits en caoutchouc	<ul style="list-style-type: none"> - Matière première : <ul style="list-style-type: none"> • Caoutchoucs synthétiques - Additifs : <ul style="list-style-type: none"> • Charges • Plastifiants • Agents de cuisson • Accélérateurs • Activateurs • Accélérateurs • Autres additifs contenant entre autres du cadmium, de l'antimoine et du sélénium - Matières résiduelles : <ul style="list-style-type: none"> • Résines et additifs déclassés ou contaminés 	<p>Paramètres généraux : Al, Ba, Cd, Co, Cr, Hg, Mn, Ni, Sb, Se, Sn, Pb, Ti, Zn, BTEX, composés phénoliques, COV, formaldéhydes, HAP, HPC₁₀-C₅₀, phtalates, MEC, MIC, soufre², nitrate, nitrite, sodium, sulfures (H₂S)</p> <p>+ paramètres pour les activités connexes : voir fin du tableau</p>

		<ul style="list-style-type: none"> • Pneus • Tuyaux souples • Courroies • Bandes d'étanchéité • Chaussures • Revêtement des sols, etc. • Lots de polymères ou de résines manqués ou ne répondant pas aux normes • Rebut de caoutchouc émanant du procédé • Solvants résiduels des lavages de cuves et équipements de préparation ou de finition • Solutions alcalines des lavages de cuves et équipements de préparation ou de finition • Lubrifiants résiduels et huiles hydrauliques des machineries • Poussières de caoutchouc résultant du système d'épuration de l'air • Effluents liquides 	
--	--	---	--

331 PREMIÈRE TRANSFORMATION DES MÉTAUX

3311	Sidérurgie	Fonderie <ul style="list-style-type: none"> - Électrodes de carbone usées - Laitier - Revêtement de four ou matériaux réfractaires usés - Scories 	Paramètres généraux : As, Be, B, Cd, Co, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Mn, Sb, Se, Sn, Zn, V, HP C ₁₀ -C ₅₀ , HAP, chlorobenzènes, dioxines et furannes, fluorure, composés phénoliques, pH + paramètres pour les activités connexes : voir fin du tableau
		Procédé de laminage <ul style="list-style-type: none"> - Acides usés résultant du décapage de l'acier - Boues résiduelles résultant des opérations de nettoyage du laminage ou du finissage - Bases usées résultant du nettoyage des lubrifiants du métal 	Paramètres généraux: As, Be, B, Cd, Co, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Mn, Sb, Se, Sn, Zn, V, HP C ₁₀ -C ₅₀ , HAP, COV, fluorure, pH + paramètres pour les activités connexes : voir fin du tableau

	<ul style="list-style-type: none"> - Boues ou résidus des opérations de décarburation ou de décalaminage 	<p>Système d'épuration</p> <ul style="list-style-type: none"> - Boues du système de traitement des solutions usées de procédés - Filtres ou matières filtrantes - Poussières ou boues générées par les systèmes d'épuration d'air - Poussières métalliques - Solides ou boues inorganiques du système de traitement des eaux de procédés 	<p>Paramètres généraux : As, Be, B, Cd, Co, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Mn, Sb, Se, Zn, V, HP C₁₀-C₅₀, HAP, COV, fluorure, pH</p> <p>+ paramètres pour les activités connexes : voir fin du tableau</p>
		<p>Fonderie de fer et titane</p> <ul style="list-style-type: none"> - Laitier et scorie - Électrodes de carbone usées - Résidus de minerai d'ilménite - Scorie de titane contaminé - Revêtement de four ou matériaux réfractaires usés 	<p>Paramètres généraux : As, Be, B, Cd, Co, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Mn, Sb, Se, Ti, Zn, HP C₁₀-C₅₀, HAP, COV, composés phénoliques, pH</p> <p>+ paramètres pour les activités connexes : voir fin du tableau</p>
		<p>Procédé de laminage</p> <ul style="list-style-type: none"> - Acides usés résultant du décapage de l'acier - Boues résiduelles résultant des opérations de nettoyage du laminage ou du finissage - Bases usées résultant du nettoyage des lubrifiants du métal - Boues ou résidus des opérations de décarburation ou de décalaminage 	<p>Paramètres généraux : As, Be, B, Cd, Co, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Mn, Sb, Se, Ti, Zn, HP C₁₀-C₅₀, HAP, COV, pH</p> <p>+ paramètres pour les activités connexes : voir fin du tableau</p>

		<p>Système d'épuration</p> <ul style="list-style-type: none"> - Acides usés - Boues du système de traitement des solutions usées résultant des activités de transformation des métaux - Boues ou résidus des opérations de décarburation ou de décalaminage - Filtres ou matières filtrantes - Poussières ou boues générées par les systèmes d'épuration d'air - Poussières métalliques - Solides ou boues inorganiques du système de traitement des eaux de procédés 	<p>Paramètres généraux : As, Be, B, Cd, Co, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Mn, Sb, Se, Ti, Zn, HP C₁₀-C₅₀, HAP, COV, fluorures, pH</p> <p>+ paramètres pour les activités connexes : voir fin du tableau</p>
		<p>Ferro-alliage et carbure de silicium</p> <ul style="list-style-type: none"> - Électrodes usées - Huiles et graisses usées - Huiles contaminées au BPC - Laitier - Matériaux réfractaires usés - Poussières métalliques ou de silice du système d'épuration de l'air - Scorie - Transformateurs rebutés 	<p>Paramètres généraux : Cd, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb, Sb, Si, Zn, HP C₁₀-C₅₀, HAP, sulfure, BPC, chlorobenzènes</p> <p>+ paramètres liés aux activités connexes voir fin du tableau</p>
3312	Fabrication de produits en acier à partir d'acier acheté (procédé de laminage à chaud ou à froid)	<ul style="list-style-type: none"> - Acides usés résultant du décapage de l'acier - Boues résiduaires résultant des opérations de nettoyage du laminage ou du finissage - Bases usées résultant du nettoyage des lubrifiants du métal - Boues ou résidus des opérations de décarburation ou de décalaminage 	<p>Paramètres généraux : As, Be, B, Cd, Co, Cr, Cu, Ni, Pb, Mn, Mo, Hg, Ni, Sb, Se, Sn, V, Zn, C₁₀-C₅₀, HAP, BPC, COV (HAC), fluorures, pH</p> <p>+ paramètres pour les activités connexes : voir fin du tableau</p>
3313	Production et transformation d'alumine et d'aluminium	<p>Production d'alumine</p> <ul style="list-style-type: none"> - Alumine activée - Acide sulfurique usé 	<p>Paramètres généraux : Al, As, Be, B, Cd, Cr, Co, Cu, Hg, Mn, Mg, Ni, Pb, Sn, Se, Sb, V, Zn, pH, phosphore, azote ammoniacal, fluorures, sulfates</p>

		<ul style="list-style-type: none"> - Acide fluorhydrique utilisé - Bain d'alumine contaminé - Boue rouge - Boues de fluorure de calcium - Gypse issu de procédés industriels 	+ paramètres pour les activités connexes : voir fin du tableau
		<p>Production d'aluminium – Atelier de carbone</p> <ul style="list-style-type: none"> - Acide sulfurique utilisé - Alumine activée - Boues de fluorure de calcium - Bain d'alumine contaminé - Lithium - Matière résiduelle issue de procédés industriels 	<p>Paramètres généraux : Al, As, Be, Cd, Cr, Co, Cu, Hg, Li, Mg, Mn, Ni, Pb, Se, Zn, COV, HAP, fluorures, cyanures, BPC, chlorobenzènes, dioxines et furannes, sulfates</p> <p>+ paramètres pour les activités connexes : voir fin du tableau</p>
		<p>Électrolyse</p> <ul style="list-style-type: none"> - Boues du système de traitement des eaux de procédés - Boues inorganiques des eaux chaudes du centre de coulée - Cendres volantes anthracite - Laitiers, écumes, écailles, gâteaux provenant de la production primaire des métaux - Matériaux réfractaires usés - Solides, poussières et boues des systèmes d'épuration d'air - Solides et boues inorganiques des eaux usées 	<p>Paramètres généraux : As, Be, Cd, Cr, Co, Cu, Hg, Mg, Mn, Ni, Pb, Se, Zn, HP C₁₀-C₅₀, COV, HAP, fluorure, lithium, sulfures (H₂S), phosphore, azote ammoniacal</p> <p>+ paramètres pour les activités connexes : voir fin du tableau</p>
3314	Production et transformation de métaux non ferreux (sauf l'aluminium)	<p>Production de cuivre – Fonderie</p> <ul style="list-style-type: none"> - Boues du système de traitement des effluents liquides - Boues du système d'épuration d'air de la production d'acide - Composés de mercure résultant de l'équipement de piégeage au mercure 	<p>Paramètres généraux : Ag, As, Be, Cd, Cr (VI), Cu, Hg, Mn, Ni, Pb, Se, Sb, V, Zn, dioxines et furannes, COV, BPC, pH</p> <p>+ paramètres pour les activités connexes : voir fin du tableau</p>

	<ul style="list-style-type: none"> - Catalyseurs usés provenant de la production d'acide - Écume - Laitier - Poussières des dépoussiéreurs à filtres ou électrostatiques - Revêtement de four ou matériaux réfractaires usés - Résidus du procédé de flottation - Vases et boues résiduaires des activités de production électrolytique 	
	<p>Affinerie</p> <ul style="list-style-type: none"> - Acide sulfurique usé - Déchets et boues d'anodes - Huiles et graisses usées et eaux huileuses - Purge des électrolytes 	<p>Paramètres généraux : As, Be, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Se, Sb, Te, Zn, COV, dioxines et furannes, pH, sulfures (H₂S)</p> <p>+ paramètres pour les activités connexes : voir fin du tableau</p>
	<p>Production de zinc</p> <ul style="list-style-type: none"> - Acides sulfuriques usés - Boues mercure-sélénium - Boues acides - Boues de gypse - Boues des systèmes humides d'épuration de l'air - Boues du système de traitement des effluents liquides - Boues de traitement des eaux usées de procédés de la production de zinc électrolytique - Huiles et graisses usées, eaux huileuses - Laitier de soude - Poussières des filtres à sacs 	<p>Paramètres généraux : As, Be, Cd, Cu, Co, Hg, Mn, Pb, Se, Zn, pH, dioxines et furannes, sulfures (H₂S)</p> <p>+ paramètres pour les activités connexes : voir fin du tableau</p>

		<ul style="list-style-type: none"> - Solides, poussières ou boues des systèmes d'épuration d'air - Vases et boues résiduelles résultant des activités de production du zinc électrolytique 	
331511	Fonderies de fer	<p>Fonderie – coulé – fabrication du moule et démoulage – finissage de la pièce</p> <ul style="list-style-type: none"> - Bain de nettoyage - Boues du système de traitement des effluents liquides - Cires ou plastiques détériorés - Poussières - Écume - Laitier de soude - Laitier - Matériaux réfractaires - Plâtre, ciment ou argile - Poussières métalliques - Poussières du système d'épuration de l'air - Sable vert ou à noyau - Sable de décapage usé 	<p>Paramètres généraux : Ag, Ag, As, Be, Cd, Cr(VI), Cu, Fe, Hg, Mn, Mo, Ni, Pb, V, Sn, Zn, composés phénoliques, COV, cyanures, dioxines et furannes, HAP, BTEX, amines, BPC, chlorobenzènes, HP C₁₀-C₅₀, chlorures, sodium, sulfures (H₂S)</p> <p>+ paramètres pour les activités connexes : voir fin du tableau</p>
331514	<p>Fonderies d'acier</p> <p>Fonderie – coulé – fabrication du moule et démoulage – finissage de la pièce</p>	<p>Fonderie – coulé – fabrication du moule et démoulage – finissage de la pièce</p> <ul style="list-style-type: none"> - Bain de nettoyage - Boues du système de traitement des effluents liquides - Cires ou plastiques détériorés - Poussières - Écume - Laitier de soude - Laitier - Matériaux réfractaires - Plâtre, ciment ou argile - Poussières métalliques 	<p>Paramètres généraux : Ag, Ag, As, Be, Cd, Cr(VI), Cu, Fe, Hg, Mn, Mo, Ni, Pb, V, Sn, Zn, composés phénoliques, COV, cyanures, dioxines et furannes, HAP, BTEX, BPC, chlorobenzènes, HP C₁₀-C₅₀, chlorures, sulfures(H₂S), sodium</p> <p>+ paramètres pour les activités connexes : voir fin du tableau</p>

		<ul style="list-style-type: none"> - Poussières du système d'épuration de l'air - Sable vert ou à noyau - Sable de décapage usé 	
331529	<p>Fonderie de métaux non ferreux (sauf moulage sous pression Al, Zn, Pb, Sn, Sb, bronze (Cu-Sn), laiton (Cu-Zn))</p> <p>Fonderie – coulé – fabrication du moule et démoulage – finissage de la pièce</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Boues du système de traitement des effluents liquides - Cires ou plastiques détériorés - Écume - Laitier - Matériaux réfractaires - Plâtre, ciment ou argile - Poussières métalliques - Poussières ou gâteaux du système d'épuration de l'air - Sable de décapage usé - Sable vert ou à noyau contaminé 	<p>Paramètres généraux : Al, As, Cu, Cd, Cr, Hg, Ni, Pb, Sb, Se, Sn, Zn, composés phénoliques, COV, cyanures, HAP, H₂S, BTEX, pH, chlorures, sulfures (H₂S), sodium</p> <p>+ paramètres pour les activités connexes : voir fin du tableau</p>

332 FABRICATION DE PRODUITS MÉTALLIQUES

33211	Forgeage et estampage	<p>Lubrification des pièces métalliques</p> <ul style="list-style-type: none"> - Boues contenant des métaux - Huiles de coupe usées - Résidus huileux résultant des opérations de lubrification - Rognures métalliques 	<p>Paramètres généraux : Al, Cu, Cd, Co, Cr, Mn, Mo, Ni, Pb, Sn, Sb, Zn, HP C₁₀-C₅₀, éthylène glycol</p> <p>+ paramètres pour les activités connexes : voir fin du tableau</p>
		<p>Dégraissage</p> <ul style="list-style-type: none"> - Boues ou solutions acides usées - Boues ou solutions alcalines usées - Émulsion nettoyante - Solutions usées ou boues des opérations de dégraissage aux solvants halogénés - Solutions usées ou boues des opérations de dégraissage aux solvants non halogénés - Solutions usées ou boues des opérations de dégraissage au savon 	<p>Paramètres généraux : Cu, Cd, Cr, Mn, Mo, Ni, Pb, Sn, Sb, Zn, HP C₁₀-C₅₀, BTEX, HAC : 1,1,1 trichloroéthane, MIC, MEC, pH</p> <p>+ paramètres pour les activités connexes : voir fin du tableau</p>

3323	Fabrication de produits d'architecture et d'éléments de charpentes métalliques	Soudage <ul style="list-style-type: none"> - Pâte à souder usée - Tiges métalliques à souder 	Paramètres généraux : Al, Cu, Cr VI, Cr III, Co, Mn, Ni, Pb, Ti, HP C ₁₀ -C ₅₀ + paramètres pour les activités connexes : voir fin du tableau
		Sablage au jet et/ou meulage <ul style="list-style-type: none"> - Solides et/ou filtres du système d'épuration d'air - Sable ou grenailles de décapage - Résidus métalliques ou minéraux souillés résultant du meulage 	Paramètres généraux : Cr, Mg, Ni, Zn et autres métaux (selon le métal d'intérêt travaillé ou retrouvé dans les matières résiduelles), silice + paramètres pour les activités connexes : voir fin du tableau
		Galvanisation <ul style="list-style-type: none"> - Boues résultant des opérations de trempe - Boues résultant des opérations de dégraissage alcalin - Boues résultant des opérations de décapage - Boues résiduelles du système de traitement des eaux (eau de rinçage) - Scorie de zinc - Solides et/ou filtres du système d'épuration d'air - Solutions usées des opérations de dégraissage alcalin - Solutions usées des opérations de décapage acide - Solution usée du bain de trempe 	Paramètres généraux : Cr, Pb, Zn, COV, pH, composés phénoliques, éthylène glycol, chlorures
		<ul style="list-style-type: none"> - Solution usée de « Préflux » 	+ chlorures, azote ammoniacal + paramètres pour les activités connexes : voir fin du tableau
		Application de peinture ou autres enduits <ul style="list-style-type: none"> - Boues des opérations de peinture - Peinture au latex hors d'usage ou périmée - Peinture alkyde hors d'usage ou périmée - Peinture époxy hors d'usage ou périmée 	Paramètres généraux : Ag, As, Be, Cd, Cr, Cu, Co, Hg, Ni, Pb, Sb, Se, Tl, Ti, Zn, Mo, azote ammoniacal, BPC, composés phénoliques, HAP, HP C ₁₀ -C ₅₀ , COV, BTEX, cyanures, éthylène glycol, méthanol, isobutanol, propanol, MIC, triéthylamine

		<ul style="list-style-type: none"> - Résidus du système de traitement des rejets liquides - Solution de lavage de cuves et des équipements des opérations de peinture - Solvants usés de la salle de peinture - Solides ou filtres du système d'épuration d'air de la salle de peinture 	
		- Solvants	+ MIC, MEC
			+ paramètres pour les activités connexes : voir fin du tableau
3324	Fabrication de chaudières, de réservoirs et de contenants d'expédition	<p>Activités de pliage, coupage, soudage</p> <ul style="list-style-type: none"> - Huiles de coupe usées - Résidus métalliques ou minéraux souillés 	<p>Paramètres généraux : Al, Ag, Cd, Cr, Cu, Co, Mn, Mo, Pb, Ni, Sn, Sb, Ti, Zn, HP C₁₀-C₅₀, BTEX, HAC : 1,1,1-trichloroéthane, COV, MIC, MEC, éthylène glycol, chlorures, pH</p>
		- Solvants	+ MIC, MEC
			+ paramètres pour les activités connexes : voir fin du tableau
		<p>Activité de sablage au jet et/ou meulage, lubrification, dégraissage, galvanisation, peinture</p> <ul style="list-style-type: none"> - Huiles de coupe épuisées - Résidus minéraux souillés - Résidus métalliques ou minéraux souillés - Solvants 	<p>Paramètres généraux : Al, Ag, Cd, Cr, Cu, Co, Mn, Mo, Pb, Ni, Sn, Sb, Ti, Zn, HP C₁₀-C₅₀, BTEX, HAC, COV, MIC, MEC, éthylène glycol, chlorures, pH</p> <p>+ paramètres pour les activités connexes : voir fin du tableau</p>
3326	Fabrication de ressorts et de produits en fil métallique	<ul style="list-style-type: none"> - Acides usés - Boue de décalaminages - Boues des opérations de dégraissage aqueux (savon) - Détergents anioniques - Résidus résultant des opérations de lubrification (lubrifiants huileux) - Résidus résultant des opérations de lubrification (lubrifiants solides : chaux, borax) 	<p>Paramètres généraux : Al, B, Cu, Cr, Mn, Mo, Pb, Ni, Sn, Sb, Zn, HP C₁₀-C₅₀, HAC, HAP, pH</p> <p>+ paramètres pour les activités connexes : voir fin du tableau</p>

		<ul style="list-style-type: none"> - Solutions usées ou boues des opérations de dégraissage aux solvants halogénés - Solutions usées ou boues des opérations de dégraissage aux solvants non halogénés 	
33271	Ateliers d'usinage	<p>Usinage et dégraissage</p> <ul style="list-style-type: none"> - Huile de coupe, émulsions ou eaux huileuses usées - Lubrifiant - Papier filtre contenant des boues huileuses provenant de la filtration d'émulsion - Rognures métalliques souillées (huiles, graisses, solvants) - Solutions usées ou boues des opérations de refroidissement (huile de coupe) - Solutions usées ou boues des opérations de dégraissage aux solvants halogénés - Solutions usées ou boues des opérations de dégraissage aux solvants non halogénés - Solvants 	<p>Paramètres généraux : Al, Cu, Cr, Mn, Mo, Ni, Sn, Pb, Zn, HP C₁₀-C₅₀, COV, HAC, éthylène glycol, pH</p> <p>+ MIC, MEC</p> <p>+ paramètres pour les activités connexes : voir fin du tableau</p>
3328	Revêtement, gravure, traitement thermique et par le froid et activités analogues	<p>Activités d'anodisation ou phosphatation</p> <ul style="list-style-type: none"> - Boues de nettoyage des bassins - Boues résiduelles du système de traitement des eaux (eau de rinçage) - Solutions usées d'électrolyte d'acide sulfurique - Solutions alcalines usées - Solutions usées d'acide sulfurique, chromique ou borique - Solutions usées d'acide phosphorique et de ces sels - Solutions usées des colorations de sels métalliques - Solutions usées de scellement 	<p>Paramètres généraux : Al, Cu, Cd, Cr, Co, Hg, Ni, Sn, Pb, Zn, composés phénoliques, sulfures(H₂S), phosphore total pH</p> <p>+ paramètres pour les activités connexes : voir fin du tableau</p>

	<p>Activités de placage électrolytique</p> <ul style="list-style-type: none"> - Boues résultant des opérations de décapage - Boues résultant des opérations de dégraissage alcalin - Boues des opérations de polissage électrolytique - Boues du système de traitement des eaux de procédés - Boues du système de traitement des effluents liquides - Boues résiduelles des solutions électrolytes cyanurées - Eaux de lavage, de rinçage ou souillure des opérations de placage électrolytique - Résines échangeuses d'ions usées - Solutions usées des opérations de dégraissage alcalin (agents mouillants, sels de polissage, dispersants) - Solutions usées des opérations de décapage acide - Solutions usées des opérations de polissage électrolytique - Solutions usées ou boues des opérations de décapage, gravage ou brillantage à l'acide - Solutions d'électrolytes usés cyanurées 	<p>Paramètres généraux : Ag, As, Be, Cd, Cr VI, Cr total, Cu, Hg, Ni, Se, Sb, Tl, Zn, pH, cyanures disponibles, sulfures (H₂S)</p>
	<ul style="list-style-type: none"> - Boues des opérations de placage électrolytique 	<p>+ Sn, Pb</p>
	<ul style="list-style-type: none"> - Cartouche de filtration des électrolytes 	<p>+ cyanures, phosphore total, sulfures</p>
	<ul style="list-style-type: none"> - Solutions d'électrolytes usés des opérations de placage électrolytique 	<p>+ Sn, Pb</p>
		<p>+ paramètres pour les activités connexes : voir fin du tableau</p>

	<p>Application de peintures ou autres enduits</p> <ul style="list-style-type: none"> - Boues des opérations de peinture - Peinture au latex hors d'usage ou périmée - Peinture alkyde hors d'usage ou périmée - Peinture époxy hors d'usage ou périmée - Résidus du système de traitement des rejets liquides - Solution de lavage de cuves et des équipements des opérations de peinture - Solvants usés des salles de peinture - Solides ou filtres du système d'épuration d'air de la salle de peinture - Électrolytes 	<p>Paramètres généraux : Ag, Al, Cd, Cr, Cu, Mo, Mn, Pb, Ti, Zn, HP C₁₀-C₅₀, BTEX, composés phénoliques</p> <p>+ cyanures, phosphore total, sulfures (H₂S)</p> <p>+ paramètres pour les activités connexes : voir fin du tableau</p>
	<p>Traitement thermique</p> <ul style="list-style-type: none"> - Boues résiduelles des bains de refroidissement à l'huile - Boues résiduelles des bains de refroidissement à l'eau - Boues du système de traitement des eaux de trempage - Huiles thermiques usées - Saumures cyanurées usées des bains de rinçage du traitement thermique des métaux - Sels métalliques de trempage - Sels non métalliques de trempage 	<p>Paramètres généraux : métaux : selon le sel métallique utilisé, HP C₁₀-C₅₀, HAP, composés phénoliques, cyanures disponibles</p> <p>+ paramètres pour les activités connexes : voir fin du tableau</p>

3329	Fabrication d'autres produits métalliques	<ul style="list-style-type: none"> - Accessoires en métal - Raccords métalliques - Valves métalliques - Solvants 	<p>Paramètres généraux : Al, Ag, Cd, Co, Cu, Cr VI, Mn, Mo, Ni, Pb, Sn, Sb, Ti, Zn, HP C₁₀-C₅₀, BTEX, composés phénoliques, HAC, chlorures</p> <p>MIC, MEC, cyanures, éthylène glycol, pH</p> <p>+ paramètres pour les activités connexes : voir fin du tableau</p>
------	--	--	--

333 FABRICATION DE MACHINES

333611	Fabrication de turbines et de groupes turbogénérateurs	<ul style="list-style-type: none"> - Coupage : copeaux métalliques - Dégraissage : solvants - Pliage : pigments, résidus métalliques - Résidus dangereux - Soudage : tiges à souder - Sablage au jet et/ou meulage : sable résiduel - Traitement thermique : cendres, émissions atmosphériques - Galvanisation et peinture : pigments - Résines - Solvants 	<p>Paramètres généraux : Al, Ag, Cd, Cu, Cr, Co, Pb, Mn, Mo, Ni, Sn, Sb, Ti, Zn, composés phénoliques, chlorures</p> <p>HP C₁₀-C₅₀, BTEX, HAC, éthylène, glycol, chlorobenzènes, CPNC, pH</p> <p>+ COV, composés phénoliques</p> <p>+ phtalates, chlorure de vinyle</p> <p>+ MIC, MEC, COV, cyclohexane</p> <p>+ paramètres pour les activités connexes : voir fin du tableau</p>
--------	---	--	--

335 FABRICATION DE MATÉRIEL, D'APPAREILS ET DE COMPOSANTS ÉLECTRIQUES

3353	Fabrication de matériel électrique (transformateurs, moteurs, générateurs, appareils de connexion et relais)	<ul style="list-style-type: none"> - Coupage : copeaux métalliques - Dégraissage : solvants - Lubrification : substances huileuses - Pliage : pigments, résidus métalliques - Soudage : tiges à souder - Galvanisation et peinture : pigments - Résines 	<p>Paramètres généraux : Al, Cu, Cr, Co, Hg, Sn, Sb, Pb, Zn, Ti, HP C₆-C₁₀, HP C₁₀-C₅₀, HAP, BTEX, COV, HAC, pH, MIC, MEC, cyclohexane), sulfures (H₂S)</p> <p>+ composés phénoliques</p> <p>+ phtalates, chlorure de vinyle, BPC, chlorobenzène (tri et tétra)</p>
------	---	--	---

		<ul style="list-style-type: none"> - Sablage au jet et/ou meulage : sable résiduel - Traitement thermique : cendres 	<ul style="list-style-type: none"> + composés phénoliques + dioxines et furannes + paramètres pour les activités connexes : voir fin du tableau
3359	Fabrication d'autres types de matériel et de composants électriques (sauf piles et batteries)	<ul style="list-style-type: none"> - Accumulateurs - Piles alcalines - Piles primaires sèches ou à électrolytes - Dispositifs de câblage - Chargeur de batteries 	<p>Paramètres généraux : Al, Cu, Cr, Co, Hg, Pb, Sn, Zn, BTEX, HAC, MEC, HP C₁₀-C₅₀, phtalates, HAP, chlorure de vinyle, dioxines et furannes, fluorures</p> <ul style="list-style-type: none"> + paramètres pour les activités connexes : voir fin du tableau
33591	Fabrication de batteries et de piles (assemblage de batteries, fabrication de piles combustibles)	<ul style="list-style-type: none"> - Accumulateurs endommagés - Déversement d'acide - Piles alcalines - Piles d'appareils auditifs - Piles nickel-cadmium - Piles, primaires, sèches ou à l'électrolyte 	<p>Paramètres généraux : Ag, As, Ba, Cd, Cr, Cu, Hg, Mn, Mg, Mo, Ni, Pb, S, Sb, Sn, Ti, Zn, pH, fluorures, sulfates</p> <ul style="list-style-type: none"> + paramètres pour les activités connexes : voir fin du tableau

336 FABRICATION DE MATÉRIEL DE TRANSPORT

3361	Fabrication de véhicules automobiles	<ul style="list-style-type: none"> - Caoutchouc - Coupage : copeaux métalliques - Galvanisation et peinture - Pigments - Matériel plastique et composite - Lubrification : substances huileuses - Pliage : pigments, résidus métalliques - Soudage : tiges à souder - Sablage au jet et/ou meulage : sable résiduel - Traitement thermique : cendres - Dégraissage - Solvants 	<p>Paramètres généraux : Ag, As, Be, Cd, Cr, Cu, Co, Hg, Ni, Pb, Sb, Se, Tl, Ti, Zn, Mo, azote ammoniacal, BPC, composés phénoliques, HAP, HP C₁₀-C₅₀, COV, cyanures, éthylène glycol, méthanol, isobutanol, propanol, MIC, triéthylamine, pH</p> <ul style="list-style-type: none"> + COV + MIC, MEC, éthylène glycol, COV + paramètres pour les activités connexes : voir fin du tableau
------	---	---	--

33641	Fabrication de produits aérospatiaux et de leurs pièces	- Emboutissage : résidus de feuilles métalliques	Paramètres généraux : Al, Ag, Cd, Cr, Cu, Co, Mg, Mo, Mn, Ni, Pb, Sn, Sb, Ti, Zn, HP C ₁₀ -C ₅₀ , BTEX, HAC : 1,1,1-trichloroéthane, nitrates, nitrites, chlorures
		- Peinture : pigments	
		- Pliage : pigments, résidus métalliques	
		- Poinçonnage : résidus d'aluminium ou d'acier	
		- Soudage : résidus de soudure, tiges à souder	
	- Galvanisation : résidus métalliques	+ cyanures, phosphore total, sulfures (H ₂ S)	
	- Sablage au jet et/ou meulage : sable	+ composés phénoliques	
	- Solvants	+ MIC, MEC, éthylène glycol, pH	
		+ paramètres pour les activités connexes : voir fin du tableau	
33651	Fabrication de matériel ferroviaire roulant	- Galvanisation, résidus métalliques - Peinture : pigments - Pliage : pigments, résidus métalliques - Poinçonnage : résidus d'aluminium ou d'acier - Soudage : résidus de soudure, tiges à souder - Sablage au jet et/ou meulage : sable	Paramètres généraux : Al, Cr, Co, Cu, Mg, Mo, Ni, Pb, Sn, Sb, Ti, Zn, HP C ₁₀ -C ₅₀ , BTEX, HAP, HAC : 1,1,1-trichloroéthane, MIC, MEC, pH, sulfures (H ₂ S) + paramètres pour les activités connexes : voir fin du tableau
336611	Construction et réparation de navires	- Galvanisation, résidus métalliques - Peinture : pigments - Pliage : pigments, résidus métalliques - Poinçonnage : résidus d'aluminium ou d'acier - Soudage : résidus de soudure, tiges à souder - Sablage au jet et/ou meulage : sable	Paramètres généraux : Al, Cu, Cr, Co, Mn, Mo, Ni, Pb, Zn, Sb, Sn, HP C ₁₀ -C ₅₀ , BTEX, HAP, COV (HAM+ HAC : 1,1,1-trichloroéthane), MIC, MEC, pH, TBT + paramètres pour les activités connexes : voir fin du tableau
41 COMMERCE DE GROS			
4121	Grossistes-marchands de pétrole, de produits pétroliers et d'autres hydrocarbures (dépôts terrestres et maritimes)	Poste de distribution de carburant (dépôt terrestre) - Essence - Diesel, mazout domestique - Mazout industriel - Fond de vieux réservoirs	Paramètres généraux : Pb, HP C ₁₀ -C ₅₀ , BTEX, HAP, composés phénoliques, soufre, COV (HAM) + paramètres pour les activités connexes : voir fin du tableau Détail de quelques paramètres: voir tableau 2 du Guide qui indique les « paramètres

		<ul style="list-style-type: none"> - Pétrole brut - Goudron (coal tar) 	pertinents à vérifier en fonction du type de produits pétroliers »
		<p>Poste de distribution de carburant (poste aéroport-poste de marina)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Boues de sédimentation des réservoirs - Déversements ou fuites de produits pétroliers - Essence ou produits pétroliers frais - Résidus de produits pétroliers 	<p>Paramètres généraux : Pb, kérosène, HP C₁₀-C₅₀, BTEX, HAP, composés phénoliques, soufre, COV (HAM),</p> <p>+ paramètres pour les activités connexes : voir fin du tableau</p>
41531	Grossistes-marchands de pièces et d'accessoires d'occasion pour véhicules automobiles	<ul style="list-style-type: none"> - Absorbants ou matériels souillés - Antigél usé - Batteries hors d'usage, acide résiduel des batteries - Boues du système de traitement des eaux huileuses - Carburants résiduels - Coussins gonflables non déployés - Huiles à moteur usées, filtres à huile - Fluides hydrauliques : huiles à transmission, à freins, à servodirection - Interrupteurs, systèmes de freinage antiblocage ou de suspension active - Lave-glace usé - Pesées des pneus - Résidus de sablage au jet de sable - Rognures métalliques provenant de l'usinage - Solvants halogénés et non halogénés usés - Solvants, solutions et boues de lavage des pièces et moteurs 	<p>Paramètres généraux : As, Ba, Cu, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Sn, Sb, Zn, HP C₁₀-C₅₀, BTEX, diéthylène glycol, HAP, HAC, éthylène glycol, BPC, chlorobenzènes, pH, éthanol, méthanol.</p> <p>+ paramètres pour les activités connexes : voir fin du tableau</p>
41811	Grossistes-marchands de métaux recyclables	<ul style="list-style-type: none"> - Résidus de déchetage automobile (fluff) 	<p>Paramètres généraux : Al, Ag, As, B, Ba, Be, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Sb, Se, Zn, HP C₁₀-C₅₀, BPC, chlorobenzènes, COV, fibres d'amiante, pH</p> <p>+ paramètres pour les activités connexes : voir fin du tableau</p>

		<ul style="list-style-type: none"> - Absorbants ou matériels mis en contact avec des BPC - Absorbant mis en contact avec du matériel huileux - Batteries hors d'usage - Acide résiduel des batteries - Équipements ou appareils contenant du BPC - Huiles et graisses usées - Solvants usés 	<p>Paramètres généraux : Al, As, Be, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Se, Sb, Sn, Zn, HP C₁₀-C₅₀, BTEX, HAP, HAC, éthylène glycol, BPC, chlorobenzènes, pH</p> <p>+ paramètres pour les activités connexes : voir fin du tableau</p>
41839	<p>Grossistes-marchands de produits chimiques et autres fournitures agricoles</p> <p>Fuites ou déversements</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Engrais d'intérêt - Pesticides d'intérêts : herbicides, fongicides, insecticides 	<p>Paramètres généraux : As, Cu, Hg, Mo, Se, COV, azote ammoniacal, nitrate, nitrite, phosphore, pH, azote total Kjeldahl</p> <p>+ paramètres en lien avec les familles de pesticides concernées</p> <p>+ paramètres pour les activités connexes : voir fin du tableau</p>
41841	<p>Grossistes-marchands de produits chimiques et de produits analogues, sauf agricoles</p> <p>Fuites ou déversements</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Matières dangereuses d'intérêts et entreposées - Solvants, résines, acides, alcalis - Sels industriels - Produits de blanchiment - Produits chimiques de textiles 	<p>Paramètres généraux : COV, éthylène glycol, pH, solvants, produits chimiques d'intérêts</p> <p>Les contaminants d'intérêts à analyser devront être ciblés selon les produits chimiques et les matières dangereuses utilisés.</p> <p>+ paramètres pour les activités connexes : voir fin du tableau</p>

44-45 COMMERCE DE DÉTAIL

4571	Stations-service (excluant le site d'entretien)	<ul style="list-style-type: none"> - Déversements ou fuites de produits pétroliers 	<p>Paramètres généraux : Al, As, Cd, Cr VI, Cu, Hg, Pb, Ni, Se, Sb, Sn, Pb, V, Zn, HP C₁₀-C₅₀, BTEX, HAP, composés phénoliques, MTBE, COV</p> <p>Détail de quelques paramètres: voir tableau 2 du Guide de caractérisation des terrains qui indique les « paramètres pertinents à vérifier en fonction du type de produits pétroliers ».</p> <p>+ paramètres pour les activités connexes : voir fin du tableau</p>
------	--	---	---

48-49 TRANSPORT ET ENTREPOSAGE

48611	Transport du pétrole brut par oléoduc	<p>Déversements de pétrole</p> <ul style="list-style-type: none"> - Résidus de raclage des conduites 	<p>Paramètres généraux : HP C₁₀-C₅₀, BTEX, HAP, composés phénoliques, COV, chlorure, sulfure</p> <p>+ paramètres pour les activités connexes : voir fin du tableau</p>
4869	Autres services de transport par pipeline	<ul style="list-style-type: none"> - Résidus de nettoyage au glycol 	<p>Paramètres généraux : HP C₁₀-C₅₀, BTEX, HAP, composés phénoliques</p> <p>+ paramètres pour les activités connexes : voir fin du tableau</p>
4881	Activités de soutien au transport aérien	<ul style="list-style-type: none"> - Déversements ou fuites de carburants - Déglçage des pistes - Solvant de déglçage 	<p>Paramètres généraux : As, Cd, Cr, Pb, Zn, HP C₁₀-C₅₀, BTEX, HAP, éthylène glycol, COV, nitrite, nitrate</p>
		<ul style="list-style-type: none"> - Dégivrage des avions 	<p>+ diéthylène ou propylène glycol</p>
		<ul style="list-style-type: none"> - Fondant des pistes 	<p>+ urée</p>
			<p>+ paramètres pour les activités connexes : voir fin du tableau</p>
4882	Activités de soutien au transport ferroviaire (propulsion électrique)	<p>Entretien mécanique</p> <ul style="list-style-type: none"> - Absorbants ou matériels mis en contact avec des BPC 	<p>Paramètres généraux : As, Cd, Cr, Pb, Zn, HP C₆-C₁₀, HP C₁₀-C₅₀, BTEX, HAP, HAC, éthylène et diéthylène glycol, BPC, COV, chlorobenzènes, pH, sulfures (H₂S)</p>

		<ul style="list-style-type: none"> - Absorbants ou matériels mis en contact avec des huiles et solvants - Acides résiduels des batteries - Batteries hors d'usage - Boues du système de traitement des eaux huileuses - Équipements ou appareils contenant des BPC - Huiles usées (huile à freins, etc.) - Solvants usés (dégraissants) - Solvants, solutions et boues de lavage des pièces et moteurs 	+ paramètres pour les activités connexes : voir fin du tableau
		<p>Entretien de surfaces et des équipements</p> <ul style="list-style-type: none"> - Solvants usés - Solutions de décapage acides de la rouille - Solutions de décapage alcalines de la rouille - Solutions de décapage chimiques - Résidus de pigments de peintures 	<p>Paramètres généraux : As, Cd, Cr, Pb, Zn, HP C₁₀-C₅₀, BTEX, COV, pH</p> <p>+ Al, Ag, Cd, Cr, Cu, Mo, Mn, Pb, Ti</p> <p>+ paramètres pour les activités connexes : voir fin du tableau</p>
		<p>Entretien des emprises de la voie ferrée</p>	<p>Paramètres généraux : As, Cd, Cr, Pb, Zn, HP C₁₀-C₅₀, BTEX, COV, pH</p>
		<p>Manipulation de bois traités à la créosote</p>	<p>HAP</p> <p>+ paramètres pour les activités connexes : voir fin du tableau</p>
4883	Activités de soutien au transport par eau	<p>Déversements ou fuites de carburant (diesel)</p>	<p>Paramètres généraux : HP C₁₀-C₅₀, HAP, BTEX</p> <p>+ paramètres pour les activités connexes : voir fin du tableau</p>
		<p>Maintenance générale : cargo</p> <ul style="list-style-type: none"> - Boues des eaux de ballast - Eaux de nettoyage (selon les matières transportées) 	<p>Paramètres généraux : Ag, As, Ba, Cd, Cr, Co, Cu, Hg, Mn, Mo, Ni, Pb, Sn, Se, Zn, HP C₁₀-C₅₀</p>

		<ul style="list-style-type: none"> - Résidus de cales (selon les matières transportées) - Résidus du système de traitement des eaux de nettoyage - Résidus des aires de stockage (matières dangereuses) 	<p>Paramètres variables selon les contaminants d'intérêts ou selon les matières transportées</p> <p>+ paramètres pour les activités connexes : voir fin du tableau</p>
		<p>Entretien mécanique</p> <ul style="list-style-type: none"> - Absorbants ou matériels mis en contact avec des huiles ou du solvant - Acides résiduels des batteries - Antigel usé - Batteries hors d'usage - Boues du système de traitement des eaux huileuses - Huiles usées (huile à freins, etc.) - Solvants - Solvants usés (dégraissants) - Solutions et boues de lavage des pièces et moteurs 	<p>Paramètres généraux : HP C₆-C₁₀, HP C₁₀-C₅₀, BTEX, HAP, COV, Pb, éthylène glycol, diéthylène glycol, BPC, chlorobenzènes, pH</p> <p>+ paramètres pour les activités connexes : voir fin du tableau</p>
		<p>Travaux d'usinage (voir atelier d'usinage)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Boues de solvants - Dégraissants - Huile de lubrification - Solution nettoyante - Résidus huileux - Rognures ou résidus de métal (selon le métal travaillé) - Solutions - Agents nettoyants - Huile de coupe usée - Résidus de solvants 	<p>Paramètres généraux : Al, Cu, Cr, Mn, Mo, Ni, Pb, Sn, Zn (ou selon le métal travaillé, HP C₁₀-C₅₀, COV, HAP, HAC</p> <p>+ pH</p> <p>+ éthylène glycol, COV, pH, métaux (selon le métal travaillé)</p> <p>+ HAC, xylène, toluène</p> <p>+ paramètres pour les activités connexes : voir fin du tableau</p>

		<p>Entretien de surface des coques des navires</p> <ul style="list-style-type: none"> - Absorbants ou matériels mis en contact avec des solvants - Résidus de peinture antisalissure - Résidus de pigments de peinture - Solutions de décapage acides de la rouille - Solutions de décapage alcalines de la rouille - Solutions de décapage chimiques - Solvants usés 	<p>Paramètres généraux : métaux (Hg), HP C₁₀-C₅₀, BTEX, HAP, COV, pH, TBT</p> <p>+ paramètres pour les activités connexes : voir fin du tableau</p>
56 SERVICES ADMINISTRATIFS, SERVICES DE SOUTIEN, SERVICES DE GESTION DES DÉCHETS ET SERVICES D'ASSAINISSEMENT			
56291	Centres de traitement fixes de sols contaminés ou de matières dangereuses	<ul style="list-style-type: none"> - Matières dangereuses - Sols contaminés 	<p>Paramètres généraux : Ag, As, Ba, B, Br Cd, Cr, Co, Cu, F, Hg, Mn, Mo, Ni, Pb, Se, Sn, U, Zn, HP C₁₀-C₅₀, BTEX, HAC, HAP, BPC, nitrates, nitrites, chlorobenzènes, composés phénoliques, cyanure total, cyanure disponible, sulfure d'hydrogène, éthylène glycol, dioxines et furannes, pH soufre total</p> <p>Tous les paramètres d'intérêts seront à ajuster selon le certificat d'autorisation et les contaminants présents dans les sols</p> <p>+ paramètres pour les activités connexes : voir fin du tableau</p>
	Centres de transfert de sols contaminés, de matières dangereuses ou de matières résiduelles industrielles non dangereuses non assimilables à des matières résiduelles urbaines	<ul style="list-style-type: none"> - Matières dangereuses - Sols contaminés - Matières résiduelles industrielles non dangereuses non assimilables à des matières résiduelles urbaines 	<p>Paramètres généraux : Ag, As, Ba, Cd, Cr, Br, CN totaux, CN disponible, Co, Cu, F, Hg, Mn, Mo, Ni, Pb, Se, Sn, Zn, HP C₁₀-C₅₀, BTEX, HAP, composés phénoliques, éthylène glycol, HAC, chlorobenzènes, BPC, dioxines, furannes chlorés, réactivité (cyanures et sulfure [H₂S]), soufre total</p> <p>Tous les paramètres d'intérêt seront à ajuster selon le certificat d'autorisation</p>

			+ paramètres pour les activités connexes : voir fin du tableau
Dépôts définitifs de sols contaminés, de matières dangereuses ou de matières résiduelles industrielles non dangereuses non assimilables à des matières résiduelles urbaines	<ul style="list-style-type: none"> - Matières dangereuses - Matières résiduelles industrielles non dangereuses non assimilables à des matières résiduelles urbaines - Sols contaminés 		<p>Paramètres généraux : Ag, As, Ba, Cd, Cr, Co, Cu, Hg, Mn, Mo, Ni, Pb, Se, Sn, Zn, Br, CN tt, CN disponible, F, HP C₁₀-C₅₀, COV, réactivité (cyanure et sulfure d'hydrogène), soufre total, composés phénoliques, pesticides chlorés, pesticides non chlorés, dioxines et furannes, HAP, benzènes, phtalates, éthylène glycol</p> <p>Tous les paramètres d'intérêts seront ajustés selon le certificat d'autorisation.</p> <p>+ paramètres pour les activités connexes : voir fin du tableau</p>
Dépôts de neiges usées	<ul style="list-style-type: none"> - Boues des bassins de sédimentation - Débris divers (abrasifs, fondants, débris souillés, etc.) 		<p>Paramètres généraux : Cu, Cd, Cr, Pb, Ca, Mg, K, Na, HP C₁₀-C₅₀, chlorures, HAP</p> <p>+ paramètres pour les activités connexes : voir fin du tableau</p>

81 AUTRES SERVICES (SAUF LES ADMINISTRATIONS PUBLIQUES)

811199	Tous les autres services de réparation et d'entretien de véhicules automobiles (seulement les parcs d'autobus, de camions, de véhicules lourds et les concessionnaires de véhicules automobiles)	<ul style="list-style-type: none"> - Absorbants ou matériels souillés - Antigels usés (éthylène glycol) - Batteries hors d'usage, acide résiduel des batteries - Boues du système de traitement des eaux huileuses - Carburants résiduels - Coussins gonflables non déployés - Huiles à moteur usées, filtres à huile - Fluides hydrauliques : huiles à transmission, à freins, à servodirection - Interrupteurs, systèmes de freinage antiblocage ou de suspension active (contenant du mercure) - Lave-glace usé - Pesées des pneus 	<p>Paramètres généraux : Al, As, Cr, Cd, Cu, Hg, Pb, Zn, HP C₆-C₁₀, HP C₁₀-C₅₀, BTEX, HAP, COV, éthylène glycol, diéthylène glycol, TCE et ses produits de dégradation, pH, méthanol, éthanol</p> <p>+ paramètres pour les activités connexes : voir fin du tableau</p>
---------------	---	--	--

		<ul style="list-style-type: none"> - Rognures métalliques provenant de l'usinage - Résidus de sablage au jet de sable - Solvants halogénés et non halogénés usés - Solvants, solutions et boues de lavage des pièces et moteurs 	
812 SERVICES PERSONNELS ET SERVICES DE BLANCHISSAGE			
81231	Blanchisseries et nettoyeurs à sec libre-service	<ul style="list-style-type: none"> - Boues de distillation et de filtration - Co-solvant (effet amplificateur) - Eaux du séparateur ou du distillateur - Matières résiduelles dangereuses (les filtres, les boues) - Résidus de distillation - Solvants ou tout autre produit en contact avec le solvant) - Solvants à base de pétrole 	<p>Paramètres généraux : COV : HAC (PCE, TCE), benzène, HPC_{10-C50}, HAP</p> <p>+ paramètres pour les activités connexes : voir fin du tableau</p>
81232	Services de nettoyage à sec et de blanchissage (sauf libre-service) (seulement nettoyage à sec)	<ul style="list-style-type: none"> - Boues de distillation et de filtration - Co-solvant (effet amplificateur) - Eaux du séparateur ou du distillateur - Matières résiduelles dangereuses (les filtres, les boues) - Résidus de distillation - Solvants ou tout autre produit en contact avec le solvant - Solvants à base de pétrole 	<p>Paramètres généraux : COV : HAC : (PCE, TCE), benzène, HPC_{10-C50}, HAP</p> <p>+ paramètres pour les activités connexes : voir fin du tableau</p>
ACTIVITÉS CONNEXES			
	Activités connexes aux activités industrielles et commerciales susceptibles de contaminer les sols et les eaux souterraines	<ul style="list-style-type: none"> - Absorbants ou matériels souillés - Acides résiduels des batteries, huiles et graisses usées (huiles à moteur, à transmission, à freins) - Antigel utilisé - Batteries hors d'usage et pesées d'équilibrage 	<p>Paramètres généraux : Ag, As, Ba, Cd, Co, Cr III, Cr VI, Cu, Hg, Sn, Mn, Mo, Pb, Ni, Se, Sn, Zn, HP C_{10-C50}, HAP, BPC, chlorobenzènes, COV, pH, sulfures, chlorures, éthylène glycol, diéthylène glycol, propylène glycol, éthanol</p>

	<ul style="list-style-type: none">- Boues du système de traitement des eaux huileuses, composants de véhicules contenant du mercure- Dépôt de neige : présence d'abrasif, de débris et de matières en suspension, lubrifiants provenant de véhicules- Fondants- Filtres à huile- Lubrifiants provenant de véhicules- Liquides de refroidissement- Matières résiduelles provenant des carburants- Résidus de corrosion et d'usures provenant de véhicules- Solvants usés	
--	---	--

Abréviations

ACA :	arséniate de cuivre ammoniacal	NP- NPE :	nonylphénol et ses dérivés éthoxylés
ACC :	arséniate de cuivre chromaté	PCE :	perchloroéthylène
BPC :	biphényles polychlorés	PCP :	pentachlorophénol
BTEX :	benzène, toluène, éthylbenzène, xylène	PBDE :	polybromodiphényléthers
CBNC :	composés benzéniques non chlorés	PVC :	polychlorure de vinyle
CN :	cyanure disponible	RDX :	cyclo-1,3,5 triméthyllène-2,4,6 trinitramine
CN tt :	cyanure total	SRT :	soufre réduit total incluant, entre autres, le sulfure d'hydrogène (H ₂ S), le disulfure de carbone (CS ₂) et l'oxysulphide de carbone (COS)
COHA :	composés organiques halogénés adsorbables	TBT :	tributylétain
COV :	composés organiques volatils incluant les hydrocarbures aromatiques monocycliques (HAM) et les hydrocarbures aliphatiques chlorés (HAC)	TCE :	tétrachloroéthylène
DBO ₅ :	demande biologique en oxygène	2,4,6, TNT :	2,4,6 trinitrotoluène
DCO :	demande chimique en oxygène	TNB :	trinitrobenzène
DNB :	dinitrobenzène	<u>Métaux :</u>	
2,4 DNT :	2,4 dinitrotoluène	Ag:	argent
2,6 DNT :	2,6 dinitrotoluène	As:	arsenic
EDTA :	acide éthylène diamine tétra-acétique	Ba:	baryum
HAC :	hydrocarbures aliphatiques chlorés	Cd:	cadmium
HAH :	hydrocarbures aliphatiques halogénés	Co:	cobalt
HAM :	hydrocarbures aromatiques monocycliques	Cr :	chrome
HAP :	hydrocarbures aromatiques polycycliques	Cu :	cuivre
HCL :	acide chlorhydrique	Hg :	mercure
H ₂ S :	sulfure d'hydrogène	Mn :	manganèse
HP C ₁₀ -C ₅₀ :	hydrocarbures pétroliers C ₁₀ -C ₅₀	Mo :	molybdène
MDF :	panneau de fibres à densité moyenne	Ni :	nickel
MEC :	méthyléthylcétone	Pb :	plomb
MIC :	méthylisobutylcétone	Se :	sélénium
MTBE :	méthyl tert-butyl éther	V :	vanadium
NPEO :	nonylphénols éthoxylates	Zn :	zinc

Références

Plusieurs ministères et organismes ont été consultés pour la rédaction de cette annexe I. Voici une liste non exhaustive de quelques références utilisées :

- AUSTRALIAN GOVERNEMENT, 2009, National Pollutant Inventory, *Emission Estimation Technique Manual for Alumina Smelting*, 45 p.
- BEAULIEU, Michel. Version en vigueur. *Guide d'intervention – Protection des sols et réhabilitation des terrains contaminés*. Québec, ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, 219 p. + annexes.
- BUREAU D'AUDIENCES PUBLIQUES SUR L'ENVIRONNEMENT, 2011, *Développement durable de l'industrie des gaz de schiste* au Québec, rapport 273, 336 p.
- COMITÉ SECTORIEL DE MAIN-D'ŒUVRE DE L'INDUSTRIE ÉLECTRIQUE ET ÉLECTRONIQUE, 2001, *Portrait et perspectives sectoriels de l'industrie électrique et électronique*, 92 p. plus annexes.
- CONSEIL CANADIEN DES MINISTRES DE L'ENVIRONNEMENT (CCME), 2016, *Guide de caractérisation environnementale des sites dans le cadre de l'évaluation des risques pour l'environnement et la santé humaine*, vol 1 : *Orientations*.
- ENVIRONMENT AUSTRALIA, 1999, *Emission Estimation Technique Manual for Galvanisation*, 18 p.
- ENVIRONMENT AUSTRALIA, 1999, National Pollutant Inventory, *Emission Estimation Technique Manual for Iron and Steel Production*, 42 p.
- HDOH, 2008. « Waste Minimization in Action », *Dry Cleaning Bulletin. Hazardous Waste minimization*, bulletin n° 6, Hawai'i Department of Health Solid & Hazardous Waste Branch.
- http://hawaii.gov/health/environmental/compliance/sb_library/drycleanwastemin.pdf.
- Le Système de classification des industries de l'Amérique du Nord (SCIAN), 2017, version 2.0, Statistique Canada.
- *Lignes directrices pour la valorisation des sols contaminés*, MELCCFP, version 1-2023, 53 p.
- *Lignes directrices canadiennes pour la gestion des matières radioactives naturelles*, rédigées par le groupe de travail canadien sur les MRN du Comité de radioprotection fédéral-provincial-territorial, révisées en 2011. Santé Canada.
- MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT ET DES PARCS DU QUÉBEC, 2009, *Activités de nettoyage à sec et solvants chlorés*, Institut national de recherche scientifique, Centre Eau Terre et Environnement, 63 p.
- MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT ET DES PARCS DU QUÉBEC, 2012, *Directive 019 sur industrie minière*, 101 p.
- MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT ET DES PARCS DU QUÉBEC, 2009, *Bilan annuel (2007) de conformité environnementale secteur minier*, 115 p.

- MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT ET DES PARCS DU QUÉBEC, 2009, *Références techniques pour la première attestation d'assainissement – Secteur minier – Usines de traitement de minerais métalliques*, 82 p.
- MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT ET DES PARCS DU QUÉBEC, 2011, *Directive de l'industrie des gaz de shale* 154 p.
- MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT ET DES PARCS, 2011, *Lignes directrices pour encadrer les activités des presses mobiles*, 21p.
- MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT ET DES PARCS, Québec, 2005, *Références techniques relatives à la première attestation d'assainissement, secteur de l'aluminium*, 83 p.
- MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT ET DES PARCS, Québec, 2012, *Les fabriques de pâtes et papiers au Québec : précédés, rejets et réglementation*, 14 p.
- MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT ET DE LA LUTTE CONTRE LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES, 2017, *Radionucléides recommandés pour l'analyse de la radioactivité dans les matrices environnementales*, 31 p.
- US EPA OFFICE OF COMPLIANCE, 1995, *Profile of the Metal Casting Industry*, Notebooks Project, 159 p.
- US EPA OFFICE OF COMPLIANCE, 1995, *Profile of the Motor Vehicle Assembly Industry*, 144 p.
- US EPA, OFFICE OF COMPLIANCE, 1995, *Profile of the Motor Vehicle Assembly Industry*, Notebooks Project, 133 p.
- US EPA, OFFICE OF COMPLIANCE, 1997, *Profile of the Shipbuilding and Repair industry*, Notebooks Project, 125 p.
- US EPA OFFICE OF COMPLIANCE, 1997, *Profile of the Water Transportation Industry*, 95 p.

Annexe 2

Description de la documentation consultée lors de la phase I de l'étude de caractérisation

Cette annexe décrit, par ordre alphabétique, la documentation mentionnée précédemment dans les sections 3.2.1.1 (documentation obligatoire) et 3.2.1.2 (documentation recommandée).

Banque de données sur la qualité du milieu aquatique (BQMA) et Atlas interactif de la qualité des eaux de surface et des écosystèmes aquatiques

Les données de la Banque de données sur la qualité du milieu aquatique (BQMA) du Ministère sont présentées par l'intermédiaire de l'*Atlas interactif de la qualité des eaux de surface et des écosystèmes aquatiques*. La BQMA est une banque de données physicochimiques et biologiques des lacs et rivières du Québec, recueillies dans le cadre d'une quarantaine de projets depuis 1979. La qualité des eaux de surface devient une donnée intéressante dans le cas où les rivières sont en lien hydraulique avec les aquifères. L'interaction étant alors possible entre les eaux de surface et souterraines, il devient important de connaître la qualité des deux types d'eau.

Les principaux paramètres mesurés sont les métaux, le pH, la conductivité, la dureté, le phosphore total, l'azote total, les nitrites et nitrates, l'azote ammoniacal et les matières en suspension.

Ces données sont disponibles sur le site Web du Ministère par l'intermédiaire de l'[Atlas interactif de la qualité des eaux de surface et des écosystèmes aquatiques](#).

Cartes des inventaires des terres du Canada (Bibliothèque et Archives Canada)

L'Inventaire des terres du Canada (ITC) est un des inventaires nationaux les plus importants jamais entrepris. Les terres ont été classées selon leur potentiel physique d'utilisation en agriculture, en foresterie, en loisir et pour la faune, et selon leur utilisation actuelle. Les cartes de reconnaissance de l'ITC fournissent de l'information essentielle à la planification du développement des terres par les autorités municipales, provinciales et fédérales. Ces cartes représentent un complément d'information intéressant aux cartes de dépôts de surface et aux cartes de contraintes dressées par les MRC.

Cartes de vulnérabilité des eaux souterraines à la pollution

Les eaux souterraines de certaines MRC ont été évaluées pour en déterminer la vulnérabilité à l'aide de la méthode DRASTIC, de l'U.S. Environmental Protection Agency. Cette méthode tient compte de différents facteurs : la profondeur de la nappe, l'infiltration, le milieu aquifère, la pédologie, le relief, l'incidence sur la zone non saturée et la conductivité hydraulique.

Ces cartes peuvent servir à localiser des prises d'eau et des industries qui ont pu être des sources potentielles de contamination, en plus d'indiquer la vulnérabilité des eaux souterraines. Elles localisent également des industries qui sont des sources potentielles de contamination, les prises d'eau

municipales (certaines cartes indiquent également les prises d'eau privées et individuelles, si les prises d'eau sont des puits, des rivières ou des lacs) et indiquent la vulnérabilité des terrains de la MRC (faible, modérée ou élevée).

Des cartes sont disponibles auprès du Ministère par l'intermédiaire du [Programme d'acquisition de connaissances sur les eaux souterraines](#) (PACES). La majorité des régions du Québec sont couvertes par le PACES.

Cartes d'utilisation du territoire

Les cartes d'utilisation du territoire contiennent généralement l'ensemble des aménagements du territoire d'une région. Les cartes antérieures peuvent renseigner sur la vocation historique d'un terrain et des environs, présenter d'anciennes subdivisions de lot, etc.

Ces cartes peuvent être disponibles, entre autres, auprès du ministère des Affaires municipales et de l'Habitation ([Projet SIGAT](#)) et auprès de la municipalité concernée.

Cartes topographiques

Les cartes topographiques couvrant le Québec existent à l'échelle 1 : 250 000, 1 : 50 000 et 1 : 20 000. La carte à l'échelle 1 : 20 000 est la plus appropriée pour l'étude d'une zone en particulier. Cette carte, provenant des bases de données topographiques de Québec, permet de localiser le terrain, d'inventorier les cours d'eau présents dans la zone, de déterminer la vocation des terrains avoisinants, de localiser la présence de zones sensibles, de prendre note de la topographie de la zone à l'étude et d'estimer l'écoulement des eaux de surface. Les cartes topographiques sont des outils essentiels à la cartographie hydrogéologique. L'inspection des cartes topographiques et du réseau de drainage permet d'identifier de façon préliminaire les zones de recharge et d'émergence ainsi que de localiser les zones de résurgence de l'eau souterraine qui se manifestent, par exemple, par des sources et des étangs. Aussi, l'examen de la densité et la forme du réseau de drainage renseignent considérablement sur les conditions hydrogéologiques qui règnent dans une région. De plus, des cartes topographiques anciennes renseignent sur des changements topographiques (remblais, déblais) qui peuvent parfois être reliés à des activités d'enfouissement.

Les cartes topographiques peuvent être achetées ou consultées en format papier ou numérique auprès de différentes compagnies spécialisées ou auprès de certains ministères tels qu'Environnement et Ressources naturelles Canada et le ministère des Ressources naturelles et des Forêts du Québec.

Certificat de localisation du terrain

Le certificat de localisation est un document officiel préparé par un arpenteur-géomètre. Il est composé d'un rapport et d'un plan dans lequel l'opinion de l'arpenteur-géomètre est exprimée en ce qui a trait à la localisation et à la condition actuelle de la propriété, quant au titre, aux spécifications cadastrales, ainsi qu'aux lois et règlements qui l'affectent. Le plan indique les numéros des lots, les limites et les dimensions exactes du terrain, la localisation exacte des bâtiments et des infrastructures visibles et parfois souterraines. Ce document est une bonne source d'information, quel que soit l'usage du terrain (résidentiel, commercial, industriel).

Le propriétaire du terrain devrait pouvoir fournir ce document.

Document de localisation des prises d'eau potable

Ce type de document (carte, plan, etc.) présente la localisation des puits et prises d'eau potable privés et municipaux. Cette localisation permet la description des récepteurs potentiels.

Cette information est disponible auprès des municipalités.

Données climatiques et météorologiques

Des statistiques sur la direction et la vitesse des vents ainsi que sur les précipitations et la température peuvent être indispensables dans certains cas. Par exemple, les données antérieures sur la direction et la vitesse des vents peuvent être utiles pour localiser une contamination issue d'une source d'émissions atmosphériques (rejet d'une cheminée, émissions diffuses, etc.). De plus, les données sur les précipitations peuvent être pertinentes à consulter, puisque dans certains cas les précipitations influencent le réseau d'écoulement des eaux et, par le fait même, le transport des substances.

On peut consulter les données météorologiques auprès de divers ministères et organismes, dont le [Service Info-Climat](#) du Ministère ou les Données climatiques historiques d'Environnement et Ressources naturelles Canada.

Inventaire canadien de milieux humides (ICMH)

Cet inventaire est le fruit de la collaboration entre Environnement Canada, l'Agence spatiale canadienne et le Conseil nord-américain de conservation des milieux humides. Il permet notamment d'orienter les programmes de conservation ainsi que la gestion, la classification et la quantité des milieux humides présents sur un territoire.

Inventaire des sites contaminés fédéraux (ISCF)

Cet inventaire (ISCF) est une base de données sur les terrains contaminés fédéraux, notamment sur les terrains contaminés connus et présumés qui sont sous la responsabilité des ministères et organismes fédéraux ainsi que des sociétés d'État. Il comprend également des terrains contaminés non fédéraux pour lesquels le gouvernement fédéral a accepté une responsabilité en tout ou en partie.

Inventaire national de rejets de polluants (INRP)

Les données recueillies par l'Inventaire national des rejets de polluants (INRP) aident à suivre les schémas et les tendances de la pollution au Canada depuis 1993 à aujourd'hui. Ces données sont recueillies auprès d'installations industrielles sur différents polluants rejetés par ces industries dans l'air, l'eau et le sol. Une déclaration annuelle doit être produite par les installations qui répondent aux exigences de l'INRP.

Inventaire des espèces floristiques menacées ou vulnérables au Québec

Le document intitulé [Les plantes vasculaires en situation précaire au Québec](#) présente la liste des plantes vasculaires visées par la *Loi sur les espèces menacées ou vulnérables au Québec* selon plusieurs variables, comme la répartition géographique, l'habitat, le rang de priorité pour la conservation et statut légal, etc.

Description écologique

Lors de la consultation de cartes du territoire et de photographies aériennes, ainsi qu'au cours de la visite sur le terrain, une description écologique préliminaire des milieux doit être effectuée, s'il y a présence de milieux critiques ou sensibles (par exemple : marécage ou habitat prioritaire pour la faune), d'espèces en voie de disparition ou vulnérables sur le terrain, ou si la contamination présente ou suspectée sur le terrain est susceptible de les atteindre. Il faut porter une attention particulière à la présence de ressources importantes ou sensibles pour la diversité biologique dans le terrain et à ses limites. La Direction du patrimoine écologique et du développement durable du ministère de l'Environnement (MENV) présente un inventaire par territoire des milieux sensibles et des espèces en voie de disparition sous l'onglet « [Biodiversité – Cadre écologique de référence](#) » sur le site Internet du Ministère.

Repère de gestion des terrains contaminés (GTC)

Le Repère GTC est un outil cartographique simple qui permet de localiser sur une carte les terrains contaminés dont le dossier figure dans le Répertoire des terrains contaminés du Ministère. L'emplacement des terrains contaminés y est présenté selon le ou les milieux récepteurs affectés. Cet outil permet notamment d'obtenir les coordonnées géographiques du terrain contaminé, d'effectuer des recherches spatiales et descriptives (nom de lieu ou adresse) et enfin d'importer les données.

Liste des terrains contaminés de la municipalité

Selon l'article 31.68 de la LQE, « toute municipalité doit, sur la base des avis inscrits sur le registre foncier en vertu des articles 31.44, 31.47, 31.58 et 31.59, constituer et tenir à jour une liste des terrains contaminés situés sur son territoire ».

Cette liste est disponible sur le site Web de certaines municipalités ou par une demande d'accès par l'intermédiaire de la [Loi sur l'accès aux documents des organismes publics et sur la protection des renseignements personnels](#).

Liste des titulaires d'un permis d'utilisation d'équipements pétroliers à risque élevé

La Régie du bâtiment du Québec possède une [Liste des titulaires d'un permis d'utilisation d'équipements pétroliers à risque élevé](#). La mise à jour de cette liste s'effectue chaque semaine. Les données sont disponibles sous deux formats de fichiers, soit en format PDF ou Excel. La liste présente le nom du titulaire du permis, le numéro de dossier, l'adresse, les dates d'émission et d'expiration du permis, la date de la prochaine vérification, la capacité autorisée et le nombre de réservoirs autorisés.

Photographies aériennes

Les photographies aériennes sont utiles pour reconstituer l'histoire du terrain et suivre l'évolution chronologique des activités qui ont eu lieu sur le terrain et les terrains avoisinants (activités industrielles, remblais, déblais, enfouissement, etc.). Les photographies aériennes couvrent toutes les régions du Québec sur plusieurs années et elles sont présentées à des échelles variées (1 : 40 000, 1 : 20 000, 1 : 15 000, 1 : 10 000, etc.). Selon les endroits, les photographies aériennes sont en noir et blanc, en couleur, sous forme infrarouge et en infrarouge couleur ou ultraviolet (télédétection).

Les photographies aériennes peuvent être consultées ou achetées en format papier ou numérique dans les bibliothèques universitaires, auprès de différentes compagnies spécialisées ou de certains ministères (ministère des Ressources naturelles et des Forêts du Québec, Environnement et ressources naturelles Canada), sur le site Web de certaines municipalités, etc.

Plan d'assurance incendie

Initialement prévus pour évaluer les risques d'incendie, les plans d'assurance incendie montrent les bâtiments, leur usage et permettent souvent d'établir l'emplacement d'anciens réservoirs d'hydrocarbures ou autres liquides, de même que les zones à risque. Les plans d'assurance incendie sont une bonne source d'information concernant les anciennes constructions sur un terrain. La réalisation de ces plans a cessé en 1975.

On peut consulter ces plans d'assurance dans les bureaux municipaux, dans les bibliothèques nationales ou sur le site Web de la Bibliothèque et Archives nationales du gouvernement du Québec. La Cartothèque de la bibliothèque de l'Université Laval a fait l'acquisition d'une importante série de ces plans d'assurance incendie à très grande échelle pour plus de plusieurs localités du Québec.

Plan d'urbanisme

Le plan d'urbanisme est le document de planification qui établit les lignes directrices de l'organisation spatiale et physique d'une municipalité, tout en présentant une vision d'ensemble de l'aménagement de son territoire.

Ce document est disponible auprès de la municipalité.

Programmes de gestion de l'amiante et des matières dangereuses

La plupart des entreprises ont eu à produire un programme de gestion de l'amiante et un programme de gestion des matières dangereuses pour se conformer aux obligations de la CNESST pour la protection des travailleurs. Ces programmes permettent d'indiquer les endroits où de l'amiante est utilisé dans les bâtiments et les endroits où l'on retrouve des matières dangereuses. Cette information est intéressante surtout dans le cas où des bâtiments ou des équipements devaient être démantelés à la suite de la cessation d'activités industrielles ou de réfection de bâtiments.

Ces programmes de gestion sont disponibles auprès du propriétaire ou de l'exploitant de l'industrie.

Rapports d'études de caractérisation antérieure

Des rapports d'étude de caractérisation antérieure peuvent avoir été réalisés en partie ou en totalité pour le terrain à l'étude. Les résultats des études de caractérisation antérieures doivent être évalués avant d'être réutilisés de façon à ce qu'ils respectent les mêmes exigences de qualité qu'une étude actuelle.

Ces rapports d'étude peuvent être obtenus auprès des propriétaires actuels et antérieurs ou auprès d'organismes ou de ministères (MELCCFP, MRNF, etc.) par l'intermédiaire de la [Loi sur l'accès aux documents des organismes publics et sur la protection des renseignements personnels](#).

Rapports d'études de caractérisation de terrains avoisinants

Des terrains avoisinant le terrain à l'étude ont pu faire l'objet dans le passé d'études de caractérisation ou d'études géotechniques pour la construction d'infrastructures routières, par exemple. Ces études peuvent révéler des informations très pertinentes sur la géologie et l'hydrogéologie locales (présence de remblais hétérogènes, nature et épaisseur du sol, type et profondeur du roc, etc.) et même sur les types de substances potentiellement contaminantes présentes.

Cependant, il se peut que ces études ne soient pas disponibles pour consultation en raison de leur caractère privé ou confidentiel. Certains ministères et organismes peuvent fournir ces informations par l'intermédiaire de la [Loi sur l'accès aux documents des organismes publics et sur la protection des renseignements personnels](#).

Rapports d'études de caractérisation de terrains à vocation similaire

Des études de caractérisation de terrains ayant la même vocation et le même type d'activités ont probablement déjà été effectuées dans le passé. Ces données peuvent être très utiles dans la détermination de la nature de la contamination.

Ces rapports peuvent être obtenus, entre autres, auprès des firmes spécialisées en environnement ou auprès d'organismes et de ministères.

Rapports d'études géochimiques

Ces rapports regroupent les résultats des analyses chimiques effectuées sur des échantillons de sédiments (de ruisseaux ou de lacs), de sols et d'eaux souterraines. Les anomalies géochimiques sont indiquées sur une carte synthèse ainsi que sur des cartes par paramètre chimique dans les eaux et les sols. Ces travaux ont été faits surtout dans les régions où des anomalies chimiques d'origine naturelle dans les sols étaient soupçonnées, et principalement dans les régions minières, dans l'intention d'y découvrir de nouveaux gisements. Ce type de rapport peut être intéressant à consulter pour évaluer les teneurs de fond de la région dans le cas d'une contamination inorganique.

Ces rapports d'études géochimiques peuvent être consultés auprès de Ressources naturelles Canada.

Rapports d'études géologiques

Certains secteurs ont fait l'objet d'études géologiques ou géomorphologiques. Ces études sont effectuées par les gouvernements fédéral et provincial, par des compagnies minières ou de prospection. Des informations sur la nature et l'épaisseur des dépôts meubles, la profondeur et le type de roc, et certaines données hydrogéologiques y sont colligées.

On peut consulter la plupart de ces rapports au ministère des Ressources naturelles et des Forêts du Québec ainsi que sur le site Web par l'intermédiaire de l'outil cartographique [SIGEOM](#).

Le Centre virtuel d'information sur les sciences de la terre permet d'effectuer des recherches sur certains types de publications scientifiques en vente par certaines commissions géologiques provinciales et fédérales. Les requêtes peuvent également être effectuées à l'aide du quadrillage topographique national (SNRC) à l'échelle 1 : 250 000. À l'aide de ce site, il est possible d'obtenir une liste de publications incluant les données de till régional, de sédiments lacustres et de ruisseaux, de gîtes minéraux et les cartes de géologie de surface. Il est possible de commander les données par la librairie de la Commission géologique du Canada ou les librairies des commissions provinciales.

Rapports d'études géophysiques

Il se peut aussi que des levés géophysiques aient été réalisés dans le secteur à l'étude dans le contexte de travaux de prospection minière, d'études géotechniques ou environnementales. Les données qu'ils renferment varient selon la technique utilisée. Dans la majorité des cas, on peut y trouver la profondeur du roc et la présence de remblais, de réservoirs ou de débris métalliques enfouis. Un rapport géophysique est accompagné de cartes de localisation des anomalies.

Des rapports d'études géophysiques peuvent être consultés auprès du ministère des Ressources naturelles et des Forêts du Québec (MRNF). Il est possible d'avoir accès à des données géophysiques compilées dans le cadre de projets qui se sont déroulés entre 1968 et 1997. Les levés géophysiques couvrent principalement les régions du Nord-du-Québec. Toutefois, quelques levés ont été effectués dans les régions du sud du Québec, tels que la Beauce, Memphrémagog et les Basses-Laurentides au nord de Montréal. La région de la Gaspésie n'est pas incluse dans cette banque de données. Il est possible de rechercher les données géophysiques à partir du système d'information géominière à référence spatiale unique en son genre, le [SIGEOM](#), accessible sur le site Web du MRNF.

Ressources naturelles Canada met à la disposition gratuitement sur son site Web l'[Entrepôt de données géophysiques](#).

Rapports d'études géotechniques

Un rapport d'étude géotechnique rassemble des données sur les propriétés physiques et mécaniques des sols. Ces rapports d'études peuvent présenter en détail les propriétés mécaniques des sols, particulièrement en présence d'argile, ainsi que des données sur l'hydrogéologie. Ils sont généralement accompagnés d'une carte des dépôts meubles et d'une carte de la géologie du socle rocheux. La carte des dépôts meubles présente la nature, l'étendue et l'épaisseur des dépôts, ainsi que l'emplacement de gravières et de sablières. La carte de la géologie, quant à elle, précise la nature, la topographie et les propriétés mécaniques de la roche en place.

Ces rapports d'études peuvent être obtenus auprès de la Municipalité, du propriétaire de terrain ou auprès de certains ministères, dont le ministère des Ressources naturelles et des Forêts du Québec qui a produit des rapports de levés géotechniques de différentes régions du Québec.

Rapports d'études hydrogéologiques

Certaines municipalités ou villes ont pu faire réaliser une étude hydrogéologique lors de l'établissement de leurs lieux d'enfouissement, de leurs puits d'approvisionnement ou de leurs lieux de traitement des eaux usées. Les résultats de l'étude, lorsqu'ils sont disponibles, peuvent fournir des informations telles que la nature et la perméabilité des dépôts meubles et du roc, la profondeur de la nappe d'eau souterraine, la présence d'aquifères et leurs caractéristiques hydrauliques, ainsi que la qualité, la direction et la vitesse d'écoulement des eaux souterraines.

Les comités de bassin versant de certaines régions peuvent aussi présenter des informations concernant les eaux souterraines ainsi que des cartes de vulnérabilité des nappes. Par exemple, il est possible de commander l'atlas des eaux souterraines à partir du site Web du [Comité de bassin de la rivière Chaudière](#).

Le Ministère possède également un [Programme d'acquisition de connaissances sur les eaux souterraines](#) (PACES). Les données des études du PACES consistent en des données ponctuelles compilées ou acquises lors des études et décrivant les sources, les puits et les forages, les mesures des niveaux d'eau souterraine, les analyses géochimiques de l'eau et les essais hydrauliques. Les données cartographiques des études du PACES, montrent notamment la vulnérabilité des eaux souterraines, la localisation des zones de recharge et la piézométrie régionale. La majorité des régions du Québec sont couvertes par le PACES. Ces données sont disponibles dans l'Atlas géomatique rendu accessible au grand public par l'intermédiaire du navigateur cartographique du Ministère.

La Commission géologique du Canada publie des cartes géologiques du socle rocheux qui renseignent sur le type d'aquifères rocheux sous-jacents aux aquifères granulaires. Cette information aide à mieux évaluer le rôle que jouent ces roches dans l'écoulement régional (limite imperméable ou non). De plus, les cartes géologiques du socle présentent les principaux traits structuraux qui caractérisent une région (failles et plis) ainsi que la présence de cavités dans les roches calcaires qui peuvent grandement influencer l'écoulement. Ces cartes sont disponibles par l'intermédiaire du moteur de recherche [GEOSCAN](#). La Commission géologique du Canada publie également sur son site Web une base de données qui regroupe plus de 60 000 publications scientifiques et techniques. Dans ces documents, on trouve des cartes des formations superficielles. Elles renseignent sur le type et la géométrie en surface des formations aquifères ainsi que sur le genre de limites hydrauliques qui les séparent d'autres unités géologiques. Ces cartes sont aussi nécessaires pour l'évaluation de la vulnérabilité des nappes à la contamination. Les recherches peuvent se faire par zones SNRC par l'intermédiaire du moteur de recherche [GEOSCAN](#).

Le [Réseau d'information sur les eaux souterraines](#) (RIES) donne accès à de l'information normalisée sur les eaux souterraines du Canada et relie des bases de données sur les puits d'eau de la plupart des provinces du Canada (Québec, Ontario, Manitoba, Alberta, Colombie-Britannique, Nouvelle-Écosse). L'information est superposée à une carte du Canada. L'utilisateur peut consulter pour chaque puits et télécharger l'information. Le [Réseau d'information sur les eaux souterraines](#) est disponible sur leur site Web.

Rapports d'études pédologiques

Les études pédologiques servent à une utilisation rationnelle des terres puisqu'elles contiennent des informations sur la qualité des sols, leur capacité de production, leur aptitude à transformer et à retenir les engrais et amendements, et sur la pertinence de les drainer. Dans les phases I

et II d'une étude de caractérisation, ces informations permettent d'obtenir de l'information sur le milieu récepteur et sur le potentiel de migration d'une contamination éventuelle.

Le ministère Agriculture et Agroalimentaire Canada a réalisé, de 1943 à 2005, des rapports d'études pédologiques couvrant tout le territoire agricole du Québec, sauf les comtés de Matane et de Matapédia. Ces études comprennent un rapport explicatif et une ou plusieurs cartes montrant la répartition des sols dans le territoire, leur importance relative et leur superficie. Le rapport donne une description détaillée des séries de sols présentes dans le comté, une estimation de la valeur agronomique et une description du milieu naturel. Les cartes originales des différentes études ont été numérisées à une échelle unique (1 : 20 000), sur de nouveaux fonds de carte. Le document [Études pédologiques pour le Québec](#) en version originale et publié par comté (rapports et cartes) peut être obtenu sans frais sur le Web du Ministère.

Rapports d'inspection

Les rapports d'inspection à la suite d'une visite ou à la suite d'une plainte peuvent renseigner sur des événements ou des activités pouvant porter atteinte à l'environnement (mauvais entreposage, odeur, brulage de produits, etc.).

Ces rapports d'inspection peuvent être obtenus auprès de certaines municipalités ou certains ministères par une demande d'accès en vertu de la [Loi sur l'accès aux documents des organismes publics et sur la protection des renseignements personnels](#).

Registre des incidents

Le registre des incidents peut renseigner sur la présence d'anciens bâtiments ou renseigner sur la possibilité de retrouver des substances liées à certains types d'événements (incendie, explosion, déversement, etc.).

Certaines municipalités et certains propriétaires ou exploitants de l'industrie peuvent tenir un tel registre.

Registre des interventions d'Urgence-Environnement du Ministère

Une urgence environnementale est toute situation qui menace, altère ou est sur le point de détériorer la qualité de l'eau, de l'air, du sol ou de l'environnement dans lequel évolue l'être humain et qui nécessite une intervention immédiate. Le [Registre](#) du Ministère présente une déclaration sommaire d'événements traités par Urgence-Environnement. Tous les événements à caractère environnemental impliquant une intervention de terrain d'Urgence-Environnement, depuis le 1^{er} avril 2008, sont inscrits au Registre, à l'exception des déversements comportant uniquement des liquides nécessaires au fonctionnement d'un véhicule impliqué dans un accident routier.

Le [Registre des interventions d'Urgence-Environnement](#) est disponible sur le site Web du Ministère.

Registre foncier du Québec – Bureau de la publicité des droits

La recherche sur l'historique d'un terrain doit commencer par la reconstitution de la chaîne des titres de propriété (la liste des propriétaires antérieurs) pour un terrain donné. Les titres de propriété sont disponibles au [Registre foncier du Québec](#) du Bureau de la publicité des droits. De plus, à partir de mars 2003, des avis de contamination, de décontamination et de restriction d'utilisation peuvent avoir été inscrits au Registre en respect de

certaines articles de la LQE. Le Registre foncier permet également de consulter les données cadastrales du Québec par l'intermédiaire du système de consultation [Infolot](#).

Registres publics en vertu de la LQE du Ministère

Les [Registres publics](#) communiquent de l'information sur les projets, activités et suivis effectués en vertu de la LQE. Ils regroupent notamment les autorisations environnementales, les avis de projets, les études d'impact sur l'environnement (Québec méridional), les dossiers de réhabilitation des terrains, le programme d'assainissement, les documents de gestion des matières résiduelles dangereuses, les avis préalables à l'émission d'une ordonnance, les ordonnances rendues en vertu de la LQE, les déclarations de culpabilités et les sanctions administratives pécuniaires (SAP).

Les [Registres publics](#) peuvent être consultés sur le site Web du Ministère.

Règlement de zonage et grille de spécification (usage)

Le *Règlement de zonage* détermine la vocation afin d'y contrôler l'usage des terrains et des bâtiments ainsi que l'implantation, la forme et l'apparence des constructions. Le *Règlement de zonage* est accompagné, notamment, d'un plan de zonage et d'une grille de spécification (usage).

Répertoire des dépôts de sols et de résidus industriels

Le Répertoire des dépôts de sols et de résidus industriels permet au Ministère de compiler des informations générales et techniques portant sur des lieux dédiés aux dépôts de sols et de résidus industriels tels que :

- des dépotoirs de résidus industriels (dépotoirs qui remplissent une dépression naturelle, lagune aménagée avec des digues ou creusée dans le sol);
- d'anciens dépotoirs municipaux (uniquement ceux qui comportent un volet industriel significatif à l'intérieur de la problématique de déchets solides);
- des dépôts de résidus de pâtes et papiers (uniquement ceux qui ont reçu des résidus industriels différents des résidus de pâtes et papiers comme ils sont définis dans le [Règlement sur les fabriques de pâtes et papiers](#));
- des aires d'accumulation de résidus miniers;
- des lieux d'enfouissement ou de cellules de confinement de résidus et de sols contaminés.

Le [Répertoire des dépôts de sols et de résidus industriels](#) est disponible sur le site Web du Ministère.

Répertoire des terrains contaminés

Le [Répertoire des terrains contaminés](#) est conçu pour fournir certaines informations générales et techniques portant sur les dossiers de terrains contaminés par des activités industrielles et commerciales, ou par des déversements accidentels. Ces données proviennent du système de gestion des terrains contaminés (GTC). Il ne s'agit pas d'un inventaire exhaustif, mais d'une compilation des cas portés à l'attention du Ministère. De façon

générale, les terrains répertoriés doivent avoir démontré, lors de leur caractérisation, une contamination des sols supérieure au critère B du [Guide d'intervention](#) ou une contamination des eaux souterraines supérieure au critère d'usage.

Le [Répertoire des terrains contaminés](#) est disponible sur le site Web du Ministère. La gestion des dossiers de terrains contaminés et la saisie des informations diffusées dans ce répertoire sont sous la responsabilité des directions régionales du Ministère. Toute demande d'information doit être adressée directement à la direction régionale concernée.

Répertoires ou archives de l'entreprise présente sur le terrain

Plusieurs documents que possède une entreprise peuvent être très utiles pour déterminer les zones à risque et la nature d'éventuels contaminants. Mentionnons, entre autres, la description des procédés et des équipements connexes, la liste des différentes matières utilisées, la localisation des zones d'entreposage des matières premières, des produits intermédiaires et finaux, les types de matières résiduelles produites ou éliminées, le registre des déversements, les fuites ou explosions, les relevés de la qualité de l'air, les permis et certificats d'autorisation, les zones de remblayage ou les dépôts de matières résiduelles, les plans des infrastructures actuelles et antérieures (bâtiments et infrastructures souterraines), le plan d'urgence, les fiches signalétiques de sécurité des matières premières, etc.

Réseau de suivi des eaux souterraines du Québec

Le Réseau de suivi des eaux souterraines du Québec compte plus de 250 stations de mesure (puits d'observation, piézomètres), réparties dans toutes les régions du Québec. Certaines sont actives depuis 1969, bien que l'essentiel ait été aménagé dans le cadre du Plan d'action 2006-2012 sur les changements climatiques. Chaque pointeur sur la carte détermine la localisation d'une station de mesure. Pour avoir accès à l'information sur une station d'intérêt, il suffit de cliquer sur le pointeur. Une infobulle s'ouvre alors et donne accès au graphique de l'évolution du niveau d'eau, au tableau des données de qualité chimique et au schéma d'aménagement du puits. Il est aussi possible de transférer, au besoin, les fichiers contenant les données sources ayant servi à construire le graphique.

Toutes les informations obtenues par le [Réseau de suivi des eaux souterraines du Québec](#) sont disponibles sur le site Web du Ministère.

Schéma d'aménagement et de développement

Le schéma d'aménagement et de développement est le document de planification qui établit les lignes directrices de l'organisation physique du territoire d'une municipalité régionale de comté (MRC) ou d'une agglomération (CMQ et CMM). Ce document peut présenter les limites d'un terrain à l'étude, la vocation des terrains avoisinants ainsi que le zonage qui lui est associé.

Ce document est disponible, selon le cas, auprès de la MRC à laquelle appartient la municipalité, de la Communauté métropolitaine de Québec (CMQ) et de la Communauté métropolitaine de Montréal (CMM).

Système d'information hydrogéologique (SIH)

Cette banque de données présente la description des forages réalisés sur le territoire québécois depuis l'entrée en vigueur du *Règlement sur les eaux souterraines* en 1967. On y retrouve par exemple la date du forage, le diamètre du forage, les niveaux d'eau statiques et dynamiques, le débit

et la profondeur du puits, une description géologique des matériaux recoupés à partir de la surface et leur épaisseur respective, etc. Il est important de préciser que les coordonnées d'origine ont été obtenues à l'aide de la carte 1 : 50 000. Ainsi, la précision de la localisation ne peut, au mieux, être inférieure à plus ou moins 50 m. Ces informations sont utiles pour obtenir une approximation des caractéristiques hydrogéologiques du terrain à l'étude. Cependant, les descriptions géologiques devraient être utilisées avec réserve puisqu'elles n'ont pas toujours été faites par des géologues.

L'annuaire des puits et forages, publié en 1984 par la Direction des ressources hydriques du ministère de l'Environnement du Québec, n'existe plus dans sa forme originale. Les informations hydrogéologiques peuvent maintenant être consultées sur le [Système d'information hydrogéologique \(SIH\)](#) disponible sur le site Web du Ministère.

Annexe 3

Liste des vérifications à effectuer lors d'une visite de terrain

Liste non exhaustive des éléments qui doivent être notés et vérifiés, s'ils sont présents, lors d'une visite de terrain.

Éléments de base

- La date, l'heure et le temps alloué à la visite;
- Les conditions météorologiques (température, pluie, neige, etc.);
- La liste des personnes présentes lors de la visite, leur fonction et depuis combien d'années elles connaissent le terrain;
- Les coordonnées géographiques du terrain :DEG.DEC.NAD83 (latitude, longitude);
- Les limites du terrain (est-ce que les limites sont visibles, présence d'une clôture, d'un cours d'eau, etc.);
- L'usage du terrain (industriel, commercial, etc.);
- L'usage des terrains avoisinants (industriel, commercial, urbain, rural, naturel, etc.);
- Le type de recouvrement de sol (gazon, végétation, enrobé bitumineux, gravier, pavé, terre, roc affleurant), son état et sa superficie approximative;
- L'état des végétaux sur le terrain (bonnes conditions, endommagés, etc.);
- L'état du réseau de drainage de surface;
- L'état des eaux de surface et des sédiments dans les cours d'eau et milieux humides présents sur le terrain ou en bordure de celui-ci;
- La présence de lacs, de cours d'eau et d'étangs (réseau hydrographique). Noter le niveau (période de recharge ou d'étiage) et le débit;
- La topographie (plane ou pente et sens de l'inclinaison);
- La présence de milieux critiques ou sensibles pour la biodiversité : milieux humides (tourbières, marais, marécages) et hydriques (lacs, cours d'eau), forêts matures, habitats, etc.;
- La présence d'aires protégées (parcs, réserves écologiques, habitats et refuges fauniques, etc.);
- La présence de faune (observation directe ou indirecte);
- La présence d'utilisateurs sensibles (enfants, personnes âgées, etc.);

- La présence d'éléments susceptibles de constituer des limites aux observations ou aux travaux (inaccessibilité à certaines parties du terrain ou du bâtiment, couverture de neige sur le sol, dalles de béton, etc.).

Bâtiments et structures

- Le nombre de bâtiments et leur localisation;
- L'état des bâtiments et l'ampleur de la contamination visible (poussière, suie, peinture au plomb, ou contenant des BPC, etc.) sur les murs, les planchers, les équipements, etc.;
- La présence potentielle de matériaux contenant de l'amiante (isolation en fibres d'amiante par exemple);
- La présence d'équipements galvanisés au zinc (clôtures, escaliers, revêtements de surface, etc.);
- La présence de fosse septique, de champ d'épuration ou d'un système d'égout;
- La localisation et l'état des drains de plancher;
- La présence d'un séparateur eau-huile et d'un élévateur hydraulique;
- L'état des fondations et des planchers (fissures, taches, etc.);
- La localisation des structures de béton (poutre de soutien, etc.). Estimer leur superficie et leur épaisseur et vérifier l'état du béton (présence de fissures, corrosion, etc.);
- Le réseau de drainage souterrain;
- Les voies de transport préférentielles de la contamination (conduites et câbles souterrains (téléphoniques et électriques), fossés, infrastructures souterraines, puits, etc.);
- La présence de lignes aériennes, présence de poteaux traités à la créosote ou autres produits;
- La présence de puits d'approvisionnement en eau (potable ou non), de bornes-fontaines, de puits d'observation ou de piézomètres (fonctionnels ou abandonnés);
- La localisation des conduites de rejet des eaux de production ou des eaux usées;
- La présence de trous d'homme, de tunnels, etc.;
- La présence de cheminées;
- La présence de quai de déchargement;
- La présence de voies ferrées actuelles et anciennes;
- Le type de système de chauffage et de réfrigération, et la source d'énergie utilisée;
- Le repérage des voies d'accès qui pourraient être utilisées pour la machinerie (foreuse, excavatrice, etc.) lors d'une éventuelle phase II.

Éléments à risque

- La présence de piles de sols ou de zones de remblai, de déblai et de remaniement des sols;
- L'existence de déversements, de fuites ou d'explosion, et des traces visibles sur le terrain;
- La localisation de taches d'hydrocarbures ou autres produits sur le sol;
- La localisation des zones susceptibles de produire des biogaz : remblais contenant des matières organiques (résidus de bois, marais, etc.);
- La présence de barils, de matières premières, de matières résiduelles et d'équipements divers. Le cas échéant, les décrire et en estimer les quantités;
- La localisation des zones d'entreposage et de transbordement, ou les lieux d'élimination actuels et antérieurs;
- La localisation de réservoirs hors terre et souterrains en précisant leurs capacités, les dimensions, l'âge des réservoirs et leur état, incluant la présence de tuyaux de remplissage et d'évents. Vérifier l'état des équipements de rétention, la nature du contenu, les voies d'accès, etc.;
- La présence de points de rejet des eaux usées dans le milieu;
- Les informations visibles sur les étiquettes apposées sur les barils, bidons, citernes, etc.;
- La présence de transformateurs ou d'équipements potentiellement contaminés aux BPC;
- La présence de tout autre élément à risque pour l'environnement, la santé et la sécurité
- La présence de toute autre matière dangereuse.

Terrains avoisinants

- La présence des bâtiments et leur usage (industriel, commercial, résidentiel, institutionnel, agricole);
- La présence de réservoirs souterrains;
- La présence de puits d'approvisionnement en eau potable, de puits d'observation, de fossés, etc.
- La présence de plans d'eau (réseau hydrographique avoisinant);
- La présence d'utilisateurs sensibles (enfants, personnes âgées, etc.).

Annexe 4

Contenu du rapport de la phase I d'une étude de caractérisation

La compilation des informations recueillies lors de la phase I est présentée sous forme d'un rapport. Ce dernier doit être présenté en respectant les chapitres ci-dessous et y inclure, sans s'y restreindre, les éléments suivants :

Résumé de l'étude

Afin d'offrir un aperçu rapide, clair et concis de la situation environnementale d'un terrain, tous les rapports de phase I doivent présenter une section « résumé » qui inclut notamment les enjeux et les éléments majeurs, les détails pertinents de l'étude, le modèle conceptuel avec ses trois composantes. Par ailleurs, ce résumé de l'étude devra être accompagné d'un plan de localisation permettant de visualiser le projet dans sa globalité (limites du terrain, infrastructures, activités, zones à risque, bâtiment, réseau de drainage, cours d'eau, etc.). Pour plus de détails, se référer au tableau de contrôle de l'étude de phase I présenté sur le site du Ministère, section « terrains contaminés – professionnels habilités ».

Chapitre 1 : Introduction

Description de la problématique, du mandat et des objectifs. Détermination de l'assujettissement du terrain à la section IV du chapitre IV du titre I de la LQE.

Chapitre 2 : Description du terrain et de la propriété

Le tableau ci-dessous est un modèle qui doit être utilisé pour présenter les informations demandées.

Adresse du terrain	
Coordonnées géographiques du terrain DEG.DEC.NAD83 (latitude, longitude)	
Numéros de lots et nom du cadastre du Québec (indiquer les numéros rénovés du Cadastre du Québec ou les anciens numéros de lots)	
Nom du propriétaire du terrain	
Nom du locataire du terrain	
Nom de l'entreprise	
Usage actuel	
Usage futur, le cas échéant	
Zonage municipal	
Superficie (m²) du terrain	
Description du terrain	
Date de construction du ou des bâtiments	
Date de modification(s) au(x) bâtiment(s)	
<ul style="list-style-type: none">• Agrandissement• Démolition	
Mode de chauffage actuel et antérieur (préciser les périodes d'utilisation depuis la construction)	
Approvisionnement en eau potable (puits, aqueduc, etc.)	
Gestion des eaux usées (traitement autonome, égout sanitaire, unitaire, pluvial, etc.)	

Chapitre 3 : Géologie et hydrogéologie

Les informations suivantes doivent être fournies pour le terrain à l'étude ainsi qu'aux niveaux local et régional :

- Caractéristiques topographiques, hydrologiques, géologiques, hydrogéologiques;
- Réseau hydrographique (localisation des cours d'eau dans un rayon d'un kilomètre : distance et direction par rapport au terrain à l'étude);
- Stratigraphie des sols;
- Profondeur et nature du roc;
- Type et profondeur moyenne des nappes des eaux souterraines et leur usage actuel;
- Vulnérabilité régionale des nappes à la contamination;
- Direction de l'écoulement régional des eaux de surface et des eaux souterraines, ainsi que l'écoulement local s'il est connu;
- Interaction entre les eaux souterraines et les eaux de surface (lien hydraulique);
- Résurgence de l'eau souterraine en eau de surface et évaluation de l'infiltration dans les égouts ou dans le granulaire autour des égouts.

Chapitre 4 : Description écologique

- Habitat sensible;
- Aire protégée sur le terrain et sur les propriétés avoisinantes;

Chapitre 5 : Recherche documentaire (historique)

La liste des documents consultés et la description des informations pertinentes doivent être présentées. Les documents obligatoires dans le cadre de la phase I sont listés à la section 3.2.1.1 tandis que les documents recommandés sont énumérés à la section 3.2.1.2.

Les éléments ci-dessous doivent être présentés sous forme de tableau.

Les informations provenant des photographies aériennes et des images satellites doivent être présentées sous forme d'un tableau. Voici un modèle de tableau synthèse :

Photo aérienne			Description des éléments observés sur le terrain	Description des éléments observés sur les propriétés avoisinantes			
Numéro	Année	Échelle		Nord*	Ouest	Sud	Est

* Si le nord géographique n'est pas utilisé, il y a lieu d'indiquer le nord du projet, soit le nom de la rue qui est considérée comme l'axe nord-sud ou est-ouest.

Les informations provenant des plans d'assurance incendie doivent être présentées sous forme d'un tableau. Voici un modèle de tableau synthèse :

N° du plan d'assurance incendie	Région ou ville couverte	Année	Échelle	Description des éléments observés pour le terrain et les propriétés avoisinantes

Liste chronologique des activités ayant eu lieu sur la propriété, de l'état naturel du terrain (absence d'activité anthropique) jusqu'à aujourd'hui (en lien entre autres avec la chaîne de titres, l'annuaire des rues, l'étude des photos aériennes, des plans de localisation, etc.). Ces informations doivent être présentées sous forme d'un tableau. Il peut être requis de présenter l'information par lot, par zone ou par période pour les cas complexes. Voici un modèle de tableau synthèse :

Nom du propriétaire	Activité	Période	Description des activités représentant un risque pour l'environnement
Compagnie XYZ	Activité actuelle	De XXXX à XXXX	
Compagnie ABC	Activité antérieure	De XXXX à XXXX	
Compagnie CDE	Vacant	De XXXX à XXXX	
M. X	État naturel	Avant XXXX	

Chapitre 6 : Études de caractérisation antérieures

Résumé des études de caractérisation antérieures et identification des zones contaminées connues, en précisant les matières qui constituent le terrain, les substances potentiellement contaminantes, les concentrations, l'année des études de caractérisation et des zones qui ont été réhabilitées, en précisant l'année des travaux, les superficies, les matières réhabilitées, les contaminants retirés et leurs références complètes.

Chapitre 7 : Visite du terrain

Description de toutes les observations faites lors de la visite du terrain (voir annexe 2) et de toutes les informations obtenues lors de cette visite.

Chapitre 8 : Entrevue

Liste des personnes interrogées et des informations obtenues lors de l'entrevue, le cas échéant.

Chapitre 9 : Interprétation et modèle conceptuel

La section 3.3.1.1 du présent guide précise certaines particularités liées à l'interprétation des données et de l'élaboration du modèle conceptuel.

Lors de l'interprétation des données, il est requis d'évaluer la fiabilité des informations compilées en fonction de la qualité et de la quantité.

Le modèle conceptuel doit intégrer toutes les informations locales et régionales afin d'identifier les problématiques environnementales présumées ou connues. Cette section doit permettre l'identification des substances et des matières qui constituent le terrain à étudier et localisation des zones à risque sur une ou des figures (annexe 2). La délimitation préliminaire des zones à risque doit être présentée. Le risque de migration de ces substances doit être abordé. Dans les cas complexes, plusieurs figures peuvent être requises pour présenter diverses zones ou diverses périodes.

L'identification des zones à risque doit être présentée sous forme de tableau. Voici un modèle de tableau synthèse :

Zone à risque			Matières et substances problématiques (mazout, peinture au plomb, etc.)
Nom	N° correspondant sur la figure de localisation	Type d'activité	

Il est également attendu à l'annexe 2 que l'identification des zones à risque soit représentée sous forme de figure. La figure doit représenter l'ensemble du site en plan. Une coupe du terrain peut par ailleurs être utile pour décrire le modèle conceptuel.

Chapitre 10 : Conclusion et recommandations

La conclusion et les recommandations doivent porter sur les éléments suivants :

- Conclusion sur l'atteinte des objectifs de la caractérisation;
- Conclusion qui précise s'il y a un risque de retrouver ou non une contamination sur le terrain à l'étude;
- Résumé des zones contaminées ou susceptibles d'être contaminées (zone à risque) qui devront être échantillonnées lors de la phase II, le cas échéant;
- Recommandations sur les suites à donner au dossier;
- Confirmation de l'assujettissement du terrain à la section IV du chapitre IV (titre I) de la LQE, le cas échéant;
- Nom, titre et signature de l'auteur de la phase I.

Annexes

Annexe 1 : Carte topographique

Une carte topographique à l'échelle 1 : 20 000 doit être présentée. Cette carte topographique doit illustrer la localisation ainsi que les limites du terrain. D'autres éléments comme le relief, l'altimétrie, le réseau hydrographique, les aménagements humains, la localisation de puits d'approvisionnement en eau, s'il est connu, peuvent apparaître. Pour des informations complémentaires, voir la description de la carte topographique présentée à l'annexe 2.

Annexe 2 : Figure(s) du terrain à l'étude

Plusieurs figures peuvent être requises pour présenter diverses zones ou périodes. Les éléments suivants doivent apparaître sur la ou les figures :

- Légende, échelle graphique, orientation (points cardinaux, nord géographique);
- Les limites de la propriété à l'étude;
- La localisation des bâtiments, des routes, des voies ferrées, des fossés, des cours d'eau, des puits d'eau potable;
- Les activités et usages sur les terrains adjacents;
- Les zones connues du terrain contenant des remblais de sols, des matières résiduelles (copeaux de bois, scories, mâchefer, etc.) ou des résidus miniers, de lieux d'enfouissement, etc.;
- Les zones à risque (présumées ou connues);
- Les stations d'échantillonnage (puits, forages, tranchées, etc.) et, s'il y a lieu, des fosses d'excavation de travaux de caractérisation et réhabilitation antérieurs;

- Les anciennes infrastructures doivent également être présentées (en pointillé) sur la figure. S'il y a trop d'informations, il peut être requis de produire d'autres figures montrant la localisation des infrastructures à diverses périodes.

Annexe 3 : Photographies

Les photographies pertinentes du terrain (actuelles et anciennes, si disponibles) et photographies des terrains voisins doivent être présentées lorsque disponibles. Une brève description doit accompagner les photographies et leur orientation doit être indiquée (ex. : zone de déchargement située à l'arrière du bâtiment principal, vue vers l'ouest).

Annexe 4 : Photographies aériennes

Les photographies aériennes qui présentent des éléments pertinents à l'interprétation doivent être présentées.

Annexe 5 : Plans historiques

Les plans historiques de l'aménagement du terrain à différentes époques doivent être présentés lorsque disponibles.

Annexe 6 : Réponses aux différentes demandes d'accès à l'information

Les réponses reçues à la suite de demandes d'accès à l'information auprès des instances gouvernementales, municipales, etc. doivent être présentées. À noter que si les réponses de demandes d'accès sont reçues après l'émission du rapport et qu'elles modifient les conclusions de ce dernier, un addenda au rapport doit être fourni.

Annexe 7 : Études de caractérisation antérieures

L'intégralité des rapports d'études de caractérisation antérieures, donnés en référence dans la phase I, doit être fournie lorsque disponible. Toutefois, en cas de rapports trop volumineux, seules les sections pertinentes peuvent être transmises.

Annexe 8 : Autres documents pertinents

Afin de vérifier la conformité du contenu des études déposées, un tableau de contrôle est disponible pour la phase I (à joindre au rapport de caractérisation) sur le site Web du MELCCFP [\[En ligne\]](#).

Annexe 5

Investigation qualitative

Certaines techniques d'investigation qualitative peuvent couvrir des superficies à l'échelle régionale tandis que d'autres couvrent plutôt à l'échelle locale, voire de manière très ponctuelle. En fonction de la pénétration et de la résolution, la technique aura une capacité de couverture d'un lieu plus ou moins grande. Par exemple, une détection par infrarouge peut couvrir 10 000 000 m³ (10 km² × 100 m) et un analyseur portable à ionisation peut couvrir 0,001 m³ (0,1 m × 0,1 m × 0,1 m). Le tableau 8 présente une liste non exhaustive de ces techniques en ordre de capacité de couverture de masse d'un lieu. Pour chaque méthode, le type de matière pouvant être qualifiée y est également indiqué.

Le domaine de ces techniques étant très vaste et très spécialisé, il est préférable de communiquer avec les entreprises spécialisées pour établir l'utilisation de l'une ou l'autre de ces techniques. Il est également recommandé de consulter les fabricants avant d'utiliser ces techniques. Le tableau 9 présente la liste de ces techniques par ordre alphabétique accompagnées d'au moins une référence.

Tableau 8 : Techniques d'investigation qualitative par capacité de couverture

Couverture (m ³)	Technique ou équipement (propriété)	Matière ou autre								
		Eau souterraine ou autre liquide	Matière entourant une Infrastructure	Matière avec radiation	Matière résiduelle	Matière contenant du métal	Matière contenant du métal ferreux	Roc	Couches stratigraphiques	Substance organique
10 ⁹ à 10 ²	Détection par infrarouge (rayonnement thermique)	Oui	Oui						Oui	
10 ⁹ à 10 ²	Détection par ultraviolet (onde lumineuse)		Oui		Oui			Oui	Oui	
10 ⁸ à 10 ¹	Géoradar (permittivité diélectrique)	Oui	Oui		Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui
10 ⁷ à 10 ¹	Résistivité électrique (conductivité électrique)	Oui	Oui		Oui		Oui (non idéal)	Oui	Oui	Oui
10 ⁷ à 10 ¹	Résonance-TISAR (élasticité)	Oui	Oui					Oui	Oui	
10 ⁵ à 10 ⁰	Électromagnétisme (conductivité électrique)	Oui	Oui		Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui
10 ³ à 10 ¹	Sismique réfraction (élasticité)	Oui	Oui		Oui			Oui	Oui	
10 ³ à 10 ⁰	Magnétométrie (susceptibilité magnétique)		Oui				Oui			

Couverture (m ³)	Technique ou équipement (propriété)	Matière ou autre								
		Eau souterraine ou autre liquide	Matière entourant une Infrastructure	Matière avec radiation	Matière résiduelle	Matière contenant du métal	Matière contenant du métal ferreux	Roc	Couches stratigraphiques	Substance organique
10 ² à 10 ¹	Détecteur de métal (magnétisme)		Oui				Oui			
10 ² à 10 ¹	Gaz interstitiel passif (vapeur)									Oui
10 ² à 10 ⁰	Diagraphie (multiple)	Oui	Oui	Oui	Oui		Oui	Oui	Oui	
10 ² à 10 ⁰	Tomographie (multiple)	Oui	Oui					Oui	Oui	
10 ⁰	Compteur de rayonnement ionisant (radioactivité)			Oui						
10 ⁰	Levé au radon (radiation)			Oui						
10 ⁰	Sonde à balayage optique par laser (fluorescence)									Oui
10 ⁰	Sonde géotechnique (densité)	Oui							Oui	
10 ⁰	Sonde à interface membranaire (MIP – Membrane Interface Probe) (gaz ionisé)	Oui							Oui	Oui
10 ⁻²	Sonde à conductivité électrique (conductivité électrique)	Oui							Oui	
10 ⁻²	Sonde de profilage d'image optique (HPT – Hydraulic Profiling Tool) (perméabilité)	Oui								
10 ⁻²	Sonde de fluorescence induite par laser (LIF – Laser Induced Fluorescence) (fluorescence)	Oui							Oui	Oui
10 ⁻²	Trousse d'analyse colorimétrique/ turbidimétrique (couleur/turbidité)									Oui
10 ⁻²	Analyseur portable chromatographie en phase gazeuse avec spectrographie en masse (spectrométrie)					Oui				Oui

Couverture (m ³)	Technique ou équipement (propriété)	Matière ou autre								
		Eau souterraine ou autre liquide	Matière entourant une Infrastructure	Matière avec radiation	Matière résiduelle	Matière contenant du métal	Matière contenant du métal ferreux	Roc	Couches stratigraphiques	Substance organique
10 ⁻²	Détecteur à ionisation à flamme (FID) (gaz ionisé)									Oui
10 ⁻²	Détecteur à photo-ionisation (PID) (gaz ionisé)									Oui
10 ⁻²	Analyseur portable spectrométrie par absorption atomique (spectrométrie)					Oui				Oui
10 ⁻²	Spectroscopie Fluorescence X (fluorescence)					Oui				
10 ⁻²	Sonde multiparamètre (multiple)	Oui								

Tableau 9 : Techniques d'investigation qualitative et références

Technique	Référence
Analyseur portable chromatographie en phase gazeuse avec spectrographie de masse	voir les fabricants; Bruxelles Environnement, 2019
Analyseur portable pour hydrocarbures	voir les fabricants
Analyseur portable spectrométrie par absorption atomique	voir les fabricants
Compteur de rayonnement ionisant	voir les fabricants
Détecteur à ionisation à flamme (FID)	voir les fabricants; Bruxelles Environnement, 2019
Détecteur à photo-ionisation (PID)	voir les fabricants; Bruxelles Environnement, 2019
Détecteur de métal	voir les fabricants
Détection par infrarouge	MRN, 1998
Détection par ultraviolet	MRN, 1998
Diagraphie	CCME, 1994
Électromagnétisme	CCME, 1994; RE.CO.R.D., 2007; AGAP Qualité 2018

Technique	Référence
Gaz interstitiel passif	U.S. EPA, 2004
Géoradar	CCME, 1994; ASTM D6432-11; RE.CO.R.D., 2007; CLU-IN, 2018a
Trousse d'analyse colorimétrique / turbidimétrique	voir les fabricants; Bruxelles Environnement, 2019
Levé au radon	MDDELCC, 1998
Magnétométrie	CCME, 1994; CLU-IN, 2018b; RE.CO.R.D., 2007
Polarisation provoquée	CCME, 1994; RE.CO.R.D., 2007
Potentiel électrocinétique	Baker et Cull, 2004
Résistivité électrique	CCME, 1994; RE.CO.R.D., 2007;
Résonance-TISAR	CCME, 1994; AGAP Qualité, 2017; RE.CO.R.D., 2007
Sismique réfraction	CCME, 1994, AGAP Qualité, 2015; RE.CO.R.D., 2007
Sonde à balayage optique par laser	ITRC, 2000
Sonde à conductivité électrique	voir les fabricants
Sonde à interface membranaire (MIP – Membrane Interface Probe)	ITRC, 2000, U.S. EPA, 2004, CLU-IN, 2018c, ASTM D7353-07 ; Bruxelles Environnement, 2019
Sonde de fluorescence induite par laser (LIF – Laser Induced Fluorescence)	voir les fabricants
Sonde de profilage d'image optique (HPT – Hydraulic Profiling Tool)	voir les fabricants
Sonde géotechnique	ITRC, 2000
Sonde multiparamètre	voir les fabricants
Spectroscopie Fluorescence X	voir les fabricants; Bruxelles Environnement, 2019
Tomographie	U.S. EPA, 2004, Butler, 2005

Annexe 6

Généralité sur les patrons d'échantillonnage en plan

Il existe plusieurs approches pour la localisation des stations d'échantillonnage en plan. Les différentes approches peuvent être classées dans deux grandes catégories : l'échantillonnage aléatoire et l'échantillonnage non aléatoire.

L'échantillonnage aléatoire, basé sur des modèles probabilistes, peut se faire de façon systématique, groupée ou aléatoire simple. L'échantillonnage aléatoire permet de réaliser subséquemment un traitement statistique des résultats. Dans la catégorie non aléatoire, l'échantillonnage est fait de façon ciblée. Il est également fréquent d'utiliser plusieurs approches différentes sur un même terrain. Dans ces cas, on parle d'un patron d'échantillonnage combiné.

Certaines approches sont décrites ci-après et illustrées ci-dessous. Certaines approches, telles que l'approche en spirale, ne sont pas abordées dans la présente annexe. Il est possible de retrouver de l'information sur ces patrons d'échantillonnage dans la littérature.

Échantillonnage aléatoire

L'échantillonnage aléatoire permet l'utilisation du traitement statistique des données. Cela peut s'avérer avantageux dans le cas d'un grand terrain ou lorsque diverses sources de contamination sont suspectées et que des populations statistiques sont anticipées. On peut distinguer trois types d'échantillonnages aléatoires : systématique, simple et groupé.

A) Aléatoire systématique

L'échantillonnage aléatoire systématique s'effectue à partir d'une grille (carrée, polygonale ou triangulaire). Les points d'échantillonnage sont situés à intervalles réguliers dans une ou plusieurs directions. Les mailles de la grille sont identiques. Leur dimension est fonction de la précision désirée pour la caractérisation. Plus la dimension des mailles est petite, plus la précision est élevée. Les échantillons sont prélevés sur chacune des intersections de la grille ou au centre des mailles.

Plusieurs ouvrages de référence indiquent comment déterminer la dimension optimale d'un maillage (nombre d'échantillons) qui permet de maximiser la probabilité de trouver une cible à un degré défini de confiance ou de définir la probabilité de trouver la cible à partir d'un maillage défini (Zirschley, 1984).

Le point de départ et l'orientation du maillage peuvent être choisis au hasard. Toutefois, si un obstacle est présent (bâtiment, roche, arbre, etc.) au point présélectionné sur le terrain, il faudra en choisir un autre au hasard ou prélever l'échantillon le plus près possible de l'obstacle. De plus, dans le cas où la contamination serait susceptible de se trouver selon une orientation précise (ex. : panache de contamination), le maillage devrait être orienté de façon à ce que les lignes de prélèvement soient parallèles ou perpendiculaires à l'orientation de la contamination. Cette façon de faire facilite l'interprétation des résultats d'analyse en permettant, par exemple, de tracer les profils longitudinaux et transversaux de la contamination.

L'échantillonnage systématique permet une couverture uniforme du terrain et est facile à mettre en plan. Cependant, cette approche d'échantillonnage peut passer à côté de certaines hétérogénéités ponctuelles (zone de déversement non visible en surface). Un patron d'échantillonnage systématique est très approprié pour la caractérisation d'une contamination diffuse et est souvent utilisé pour délimiter l'étendue de la contamination.

L'échantillonnage par transect est une variante de l'échantillonnage systématique selon une grille. Cet échantillonnage peut être utilisé pour caractériser une contamination qui serait transportée selon un vecteur allant dans une direction, par exemple pour mesurer des contaminants atmosphériques transportés par le

vent à partir d'une cheminée, ou pour déterminer l'ampleur d'un panache d'eau souterraine contaminée par des hydrocarbures pétroliers provenant d'une fuite d'un réservoir souterrain, entraîné selon la direction d'écoulement de la nappe. Comme l'évolution de la concentration dans ces cas varie de manière prévisible, des transects comprenant des points d'échantillonnage espacés de manière appropriée en fonction du cas permettront de caractériser efficacement les tendances linéaires.

Le prélèvement des échantillons de manière systématique permettra, si le nombre de données est suffisant, de recueillir des données appropriées pour faire une interprétation à partir de méthodes statistiques.

B) Aléatoire simple

La localisation des prélèvements dans le cas d'un échantillonnage aléatoire simple doit se faire au hasard sur le terrain à l'étude. Cette approche est principalement applicable à des cas de contamination diffuse ou sert à compléter une autre approche d'échantillonnage.

Le principal désavantage de cette approche est qu'elle ne permet pas de fournir une densité d'échantillonnage uniforme sur le terrain à l'étude. De plus, la distribution des échantillons selon cette approche ne permet pas d'avoir une image globale de la contamination présente sur l'ensemble du terrain, surtout dans le cas d'une contamination hétérogène, à moins de prélever un très grand nombre d'échantillons.

C) Aléatoire groupé

La localisation des prélèvements dans le cas d'un échantillonnage aléatoire groupé doit se faire au hasard, mais pour une zone précise d'un terrain à l'étude. Le terrain peut être subdivisé en diverses zones, basées sur différents critères, tels que l'usage antérieur, le type de sol, le type de revêtement du terrain, etc. À l'intérieur d'une zone définie, il est possible d'appliquer un patron aléatoire simple ou aléatoire systématique.

Échantillonnage non aléatoire

L'échantillonnage ciblé fait appel au jugement. De façon générale, il consiste à prélever des échantillons à des endroits où la présence de contamination est soupçonnée.

La revue de l'information existante, l'historique, la visite du terrain lors d'une phase antérieure et certaines méthodes d'investigation indirecte permettent de cerner les zones à risque. Ces zones (lieux d'entreposage, lieux d'élimination, zones de déchargement et de production, points de rejet d'eaux usées, parcs de réservoirs, bassins de traitement, zones de déversement, bâtiments, etc.) sont considérées comme des cibles auxquelles un ordre de priorité doit être accordé lors de la campagne d'échantillonnage.

Cette approche d'échantillonnage permet généralement de faire ressortir les zones les plus contaminées sur un terrain donné et aussi d'identifier les contaminants majeurs qui devraient être analysés dans une seconde phase de caractérisation. Cette approche a l'avantage d'être moins coûteuse étant donné que le nombre d'échantillons est généralement plus faible que pour les autres approches, mais l'incertitude sur la distribution de la concentration des contaminants sur l'ensemble du terrain est plus élevée. Il est à noter que cette approche ne permet pas de faire le traitement statistique des données. La méthode d'échantillonnage stratifié décrite en détail dans la plus récente version du [Guide d'échantillonnage à des fins d'analyses environnementales – Cahier 1 : Généralités](#) peut s'appliquer aussi bien pour l'échantillonnage aléatoire que pour l'échantillonnage non aléatoire.

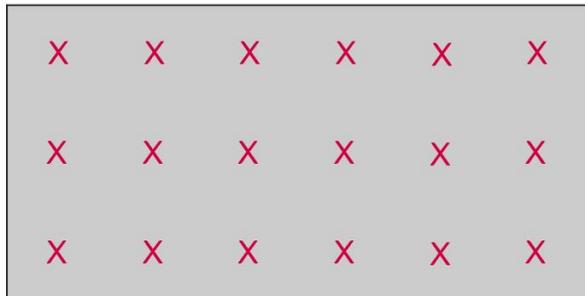
Échantillonnage combiné

Ce type d'échantillonnage correspond à la combinaison de plus d'une approche d'échantillonnage. Cette combinaison d'approches peut être nécessaire dans le cas d'un terrain où des secteurs bien définis ont été utilisés à différentes activités occasionnant une distribution variée des substances potentiellement contaminantes. Dans une situation semblable, un secteur du terrain où des zones contaminées sont

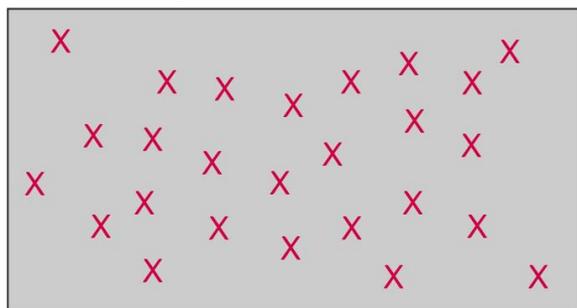
présumées peut être échantillonné de façon ciblée, alors qu'un autre secteur où une contamination n'est pas soupçonnée peut être échantillonné selon l'approche aléatoire systématique.

Schémas des approches d'échantillonnage

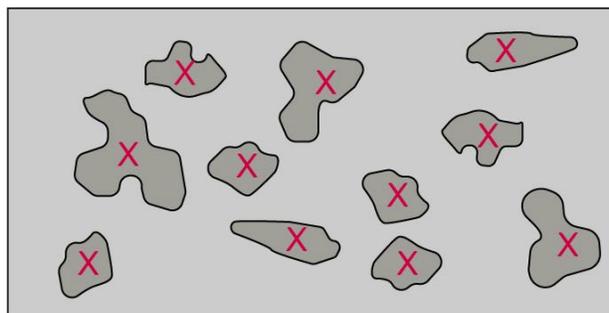
Systématique



Aléatoire simple



Ciblée



Annexe 7

Contenu du rapport des phases II et III d'une étude de caractérisation

La compilation des informations recueillies lors des travaux de caractérisation réalisés lors de la phase II ou de la phase III sont présentées sous forme d'un rapport. Les éléments présentés ci-dessous sont donc applicables à la phase II ainsi qu'à la phase III, sauf lorsque cela est précisé. Pour plus de détails, se référer au tableau de contrôle des rapports de caractérisation (phases II et III) présenté sur le site du Ministère, section « Terrains contaminés – professionnels habilités ».

Le rapport de phase II ou III doit être présenté en respectant les chapitres ci-dessous et y inclure, sans s'y restreindre, les éléments suivants :

Résumé de l'étude

Requis en vertu des articles 31.58 et 31.59 de la LQE : voir annexe 8.

Par ailleurs, pour tous les rapports qui sont soumis au MELCCFP pour analyse, un résumé plus détaillé de l'étude doit être présenté. Il est notamment accompagné d'un plan de localisation permettant de visualiser le projet dans sa globalité (infrastructures, zones à risque, location des sondages, etc.).

Chapitre 1 : Introduction

Description de la problématique, du mandat et des objectifs. Mention de l'assujettissement du terrain aux dispositions de la section IV du chapitre IV (titre I) de la LQE ou à tout autre article de la LQE, le cas échéant.

Chapitre 2 : Description du terrain et de la propriété

Le tableau ci-dessous est un modèle qui doit être utilisé pour présenter les informations demandées.

Adresse du terrain	
Coordonnées géographiques du terrain DEG.DEC.NAD83 (latitude, longitude)	
Numéros de lots et nom du cadastre du Québec (indiquer les numéros rénovés du Cadastre du Québec ou les anciens numéros de lots)	
Nom du propriétaire du terrain	
Nom du locataire du terrain	
Usage actuel	
Usage futur, le cas échéant	
Zonage municipal	
Superficie (m²) du terrain	
Description du terrain	
Date de construction du ou des bâtiments	
Date de modification(s) au(x) bâtiment(s) :	
• Agrandissement	
• Démolition	
Mode de chauffage actuel et antérieur (préciser les périodes d'utilisation)	
Approvisionnement en eau potable (puits, aqueduc, etc.)	
Système de traitement des eaux usées (champ d'épuration, égout sanitaire, unitaire, pluvial, etc.)	

Chapitre 3 : Géologie et hydrogéologie

Les informations suivantes doivent être fournies pour le terrain à l'étude ainsi qu'aux niveaux local et régional :

- Caractéristiques topographiques, hydrologiques, géologiques, hydrogéologiques;
- Réseau hydrographique : la localisation des cours d'eau les plus proches ainsi que l'identification de la distance et la direction des cours d'eau retenus par rapport au terrain à l'étude, la limite du littoral, etc.;
- Stratigraphie des sols;
- Profondeur et nature du roc;
- Type et profondeur moyenne des nappes des eaux souterraines et leur usage actuel;

- Vulnérabilité régionale des nappes à la contamination;
- Direction de l'écoulement régional des eaux de surface et des eaux souterraines, ainsi que l'écoulement local s'il est connu;
- Interaction entre les eaux souterraines et les eaux de surface (lien hydraulique);
- Résurgence de l'eau souterraine en eau de surface et évaluation de l'infiltration dans les égouts ou dans le granulaire autour des égouts.

Chapitre 4 – Pour la phase II : sommaire de la phase I et résumé du modèle conceptuel

Sommaire de la phase I de l'étude de caractérisation et résumé du modèle conceptuel de la phase I, incluant un tableau résumé des zones à risque. Le nom du professionnel qui réalise la phase I, de celui de son employeur le cas échéant, ainsi que son titre doivent être clairement indiqués.

Voici un modèle de tableau synthèse des zones à risque :

Zone à risque		Type d'activité	Substances problématiques (mazout, peinture au plomb, etc.)
Nom	N° correspondant sur la figure de localisation		

Chapitre 4 – Pour la phase III : sommaire de la phase I, des travaux de la phase II et du résumé du modèle conceptuel

Sommaire de la phase I de l'étude de caractérisation, incluant un tableau résumé des zones à risque. Le nom du professionnel qui réalise la phase I, sa compagnie ainsi que son titre doivent être clairement indiqués.

Voici un modèle de tableau synthèse des zones à risque :

Zone à risque		Type d'activité	Substances problématiques (mazout, peinture au plomb, etc.)
Nom	N° correspondant sur la figure de localisation		

- Description des travaux réalisés lors de la phase II de l'étude de caractérisation :
 - Date des travaux de terrain
 - Nature des travaux de terrain :
 - Type de sondage réalisé
 - Nombre de sondages
 - Matières qui constituent le terrain caractérisé

- Résultats d'analyse :
 - Indication des dépassements des critères, valeurs limites réglementaires ou normes applicables
 - Interprétation des résultats
- Conclusion des travaux de la phase II
- Résumé du modèle conceptuel basé sur les phases I et II de l'étude de caractérisation.

Chapitre 5 : Description des travaux de terrain

La description des travaux de terrain devant inclure les généralités ci-dessous ainsi que les particularités liées aux matières caractérisées est présentée ci-après.

- **Généralités pour toutes les matières qui constituent le terrain**
 - Identification des membres de l'équipe ayant participé aux travaux de terrain et des principaux sous-traitants;
 - Description des techniques utilisées pour déterminer la présence d'infrastructures souterraines (réservoir souterrain, conduit, égout, drain, fondation, remblais, etc.);
 - Justification et description du choix de la stratégie d'échantillonnage (patron en plan et en coupe), du type d'échantillon (ponctuel ou composé) et de la méthode d'échantillonnage retenue (tranchée, forage, type de purge). Confirmation que le maillage appliqué respecte celui qui est recommandé. En plus des éléments de justification, les données doivent être présentées à l'aide du tableau suivant :

Identification de la zone à risque	Superficie de la zone à risque (m ²)	N° du sondage	Type d'échantillon (ponctuel ou composé)	N° de l'échantillon analysé et sa profondeur	Paramètre(s) analysé(s)

- Localisation en plan des stations d'échantillonnage;
- Description de la méthode d'échantillonnage et du matériel, des outils ou de la machinerie utilisée;
- Description des échantillons (couleur, odeur, granulométrie, turbidité, etc.);
- Description des essais réalisés;
- Description de la méthode d'investigation qualitative réalisée;
- Justification du choix des paramètres d'analyse;
- Justification du choix des échantillons sélectionnés pour l'analyse;
- Justification du nombre d'échantillons analysés;
- Description du programme d'assurance et de contrôle de qualité sur le terrain :
 - Description de la procédure de nettoyage des instruments d'échantillonnage;
 - Description et justification des méthodes analytiques utilisées;

- Description des contenants utilisés;
 - Transport et conservation des échantillons;
 - Méthode de prélèvement de duplicatas;
 - Justification du choix de l'échantillon dupliqué;
 - Justification du nombre de duplicatas analysés;
 - Description des blancs de terrain ou de transport, le cas échéant;
 - o Identification du laboratoire accrédité;
 - o Présentation sommaire du contrôle de qualité effectué par le laboratoire;
 - o Identification des limites de détection et de quantification;
 - o Description des travaux d'arpentage (incluant la localisation du point de référence) ou de localisation à l'aide d'un GPS;
 - o Préciser si les travaux de terrain ont permis de couvrir toutes les zones à risque identifiées lors de la phase I;
 - o Le cas échéant :
 - Justifier la non-réalisation des travaux initialement prévus;
 - Identifier les problèmes ou les imprévus rencontrés lors de l'exécution des travaux de terrain.
- **Particularités pour les sols**

Tous les éléments mentionnés dans les « Généralités pour toutes les matières qui constituent le terrain » doivent être présentés dans le rapport ainsi que les éléments ci-dessous, spécifiques à la caractérisation des sols.

 - o Description de la stratigraphie basée sur les observations de terrain (journaux de sondages);
 - o Description des matières résiduelles mélangées aux sols;
 - o Le cas échéant :
 - Description de la procédure d'échantillonnage;
 - Description de la procédure de mesure des COV avec un détecteur de COV (type d'appareil, calibration, température lors des mesures, description de la méthodologie pour la prise des mesures) (annexe 7);
 - Description des investigations sous les bâtiments (évaluation de la pertinence, méthode utilisée);
 - Réalisation des essais de potentiel de génération d'acide lorsque les sols sont contaminés en soufre au-delà du critère C.
 - **Particularités pour les eaux souterraines**

Tous les éléments mentionnés dans les « Généralités pour toutes les matières qui constituent le terrain » doivent être présentés dans le rapport ainsi que les éléments ci-dessous, spécifiques à la caractérisation des eaux souterraines.

 - o Description de la conception des puits d'observation (simple, à niveau multiple ou nid de puits, diamètre et profondeur du tubage et de la crépine, profondeur totale, etc.);
 - Description des travaux de nivellement des puits d'observation. Le tableau ci-dessous doit être utilisé pour présenter les données du relevé piézométrique.

N° de puits d'observation	Coordonnées				Profondeur de la crépine p/r au sol		Unité hydrostratigraphique crépinée	Observation organoleptique (couleur, odeur, turbidité, etc.)	Profondeur p/r à la surface du sol		Profondeur p/r au sommet du PVC		Élévation		
	X	Y	Z		Haut (m)	Fond (m)			Produit (m)	Eau (m)	Produit (m)	Eau (m)	Produit (m)	Eau (m)	Eau corrigée (m)
			Surface du sol	Sommet du PVC											

- Description de la procédure pour la mesure du niveau d'eau (type d'appareil, méthodologie, etc.);
- Description de la vérification de la présence de phase flottante : liquide immiscible léger (LIL) ou lourd (LID);
- Le cas échéant :
 - Description de la mesure de l'épaisseur apparente de phase flottante (liquide immiscible léger ou lourd);
 - Description des essais hydrogéologiques de terrain (essais de perméabilité, essais de pompage).
- **Particularités pour les eaux de surface**

Tous les éléments mentionnés dans les « Généralités pour toutes les matières qui constituent le terrain » doivent être présentés dans le rapport ainsi que l'élément ci-dessous, spécifique à la caractérisation des eaux de surface.

 - Localisation des limites du cours d'eau sur un plan.
- **Particularités pour les sédiments**

Tous les éléments mentionnés dans les « Généralités pour toutes les matières qui constituent le terrain » doivent être présentés dans le rapport ainsi que les éléments ci-dessous, spécifiques à la caractérisation des sédiments.

 - Travaux liés à l'étude hydrodynamique
 - Relevé bathymétrique;
 - Localisation des zones d'accumulation des sédiments;
 - Localisation des zones influencées par les marées.
- **Particularités pour les biogaz**

Tous les éléments mentionnés dans les « Généralités pour toutes les matières qui constituent le terrain » doivent être présentés dans le rapport ainsi que les éléments ci-dessous, spécifiques à la caractérisation des biogaz.

 - La localisation des zones susceptibles de générer des biogaz : zones de matières organiques (ancien marais, enfouissement de matières putrescibles, résidus de bois, etc.);
 - Localisation des chemins préférentiels d'accumulation et de déplacement des biogaz.
- **Particularités pour les matières résiduelles en surface**

Tous les éléments mentionnés dans les « Généralités pour toutes les matières qui constituent le terrain » doivent être présentés dans le rapport ainsi que l'élément ci-dessous, spécifique à la caractérisation des matières résiduelles en surface.

 - Localisation et estimation des limites des zones contenant des matières résiduelles (sur un plan).

Chapitre 6 : Compilation et interprétation des données

L'interprétation doit inclure les généralités ci-dessous ainsi que les particularités liées aux matières qui constituent le terrain caractérisé présenté ci-après.

- **Généralités pour toutes les matières qui constituent le terrain**
 - Justification du choix des critères, valeurs limites réglementaires ou normes retenues;
 - Interprétation des résultats d'analyses des différentes matières caractérisées qui constituent le terrain en fonction des critères, valeurs limites réglementaires et normes applicables. Un

tableau synthèse des dépassements peut être joint au texte. Le tableau détaillé des résultats doit, pour sa part, être présenté à l'annexe 2 du rapport;

- Interprétation des résultats d'analyses en fonction du type de zone à risque (vérification de la cohérence), des informations du terrain et des critères applicables;
- Présentation de la façon de traiter les résultats d'analyses pour des paramètres dont il n'y a pas de critère, de valeur limite réglementaire ou de norme;
- Compilation et interprétation des résultats de la méthode d'investigation qualitative en fonction des objectifs des travaux;
- Si applicable, compilation et interprétation des résultats des tests (autres que les analyses chimiques) effectués sur le terrain et en laboratoire (ex. : granulométrie);
- Description de l'évolution dans le temps du comportement de la contamination identifiée et du milieu;
- Estimation de l'impact potentiel de la présence de matières résiduelles ou dangereuses, le cas échéant, sur les sols et l'eau souterraine ou de surface;
- Compilation et interprétation des résultats du programme d'assurance et de contrôle de la qualité. Le tableau des résultats du contrôle de qualité doit être présenté à l'annexe 2 du rapport;
- Identification des voies préférentielles de transport des substances potentiellement contaminantes (matériaux granulaires, drain souterrain, fracture, lentille perméable);
- Interprétation de l'ampleur de la contamination pour chacune des plages de contamination (superficie, profondeur, panache, etc.). Un tableau doit être présenté et en voici un modèle :

Secteur ou zone à risque	Types de sols	Superficie (m ²)	Intervalle contaminé	Volume (m ³)	Plage de contamination	Paramètre contaminé

- Estimation du potentiel de migration des contaminants à l'extérieur du terrain;
- Interprétation de l'ensemble des données et mises à jour du modèle conceptuel à l'aide des informations des phases I, II et III.

● **Particularités pour les sols**

Tous les éléments mentionnés dans les « Généralités pour toutes les matières qui constituent le terrain » doivent être présentés dans l'interprétation du rapport ainsi que les éléments ci-dessous, spécifiques aux sols.

- Le tableau des résultats doit présenter la profondeur de chacun des échantillons analysés;
- Détermination de la superficie et de la profondeur de sols contaminés;
- Résultat et description d'un essai du potentiel de génération d'acide dans le cas où un résultat en soufre dans les sols est supérieur au critère C (2000 mg/kg) du *Guide d'intervention*;
- Précision de la présence de sols contaminés par rapport à la limite du terrain;
- Discussion des profils de coupes stratigraphiques;
- La présence de matières résiduelles (dangereuses et non dangereuses), le volume de ces matières résiduelles et leur impact potentiel sur la qualité des eaux souterraines.

- **Particularités pour les eaux souterraines**

Tous les éléments mentionnés dans les « Généralités pour toutes les matières qui constituent le terrain » doivent être présentés dans l'interprétation du rapport ainsi que les éléments ci-dessous, spécifiques aux eaux souterraines.

- Interprétation des résultats d'analyse en fonction du puits amont ou des campagnes d'échantillonnage antérieures;
- Dépassement ou non des seuils d'alerte;
- Détermination de la profondeur de la première nappe par rapport à la surface;
- Si applicable, description de la phase libre (localisation, épaisseur, nature), évaluation de sa migration et impact;
- Détermination de la direction de l'écoulement de l'eau souterraine;
- Détermination du gradient hydraulique et de la conductivité hydraulique;
- Détermination de la vitesse d'écoulement;
- Interprétation des essais de perméabilité réalisés en fonction de la conductivité hydraulique et de la vitesse d'écoulement des eaux souterraines;
- Interprétation de la carte piézométrique du terrain à l'étude;
- Évaluation de la vulnérabilité de l'eau souterraine;
- Identification des récepteurs potentiels (puits, cours d'eau) et avis sur les impacts réels ou appréhendés de la contamination sur les récepteurs en lien avec les usages de l'eau;
 - Résurgence de l'eau souterraine dans un plan d'eau dans un rayon de 1 km du terrain;
 - Précision sur la présence ou l'absence d'un puits d'approvisionnement en eau potable en aval hydraulique du terrain;
- Si applicable, description de la nappe captive (évaluation du gradient hydraulique, vulnérabilité de la contamination).

- **Particularités pour les eaux de surface**

Tous les éléments mentionnés dans les « Généralités pour toutes les matières qui constituent le terrain » doivent être présentés dans l'interprétation du rapport ainsi que les éléments ci-dessous, spécifiques aux eaux de surface;

- Source de la contamination, le cas échéant;
- Détermination de la direction de l'écoulement et du débit du cours d'eau;
- Conséquences de la contamination sur les récepteurs (faune aquatique, etc.).

- **Particularités pour les sédiments**

Tous les éléments mentionnés dans les « Généralités pour toutes les matières qui constituent le terrain » doivent être présentés dans l'interprétation du rapport ainsi que les éléments ci-dessous, spécifiques aux sédiments;

- Le tableau des résultats doit présenter la profondeur de chacun des échantillons analysés;
- Description du cours d'eau et de sa configuration, incluant la profondeur d'eau au-dessus de la contamination;
- Interprétation des zones contaminées en fonction de l'étude hydrodynamique.

- **Particularités pour l'air**

Tous les éléments mentionnés dans les « Généralités pour toutes les matières qui constituent le terrain » doivent être présentés dans l'interprétation du rapport ainsi que les éléments ci-dessous, spécifiques à l'air;

- Source de la contamination, le cas échéant;
- Dispersion atmosphérique.

- **Particularités pour les matières résiduelles en surface**

Tous les éléments mentionnés dans les « Généralités pour toutes les matières qui constituent le terrain » doivent être présentés dans l'interprétation du rapport ainsi que les éléments ci-dessous, spécifiques aux matières résiduelles en surface;

- La nature des matières résiduelles (dangereuses ou non dangereuses);
- Type d'entreposage et risques que représentent les matières pour les récepteurs.

Chapitre 7 : Conclusions

- Conclusion sur l'atteinte des objectifs de la phase II ou III;
- Conclusion qui précise si le terrain est contaminé en regard de son usage ou du zonage;
- Détermination de l'ampleur de la contamination (volumes de sols contaminés et de matières résiduelles), le cas échéant;
- Résumé des zones contaminées;
- Présentation des impacts en fonction du modèle conceptuel;
- Présentation des risques d'effet sur la vie, la santé, la sécurité, le bien-être ou le confort de l'être humain, l'écosystème, les espèces vivantes ou les biens;
- Confirmation de l'assujettissement du terrain à la section IV du chapitre IV (titre I) de la LQE, le cas échéant.

Chapitre 8 : Recommandations

- Recommandations sur les suites à donner à la phase II ou III;
- Lorsque l'étude confirme l'assujettissement du terrain à la section IV du chapitre IV (titre I) de la LQE :
 - Recommandation sur l'inscription d'un avis de contamination (art. 31.58 et 31.59 de la LQE);
 - Recommandation sur la transmission d'un avis écrit au voisin (art. 31.52 de la LQE).
- Nom, titre et signature du responsable de la phase II.

Annexes

Annexe 1 : Figures

Toutes les figures et cartes ainsi que tous les plans doivent présenter l'échelle graphique, le nord géographique (points cardinaux), une légende et un titre.

- Plan de localisation du terrain par rapport à la région (sur un fond de carte topographique 1 : 20 000);
- Plan montrant la localisation des anciennes activités (bâtiment, réservoir, route, etc.) par période, au besoin;

- Plan du terrain indiquant les limites de la propriété, la localisation des bâtiments et des structures présentes;
- Plan de localisation des stations d'échantillonnage et des zones à risque;
- Plan de la localisation des sondages et des résultats pour chacune des matières caractérisées qui constituent le terrain (phase III : inclure les plans et résultats de la phase II);
- Plan de localisation des sols contaminés par plage de contamination et pour chacune des matières caractérisées qui constituent le terrain;
- Figure présentant les profils des coupes stratigraphiques;
- Plan de localisation des zones contenant des matières résiduelles : plusieurs plans peuvent être présentés (plus de 50 %, entre 25 % et 50 %, et moins de 25 % de matières résiduelles);
- Carte piézométrique de chacune des nappes d'eaux souterraines (captive et libre). Les éléments suivants doivent apparaître sur la carte piézométrique :
 - la date de la prise des niveaux d'eau;
 - l'identification de la firme qui a produit la carte;
 - l'adresse du terrain;
 - les limites de la propriété;
 - l'échelle;
 - la localisation des zones à risque (réservoir, séparateur d'huile, vérin hydraulique, bassin d'eaux usées, zone d'entreposage, lieu d'enfouissement de matières résiduelles, zone de transbordement);
 - cours d'eau et réseau de drainage (fossé), etc.;
 - la localisation des puits et leur numéro;
 - le niveau d'eau mesuré dans chaque puits;
 - les lignes équipotentiellles;
 - la direction d'écoulement des eaux souterraines;
 - la vitesse d'écoulement estimée;
 - les contaminants identifiés dans chaque puits selon les niveaux de contamination.

Annexe 2 : Tableau(x) détaillé(s) des résultats d'analyses chimiques

Compilation et présentation des résultats d'analyses sous forme de tableau. Ce tableau doit présenter les éléments suivants :

- Numéro du sondage;
- Numéro de l'échantillon analysé;
- Date de réalisation du sondage;
- Profondeur de l'échantillon, le cas échéant;
- Type de sol;
- Présentation des critères, valeurs limites réglementaires ou normes applicables pour chacun des paramètres analysés;
- Identification des dépassements des critères, valeurs limites réglementaires ou normes applicables.

Annexe 3 : Tableau(x) des résultats du programme d'assurance et de contrôle de la qualité

Voir ci-dessous un exemple de tableau de compilation des résultats du programme d'assurance et de contrôle de la qualité ainsi que le calcul de variation relative en pourcentage (VRP).

Paramètre	Unité	LDR	Résultat analytique		
			Échantillon	Duplicata	VRP (%)
Paramètre 1	mg/kg	100			
Paramètre 2					
Paramètre 3					
Paramètre 4					
Paramètre 5					

Annexe 4 : Journaux de sondages et schéma d'excavation¹¹

- Journaux de forages, incluant l'aménagement des puits d'observation et le niveau d'eau, le cas échéant;
- Journaux de tranchées d'exploration, le cas échéant;
- Le schéma d'excavation, vue en plan et à l'échelle, indiquant la localisation des sous-échantillons prélevés, la description de l'échantillon, l'identification des échantillons envoyés à l'analyse et les paramètres d'analyse ainsi que les résultats d'analyse;
- Les profils des parois finales des excavations précisant la nature des sols des différents horizons, la localisation des sous-échantillons prélevés, la description des échantillons, l'identification des échantillons transmis pour analyse, les paramètres d'analyse.

Annexe 5 : Photographie des travaux

Les photographies des travaux doivent être présentées. Une brève description doit accompagner les photographies et leur orientation doit être indiquée (ex. : tranchées effectuées dans la zone de déchargement située à l'arrière du bâtiment principal, vue vers l'ouest).

Annexe 6 : Certificats d'analyses chimiques

Certificats d'analyses chimiques signés par un chimiste membre de l'Ordre des chimistes du Québec.

Annexe 7 : Résultats d'essai ou d'analyse physique

Essai de perméabilité ou autres, analyses granulométriques (courbe granulométrique), etc.

Annexe 8 : Études de caractérisation antérieures

Rapports des études de caractérisation antérieures données en référence dans la phase II. En cas de rapports volumineux, présenter les sections pertinentes du rapport ou résumé de l'information.

Annexe 9 : Autres documents pertinents

11. Pour plus de détails, se référer au [Guide d'échantillonnage à des fins d'analyses environnementales – Cahier 5 : Échantillonnage des sols](#).

Annexe 8

Résumé des études de caractérisation pour l'inscription d'avis de contamination et de décontamination

Lorsqu'un avis de contamination ou de décontamination doit être inscrit au Registre foncier selon les articles 31.58 et 31.59 de la LQE, l'avis doit contenir entre autres un résumé de l'étude de caractérisation. Ce résumé doit d'ailleurs être signé par un professionnel comme défini à l'article 31.42 de la LQE. Toutes les matières caractérisées qui constituent le terrain doivent être présentées dans le résumé. À noter qu'en cas de modifications des études, le résumé doit être mis à jour dans les avis inscrits au Registre.

Ce résumé doit porter, sans s'y restreindre, sur les éléments suivants selon qu'il s'agit d'un avis de contamination (sections A, B, C.1, D, F) ou de décontamination (sections A, C.1 C.2, E, F) :

A. Mise en contexte et synthèse de la phase I

- Contexte et objectif de la phase I;
- Localisation du terrain :
 - Adresse civique;
 - Numéro de lots et nom du cadastre du Québec (indiquer les numéros rénovés ou les anciens numéros de lots);
- Description du terrain : superficie, topographie, infrastructure, recouvrement des sols (ex. : enrobé bitumineux, gazon, etc.);
- Zonage municipal, usage actuel permis;
- Identification de la présence d'une installation de captage d'eau destinée à la consommation humaine dans un rayon de 1 km ainsi que la proximité de cours ou de plan d'eau de surface;
- Synthèse de la phase I :
 - Historique des activités qui ont eu lieu sur le terrain (anciennes et actuelles);
 - Identification des zones à risque :
 - Lors de l'entreposage de matières résiduelles (dangereuses ou non), veuillez indiquer la nature de celles-ci.

B. Résumé des travaux de terrain de caractérisation

- Indiquer les dates de réalisation des travaux;
- Indiquer le nombre et le type de sondage réalisé;
- Préciser si les travaux de terrain ont permis de couvrir toutes les zones à risque identifiées lors de la phase I;
- Dans les cas où le programme de caractérisation initial n'a pas été réalisé dans son entier, expliquer les contraintes ou les imprévus rencontrés.

C.1 Synthèse des phases II et III

- Synthèse des travaux de caractérisation;
- Identification des substances dont les concentrations dépassent les critères, les valeurs limites réglementaires ou les normes applicables au terrain;

- Identification des substances dans les sols dont les concentrations étaient supérieures ou égales aux valeurs limites de l'annexe I du RPRT lors des phases II ou III;
- Description de l'ampleur de la contamination présente sur le terrain (superficie et profondeur);
- Nature des contaminants présents dans l'eau souterraine et importance des contaminants (si applicable).

C.2 Résumé des travaux de terrain de réhabilitation

- Indiquer les dates de réalisation des travaux de réhabilitation;
- Résumer les différentes étapes des travaux effectués;
- Préciser si les travaux de terrain ont permis de réhabiliter toutes les zones contaminées identifiées lors des phases II et III.

D. Qualité du terrain à la suite des travaux de caractérisation des phases II et III

Cette section doit inclure les généralités ci-dessous ainsi que les particularités liées aux matières caractérisées qui constituent le terrain.

- **Généralités pour toutes les matières qui constituent le terrain**
 - Identification des critères applicables;
 - Identification des substances dont les concentrations dépassent les critères, les valeurs limites réglementaires ou les normes applicables au terrain;
 - Description de l'ampleur de la contamination (superficie et profondeur);
 - Présentation des résultats dans un tableau synthèse, si nécessaire.
- **Particularités pour les sols**

Tous les éléments mentionnés dans les « Généralités pour toutes les matières qui constituent le terrain » doivent être présentés dans le résumé ainsi que les éléments ci-dessous spécifiques aux sols;

 - Identification des substances dont les concentrations sont supérieures ou égales aux valeurs limites de l'annexe I du RPRT;
 - Estimation de la superficie et des volumes de sols contaminés (phase III) dont les concentrations dépassent les critères ou les valeurs limites réglementaires applicables au terrain;
 - Description des remblais et des matières résiduelles (dangereuses ou non) retrouvés, le cas échéant.
- **Particularités pour l'eau souterraine :**

Tous les éléments mentionnés dans les « Généralités pour toutes les matières qui constituent le terrain » doivent être présentés dans le résumé ainsi que les éléments ci-dessous spécifiques aux eaux souterraines;

 - Identification des substances dont les concentrations dépassent les teneurs naturelles du milieu;
 - Identification de la présence de phases libres (légères ou denses);
 - Direction et vitesse d'écoulement;

- Description du milieu récepteur (cours d'eau, réseau d'égout, puits privé, etc.) et des risques d'effet sur ce dernier;
- Description du potentiel de migration à l'extérieur du terrain.
- **Particularités pour l'eau de surface**
Tous les éléments mentionnés dans les « Généralités pour toutes les matières qui constituent le terrain » doivent être présentés dans le résumé ainsi que les éléments ci-dessous, spécifiques aux eaux de surface;
 - Identification de la présence d'iridescence;
 - Direction d'écoulement et risque de migration à l'extérieur du terrain;
 - Description du milieu récepteur.
- **Particularités pour les sédiments**
Tous les éléments mentionnés dans les « Généralités pour toutes les matières qui constituent le terrain » doivent être présentés dans le résumé ainsi que l'élément ci-dessous, spécifique aux sédiments;
 - Estimation des volumes de sédiments contaminés (phase III).
- **Particularités pour les rejets liquides**
Tous les éléments mentionnés dans les « Généralités pour toutes les matières qui constituent le terrain » doivent être présentés dans le résumé ainsi que l'élément ci-dessous, spécifique aux rejets liquides;
 - Identification et description des problématiques au niveau des rejets liquides, le cas échéant.
- **Particularités pour l'air**
Tous les éléments mentionnés dans les « Généralités pour toutes les matières qui constituent le terrain » doivent être présentés dans le résumé ainsi que les éléments ci-dessous, spécifiques à l'air;
 - Identification et description des problématiques au niveau de l'air, le cas échéant;
 - Évaluation de l'intrusion de vapeur, le cas échéant;
 - En présence d'une problématique de biogaz :
 - Identification des zones de matières organiques : ancien marais, enfouissement de matières putrescibles (résidus de bois, etc.);
 - Localisation des chemins préférentiels d'accumulation et de déplacement des biogaz.

E. Qualité du terrain à la suite de travaux de réhabilitation

- **Pour les sols**
 - Superficie et volume de sols contaminés dont la concentration a été ramenée en deçà des critères ou des valeurs limites réglementaires applicables au terrain (nature et volumes des contaminants excavés et gérés hors site);
 - Identification des substances encore présentes dans le terrain dont les concentrations sont supérieures ou égales aux valeurs limites de l'annexe I du RPRT (volumes de sols contaminés encore en place);
 - Description des remblais et des matières résiduelles (dangereuses ou non) retrouvées lors des phases II ou III, le cas échéant (volumes des matières résiduelles laissées en place ou excavées);

- Présence de matières résiduelles (nature, localisation, volumes).
- **Pour l'eau souterraine**
 - Nature et importance des substances présentes dans l'eau souterraine, le cas échéant;
 - Description du milieu récepteur (cours d'eau, réseau d'égout, puits d'eau potable privé, etc.) présent dans un rayon d'un kilomètre et des risques d'effet sur ce dernier.
- **Pour les autres matières qui constituent le terrain**
 - Nature des substances présentes après les travaux de réhabilitation, le cas échéant, dans l'eau de surface, les sédiments, les rejets liquides et l'air.

F. Conclusion et recommandations

- Catégorie des usages permis sur le terrain compte tenu du niveau de contamination qui se trouve sur le terrain;
- Recommandations sur les suites à donner au dossier et, si applicable, le détail des mesures mises en place afin de contrôler la contamination.

Annexe 9

Tableau des valeurs seuils

Tableau des valeurs seuils lors de l'interprétation des résultats d'analyse pour un échantillon de sol et son duplicata. À noter que les limites de détection sont sujettes à des modifications à la suite de mises à jour des méthodes. Ainsi, les limites de détection indiquées dans le tableau ci-dessous sont fournies à titre indicatif et sont de l'ordre de grandeur de celles qui sont obtenues à partir des techniques analytiques actuellement en usage dans les laboratoires d'analyses.

Aussi, les limites de détection des sédiments diffèrent de celles des sols. Il est donc requis pour ces derniers de se référer au [Guide de caractérisation physico-chimique et toxicologique des sédiments](#) du MDDELCC et ECCC (décembre 2016).

Tableau 10 : Tableau des valeurs seuils

Paramètre	LDM CEAEQ	LDM Arrondie	Valeur seuil (30 × LDM)
mg/kg			
I – MÉTAUX			
Argent (Ag)	3	5	150
Arsenic (As)	0,2	1	30
Baryum (Ba)	2	5	150
Cadmium (Cd)	0,25	1	30
Cobalt (Co)	1	1	30
Chrome (Cr)	1	1	30
Chrome VI	0,5	1	30
Cuivre (Cu)	2	5	150
Étain (Sn)	0,5	1	30
Manganèse (Mn)	1	1	30
Mercure (Hg)	0,03	0,05	1,5
Molybdène (Mo)	0,5	1	30
Nickel (Ni)	1	1	30
Plomb (Pb)	1	1	30
Sélénium (Se)	0,7	1	30
Zinc (Zn)	4	5	150
II – AUTRES PARAMÈTRES INORGANIQUES			
Bromure disponible (Br-)	1	1,5	45
Cyanure disponible (CN-)	0,2	0,5	15
Cyanure total (CN-)	1,3	1,5	45
Fluorure disponible (F-)	2	5	150
Soufre total (S)	100	150	4500

III – COMPOSÉS ORGANIQUES VOLATILS

Hydrocarbures aromatiques monocycliques

Benzène	0,07	0,2	6
Chlorobenzène (mono)	0,06	0,2	6
1,2-Dichlorobenzène	0,05	0,2	6
1,3-Dichlorobenzène	0,06	0,2	6
1,4-Dichlorobenzène	0,06	0,2	6
Éthylbenzène	0,09	0,2	6
Styrène	0,06	0,2	6
Toluène	0,08	0,2	6
Xylènes	0,2	0,2	6

Hydrocarbures aliphatiques chlorés

Chloroforme	0,05	0,2	6
1,1-Dichloroéthane	0,04	0,2	6
1,2-Dichloroéthane	0,05	0,2	6
1,1-Dichloroéthène	0,08	0,2	6
1,2-Dichloroéthène (cis, trans, totaux)	0,04	0,2	6
Dichlorométhane	3	3	90
1,2-Dichloropropane	0,06	0,2	6
1,3-Dichloropropène (cis, trans, totaux)	0,05	0,2	6
1,1,1,2-Tétrachloroéthane	0,07	0,2	6
Tétrachloréthane	0,13	0,2	6
Tétrachlorure de carbone	0,06	0,2	6
1,1,1-Trichloroéthane	0,08	0,2	6
1,1,2-Trichloroéthane	0,04	0,2	6
Trichloroéthène	0,1	0,2	6

IV – COMPOSÉS PHÉNOLIQUES

Non chlorés

Crésol (ortho, méta, para)	0,04	0,1	3
2,4-Diméthylphénol	0,03	0,1	3
2-Nitrophénol	0,05	0,1	3
4-Nitrophénol	0,04	0,1	3
Phénol	0,06	0,1	3

Chlorés

Chlorophénol (-2, -3, ou -4)	0,03	0,1	3
2,3-Dichlorophénol	0,02	0,1	3
2,4-Dichlorophénol	0,05	0,1	3
2,5-Dichlorophénol	0,05	0,1	3
2,6-Dichlorophénol	0,01	0,1	3
3,4-Dichlorophénol	0,02	0,1	3
3,5-Dichlorophénol	0,02	0,1	3

Pentachlorophénol (PCP)	0,02	0,1	3
2,3,4,5-Tétrachlorophénol	0,01	0,1	3
2,3,4,6-Tétrachlorophénol	0,02	0,1	3
2,3,5,6-Tétrachlorophénol	0,02	0,1	3
2,3,4-Trichlorophénol	0,02	0,1	3
2,3,5-Trichlorophénol	0,04	0,1	3
2,3,6-Trichlorophénol	0,02	0,1	3
2,4,5-Trichlorophénol	0,03	0,1	3
2,4,6-Trichlorophénol	0,01	0,1	3
3,4,5-Trichlorophénol	0,04	0,1	3
V – HYDROCARBURES AROMATIQUES POLYCYCLIQUES			
Acénaphène	0,005	0,02	0,6
Acénaphylène	0,007	0,02	0,6
Anthracène	0,004	0,02	0,6
Benzo (a) anthracène	0,004	0,02	0,6
Benzo (a) pyrène	0,007	0,02	0,6
Benzo (b+j+k) fluoranthène (combinaison ou chacun)	0,007	0,02	0,6
Benzo (c) phénanthrène	0,004	0,02	0,6
Benzo (g,h,i) pérylène	0,009	0,02	0,6
Chrysène	0,004	0,02	0,6
Dibenzo (a,h) anthracène	0,008	0,02	0,6
Dibenzo (a,i) pyrène	0,009	0,02	0,6
Dibenzo (a,h) pyrène	0,01	0,02	0,6
Dibenzo (a,l) pyrène	0,008	0,02	0,6
Diméthyl-7,12 benzo (a) anthracène	0,007	0,02	0,6
Fluoranthène	0,007	0,02	0,6
Fluorène	0,005	0,02	0,6
Indéno (1,2,3-cd) pyrène	0,009	0,02	0,6
Méthyl-3 cholanthrène	0,02	0,02	0,6
1-méthyl naphtalène	0,005	0,02	0,6
2-méthyl naphtalène	0,006	0,02	0,6
1,3-diméthyl naphtalène	0,005	0,02	0,6
2,3,5-triméthyl naphtalène	0,005	0,02	0,6
Naphtalène	0,008	0,02	0,6
Phénanthrène	0,007	0,02	0,6
Pyrène	0,007	0,02	0,6
VI – COMPOSÉS BENZÉNIQUES NON CHLORÉS			
2,6-dinitrotoluène	0,03	0,03	0,9
Trinitro-2,4,6 toluène (TNT)	0,01	0,03	0,9

VII – CHLOROENZÈNES			
Hexachlorobenzène	0,0011	0,004	0,12
Pentachlorobenzène	0,001	0,004	0,12
1,2,3,4-tétrachlorobenzène	0,0006	0,004	0,12
1,2,3,5-tétrachlorobenzène	0,0013	0,004	0,12
1,2,4,5-tétrachlorobenzène	0,0013	0,004	0,12
1,2,3-trichlorobenzène	0,0016	0,004	0,12
1,2,4-trichlorobenzène	0,0035	0,004	0,12
1,3,5-trichlorobenzène	0,0016	0,004	0,12
VIII – BIPHÉNYLES POLYCHLORÉS (BPC)			
Sommation des congénères	0,005	0,005	0,15
IX – PESTICIDES			
Tébutiuron	0,14	0,15	4,5
X – AUTRES SUBSTANCES ORGANIQUES			
Acrylonitrile	0,28	0,3	9
Bis (2-chloroéthyl) éther	0,01	0,01	0,3
Éthylène glycol	2	2	60
Formaldéhyde	0,29	0,3	9
Phtalates			
Diméthyle PHT	0,01	0,1	3
Diéthyle PHT	0,01	0,1	3
Butylbenzyl PHT	0,02	0,1	3
Bis-2-EHX PHT	0,12	0,1	3
Di n-octyl PHT	0,01	0,1	3
Phtalate de dibutyle	0,11	0,1	3
XI – PARAMÈTRES INTÉGRATEURS			
HP C ₁₀ -C ₅₀	30	40	1200
XII – DIOXINES ET FURANES			
Sommation des chlorodibenzo-dioxines et chlorodibenzofuranes exprimés en équivalents toxiques 2,3,7,8-TCDD (échelle de l'OTAN, 1988)	6,3x10 ⁻⁷	0,000001	0,00003



**Environnement,
Lutte contre
les changements
climatiques,
Faune et Parcs**

Québec 