



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

**GUIDE SUR LA CARACTÉRISATION
ENVIRONNEMENTALE DES SITES DANS LE CADRE
DE L'ÉVALUATION DES RISQUES POUR
L'ENVIRONNEMENT ET LA SANTÉ HUMAINE**

VOLUME 3 MODES OPÉRATOIRES RECOMMANDÉS

**PN 1556
ISBN 978-1-77202-031-1 PDF**

PRÉFACE

Le guide, qui se divise en plusieurs volumes, vise à fournir des orientations sur la caractérisation environnementale des sites pour faciliter l'évaluation des risques pour l'environnement et la santé humaine sur les sites contaminés. L'objectif du guide est d'offrir aux Canadiens une approche cohérente pour l'échantillonnage et l'analyse de matrices environnementales complexes, de façon à ce que les données obtenues soient représentatives et de qualité connue.

Le guide de caractérisation des sites se compose de quatre volumes :

Volume 1 : Orientations

Volume 2 : Listes de contrôle

Volume 3 : Modes opératoires recommandés [le présent document]

Volume 4 : Méthodes d'analyse.

L'objectif du volume 3, intitulé *Modes opératoires recommandés*, est d'approfondir les conseils d'échantillonnage donnés dans le volume 1 en apportant des précisions sur certains aspects de l'étude sur le terrain. Le volume 3 contient 17 modes opératoires recommandés (MOR), à savoir :

MOR n° 1: Forage et installation de puits d'observation des eaux souterraines (dans des morts-terrains)

MOR n° 2: Échantillonnage du sol

MOR n° 3: Échantillonnage de l'eau souterraine à l'aide de méthodes à faible débit

MOR n° 4: Installation de sondes de gaz souterrains

MOR n° 5: Échantillonnage des gaz souterrains

MOR n° 6: Essais d'étanchéité des sondes de gaz souterrains

MOR n° 7: Mesure *in situ* des paramètres de la qualité de l'eau

MOR n° 8: Prélèvement d'échantillons ponctuels d'eau de surface à faible profondeur par immersion directe

MOR n° 9 : Prélèvement d'échantillons ponctuels d'eau de surface au moyen de dispositifs mécaniques

MOR n° 10: Prélèvement d'échantillons ponctuels de sédiments de surface et de subsurface

MOR n° 11: Prélèvement de carottes de sédiments

MOR n° 12: Prélèvement d'échantillons d'eau interstitielle

MOR n° 13: Échantillonnage des végétaux

MOR n° 14: Échantillonnage des invertébrés terrestres

MOR n° 15: Prélèvement et traitement des invertébrés benthiques

MOR n° 16: Échantillonnage des poissons

MOR n° 17: Échantillonnage des petits mammifères

MODE OPÉRATOIRE RECOMMANDÉ NOMBRE 1: FORAGE ET INSTALLATION DE PUITS D'OBSERVATION DES EAUX SOUTERRAINES (DANS DES MORTS-TERRAINS)

PORTÉE Le présent mode opératoire recommandé (MOR) fournit des orientations sur l'installation de puits d'observation dans des morts-terrains (c.-à-d. dans le sol qui recouvre le substratum rocheux) au moyen de techniques de forage et d'installation conventionnelles. Les puits d'observation, qui fournissent des points d'accès semi-permanents à un aquifère, permettent de procéder à l'échantillonnage des eaux souterraines et à la caractérisation de cet aquifère.

QUAND? On conçoit généralement les puits d'observation en s'appuyant sur un modèle conceptuel de site, ce qui permet de commander tous les matériaux de construction requis avant le début des travaux sur le terrain. Il faut vérifier tous les emplacements choisis pour les puits pour déceler les obstructions potentielles comme les fils électriques aériens et les services publics souterrains. Des forages sont ensuite effectués à la profondeur voulue. Les renseignements recueillis pendant le forage sont utilisés pour modifier au besoin la conception initiale des puits d'observation. Il s'agit généralement d'ajuster la longueur du filtre, l'intervalle d'achèvement et la profondeur des puits afin de bien cibler les caractéristiques hydrogéologiques souhaitées (p. ex. matières d'aquifère).

POURQUOI? Les puits bien construits permettent de prélever des échantillons représentatifs des eaux souterraines pour en déterminer la qualité. Ils permettent également d'assurer le suivi hydrogéologique et de mener divers essais (p. ex. suivi du niveau de l'eau, essais de puits). Selon les objectifs de chaque site, les puits d'observation peuvent également être utilisés pour surveiller la présence et l'épaisseur de LNAL et de LNAD (il faut cependant interpréter les épaisseurs mesurées avec prudence, car elles ne sont probablement pas représentatives de l'épaisseur observée dans la subsurface).

COMMENT? Les exigences relatives à l'installation de puits d'observation varient d'un site à l'autre et dépendent des conditions du sol, de la roche et des eaux souterraines observées sur le terrain, des objectifs du programme d'étude ainsi que de la disponibilité de l'équipement de forage et des matériaux d'installation.

Les pages suivantes fournissent des orientations générales pour des installations de base dans des forages réalisés dans des morts-terrains. Avant d'entreprendre le programme de forage et l'installation des puits, les plans de conception des puits et les techniques de forage proposés doivent être vérifiés par une personne qualifiée (un géologue ou un hydrogéologue) afin de déterminer si des écarts par rapport aux présentes orientations sont justifiés.

La configuration des puits d'observation, y compris leur profondeur et la longueur des filtres, doit être établie en tenant compte des observations

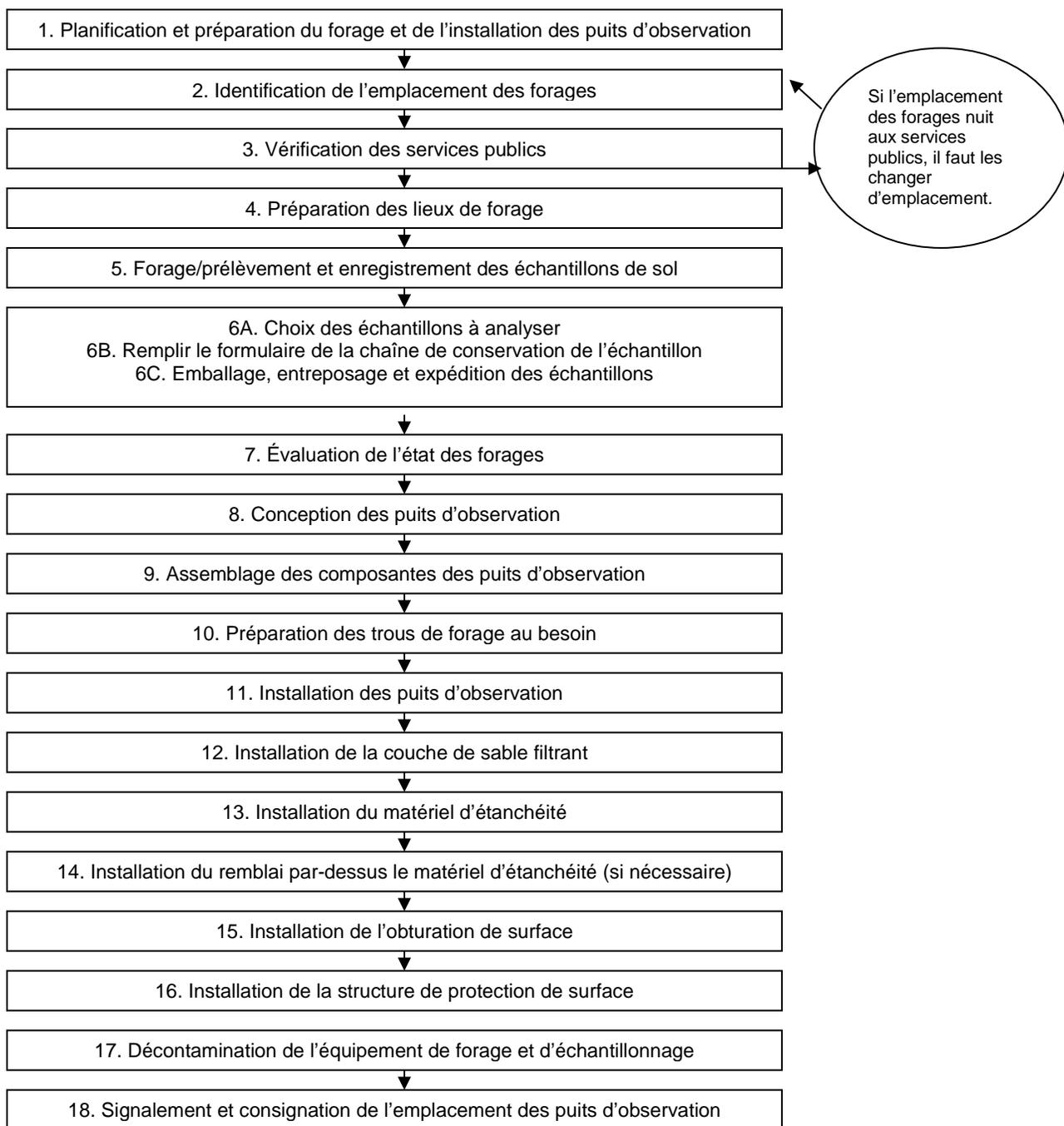
géologiques et hydrogéologiques sur le site, des objectifs du programme d'échantillonnage des eaux souterraines et de la présence de LNAL/LNAD. Il est également possible d'installer un groupe de puits afin de surveiller plusieurs intervalles de profondeur dans un même aquifère. Les puits d'observation sont généralement configurés de la manière suivante :

- Des puits dotés de filtres sont installés à la profondeur souhaitée dans la nappe phréatique. Les filtres de ces puits doivent posséder une longueur maximale de 1,5 mètre (m) dans la zone saturée et de 1,5 m dans la zone non saturée pour tenir compte des fluctuations saisonnières des niveaux d'eau (particulièrement lorsque des hydrocarbures flottants comme l'essence constituent une source de préoccupation) et pour permettre de surveiller les vapeurs au-dessus de la nappe phréatique.
- Des filtres de puits (d'une longueur maximale de 1,5 m) sont installés sous la nappe phréatique et à travers, à la base ou à l'intérieur d'une zone aquifère (c.-à-d. juste au-dessus d'une unité de faible perméabilité).

Les étapes d'installation des puits d'observation sont présentées à la page suivante.

MOR n° 1

Forage et installation de puits d'observation des eaux souterraines (dans des morts-terrains)



Annexe A : Directives en cas de voûtage pendant l'installation de puits d'observation

Renseignements essentiels

- Plan du site illustrant les emplacements des forages proposés et les emplacements de recharge, au besoin
- Plan du site illustrant les services publics existants, lorsque disponible
- Plan de santé et de sécurité du projet (document distinct, qui déborde le cadre de ce MOR)
- Plan d'élimination des résidus de forage
- Profil géologique du forage dans lequel sera installé le puits d'observation
- Plan d'étude décrivant les substances chimiques potentiellement préoccupantes et le but du puits d'observation (p. ex. échantillonnage, niveaux d'eau, essais de puits).

Équipement essentiel

- Équipement de protection pour le personnel
- Matériel de décontamination
- Contenants à échantillons prénettoyés, étiquettes et couvercles (fournis par le laboratoire d'analyse)
- Deux ou trois truelles en acier inoxydable
- Piquets en bois, marqueur, ruban de signalisation ou peinture à pulvériser pour indiquer l'emplacement des forages
- Carnet de chantier, stylo et crayons
- Appareil-photo (piles, pellicule ou carte mémoire)
- Ruban à mesurer en métal
- Glacière, matériel d'emballage et blocs réfrigérants
- Ruban à mesurer lesté ou règle étalon (pouvant atteindre le fond du trou de forage).
Remarque : Les règles étalons sont idéales puisqu'elles peuvent déloger les débris accrochés sur les parois du forage et qu'elles risquent moins d'être entraînées vers le fond lorsqu'elles sont accidentellement ensevelies
- Calculatrice
- Carnet de notes, stylos, crayons
- Indicateur de niveau d'eau (avec piles de recharge)
- Seau gradué propre de 22 litres ou 5 gallons (pour mesurer l'eau et les matériaux de construction)
- Matériel de décontamination, y compris un détergent biodégradable, de l'eau de rinçage, de l'eau de rinçage désionisée, des serviettes en papier, une brosse et un récipient de lavage (seau)
- Matériaux pour la construction du puits (généralement fournis par l'entrepreneur en forage), y compris le tubage, les filtres, le bouchon de protection, le couvercle du puits, le sable, le produit de scellement (p. ex. bentonite), un entonnoir, du ciment, un approvisionnement d'eau potable et un boîtier protecteur de surface (au besoin)
- Boîtes de gants en nitrile
- Couvercle en J verrouillable pour les puits au niveau du sol
- Verrous

Équipement de l'entrepreneur en forage

L'entrepreneur en forage doit apporter sur le terrain l'équipement suivant :

- les appareils de forage et les échantillonneurs de sol requis (y compris un train de tiges, des tubages ou des tarières de longueur suffisante)
- le matériel de décontamination adéquat (p. ex. laveuse à pression ou nettoyeur à vapeur, brosses à récurage, récipient pour l'eau de lavage)
- les fournitures pour la station de décontamination (si approprié)
- des toiles de plastique et des panneaux de contreplaqué (pour éviter que les déblais de forage contaminent la surface du sol)
- des barils avec joint d'étanchéité et couvercles pour recueillir les déblais de forage excédentaires; peinture ou crayon gras pour identifier les barils
- une scie pour l'asphalte et un brise-béton, lorsque nécessaire
- une table d'échantillonnage (pour y déposer les échantillonneurs et les carottes et pour procéder à l'enregistrement des données et au sous-échantillonnage)

Autre matériel

Lorsque le sol est susceptible de contenir des traces d'essence, de solvant ou de composé volatil, il est nécessaire d'apporter sur le terrain l'équipement suivant :

- un détecteur à photo-ionisation portatif (DPI), détecteur à ionisation de flamme (DIF) ou un détecteur de gaz inflammable
- de l'équipement pour la technique de l'espace de tête (détection des composants volatils du sol)
- des tubes de détection colorimétrique

Formulaires et plans nécessaires

- Formulaire de diagraphie de puits
- Formulaire de chaîne de conservation des échantillons
- Formulaire de vérification des services publics
- Carnet de bord de l'installation de puits
- Plan de santé et de sécurité
- Plan de manutention et d'élimination des résidus

Choix de l'appareil de forage

Les forages peuvent être effectués à l'aide de divers appareils de forage, notamment des appareils de forage par vibrations, des tarières à tige creuse, des tarières à tige pleine, des appareils de forage à l'air ou à la boue, des équipements de forage Becker ou des outils de forage au câble. Selon le type d'appareil de forage utilisé, les échantillons de sol peuvent être prélevés à l'aide d'une cuillère fendue ou d'un carottier continu ou encore remontés à la surface à l'aide d'appareils de forage à l'air ou à la boue. Chaque technique présente des avantages et des inconvénients selon les situations rencontrées. Par conséquent, l'applicabilité de chaque technique de forage doit être évaluée avant le début des travaux afin que les objectifs de forage soient atteints. Une grande partie des renseignements qui suivent sont tirés du mode opératoire normalisé (SOP 2048) établi par la United States Environmental Protection Agency (USEPA, 18 mars 1996).

Forage à la tarière à tige creuse

Le diamètre extérieur des tarières à tige creuse varie généralement de 16 à 56 cm alors que leur diamètre intérieur peut aller de 5,7 à 33 cm. Les tarières mesurent généralement 1,5 m, ce qui facilite leur manipulation. Toutefois, pour les forages plus profonds, il est possible d'utiliser des tarières de 3 à 6 m lorsqu'on dispose d'appareils conçus pour les recevoir. Les tarières à tige creuse permettent un large éventail de techniques de prélèvement des échantillons, selon le degré de précision recherché. L'analyse des déblais de forage produits près de la surface du sol peut être suffisante dans certains cas. Toutefois, ils deviennent de moins en moins représentatifs lorsque la profondeur augmente, particulièrement sous la nappe phréatique. Les échantillons les plus précis sont obtenus à l'aide de dispositifs de carottage comme les cuillères fendues et les tubes Shelby qui peuvent être placés à l'intérieur des tarières. Il est également possible de prélever des carottes continues à l'aide d'un tube à paroi mince inséré et fixé dans la première tarière. Lorsque la tarière est complètement enfouie dans le sol, le tube est retiré à l'aide d'un câble métallique et d'un treuil d'extraction. Un bouchon tampon installé dans la tête de forage (ou le trépan) empêche les déblais de s'infiltrer dans la tarière avant que le premier échantillon du carottier soit prélevé.

Les tarières servent également de tubage temporaire dans les sols composés de matières non consolidées. Les puits remplis de sable peuvent ainsi être construits à l'intérieur des tarières qui sont retirées lorsque les puits sont terminés. Le forage à la tarière facilite l'aménagement des puits puisqu'il ne nécessite aucun liquide de forage à base de bentonite (contrairement au forage à la boue).

Forage au câble

La technique de forage au câble est une méthode à percussion par laquelle un trépan, fixé à un train de tiges, est soulevé puis relâché sur le sol. Le train de tiges est composé (de bas en haut) d'un trépan, d'une tige, d'une coulisse de forage, d'une cloche de repêchage et d'un câble métallique. Un balancier sur l'appareil de forage permet d'activer le câble métallique et le train de tiges afin de créer le mouvement de va-et-vient vertical. L'action répétée perce ou ramollit le sol qui se mélange à l'eau de formation ou à l'eau ajoutée dans le trou par l'opérateur afin de produire une boue de forage. La boue facilite l'extraction des déblais qui sont périodiquement retirés du trou à l'aide d'une cuillère de curage. Dans les formations non consolidées, on insère un tubage d'acier dans le sol au fur et à mesure que le forage progresse afin d'éviter l'affaissement du trou de forage. Un sabot guide en acier trempé installé sur la

partie inférieure du tube permet d'éviter tout dommage au moment de l'insertion. On peut alors construire un puits à l'intérieur du tubage d'acier qui est retiré lorsque la construction du puits est terminée. Dans les formations consolidées, le tubage est poussé dans la zone altérée jusqu'à ce qu'il repose sur de la roche solide. L'ouverture de la partie inférieure du tubage peut demeurer ouverte ou on peut y introduire un tubage de plus petit diamètre doté d'un filtre selon les exigences de l'échantillonnage. Selon les types de sol, la mise en place de puits élaborés n'est souvent pas requise.

Forage rotatif

Forage à la boue

Cette technique consiste à percer le sol à l'aide d'un trépan rotatif entraîné par un rapide mouvement de rotation transmis par les tiges creuses de l'appareil de forage. En général, on retire ensuite les déblais en pompant le liquide de forage (de l'eau ou un mélange d'eau et de bentonite ou d'autres additifs) par les tiges de forage, le trépan et l'espace annulaire entre le trou et les tiges de forage. Le liquide de forage est versé dans un bassin à boue pour permettre aux déblais de se déposer avant d'être réacheminé dans les tiges de forage. Le liquide de forage permet également de refroidir le trépan et prévient l'affaissement du trou de forage dans les formations non consolidées.

L'échantillonnage peut être fait à partir des déblais retirés. Toutefois, les échantillons prélevés sont généralement mélangés et la quantité de matière à grains fins n'est pas nécessairement bien représentée. Il est possible d'effectuer un carottage par l'entremise des tiges de forage et du trépan à l'aide d'une couronne de carottage (si elle est dotée d'une ouverture centrale permettant le passage du tube de carottage). Le forage à la boue dans les formations non consolidées nécessite parfois la mise en place d'un tubage temporaire de surface ou de faible profondeur afin d'éviter la contamination croisée, l'affaissement du trou de forage ou l'érosion des parois. Le tubage (colonne montante), le filtre et le filtre à gravier sont généralement mis en place à même le trou ou à l'intérieur du tubage de surface. Une fois le forage terminé, des travaux importants peuvent être requis dans le puits afin de retirer le liquide de forage de la formation.

Forage à l'air

Cette méthode de forage rotatif utilise l'air comme fluide de forage. L'air est comprimé dans les tiges de forage par un compresseur. Lorsqu'il atteint l'extrémité de la tige, il remonte à la surface par l'espace annulaire situé entre la paroi du trou et le train de tiges. Les déblais sont aspirés par l'air ascendant qui les disperse autour de l'appareil de forage où ils sont recueillis. Comme les déblais sont mélangés, ils ne sont pas toujours représentatifs de la profondeur du trou atteint par la foreuse. Le fonctionnement ordinaire du train de tiges d'un appareil de forage à l'air s'apparente à celui d'un appareil de forage à la boue. Toutefois, pour le forage au moyen de marteaux perforateurs ou de marteaux fond de trou, le trépan est alimenté en air comprimé afin de frapper rapidement la roche par petits coups alors que le train de tige pivote lentement. Le forage à l'air est généralement utilisé uniquement dans les formations consolidées et semi-consolidées. Dans les formations semi-consolidées et les zones altérées des sols consolidés, l'utilisation d'un tubage pour prévenir l'affaissement du trou de forage

est fréquente. De plus, dans le cadre de projets environnementaux, l'air utilisé doit être filtré afin de prévenir toute infiltration de contaminants dans le trou de forage.

Forage par vibrations

Cette technique de forage fait appel à un moteur hydraulique qui alimente un oscillateur ou une tête dotée de deux poids ou rouleaux excentrés afin de générer de grandes forces dans une tige de forage rotative. La fréquence de vibration du trépan ou du carottier peut varier de 50 à 120 cycles par seconde afin d'optimiser les taux de forage et la pénétration du sol. Un dispositif à deux câbles permet la mise en place simultanée d'un tubage extérieur et d'un tubage intérieur – ou d'un carottier – pour le prélèvement des échantillons. Le tubage intérieur (ou le carottier) devance le tubage extérieur de plusieurs mètres pendant le forage. Lorsque le tubage intérieur est en place, le tubage extérieur vient recouvrir les tiges de forage intérieures et le carottier afin de permettre l'extraction des carottes. Les carottes de forage peuvent être prélevées à même le carottier et elles sont déposées dans un manchon en plastique, un plateau en acier inoxydable ou tout autre réceptacle approprié. Il est ainsi possible d'installer le matériel du puits d'observation à l'intérieur du tubage qu'on retire ensuite par vibrations lorsque le sable et les produits de scellement à base de bentonite sont mis en place. Le forage par vibration est intéressant puisqu'il permet de prélever des carottes continues de large diamètre (jusqu'à 250 mm) sans avoir à utiliser de l'air ou d'autres fluides de forage. La foreuse peut également perforer un large éventail de surfaces, y compris la roche, le bois, le ciment et divers autres débris de construction sans rencontrer de résistance.

1) Planification et préparation pour le forage et l'installation de puits d'observation

- Revoir le plan de forage et d'échantillonnage ainsi que toutes les informations concernant les conditions souterraines des emplacements de forage, y compris le type et les conditions du sol et des eaux souterraines et l'étendue de leur contamination. Voir la section *Choix de l'appareil de forage*.
- Choisir l'appareil de forage, les tarières et la structure de puits appropriés en fonction des conditions de terrain prévues.
- Planifier la conception de chaque puits d'observation bien avant le début des travaux sur le terrain. La conception doit s'appuyer sur le modèle conceptuel de site et respecter les objectifs de l'étude.
- Recueillir et vérifier les renseignements disponibles concernant les services publics souterrains ou de surface.
- Prévoir des emplacements de rechange en cas de conflit entre les emplacements choisis pour les forages et les emplacements des services publics ou les activités du site.
- Rédiger un plan de santé et de sécurité.

- Rédiger un plan de gestion des résidus pour les déblais ou tout autre résidu de forage.

Réserver les services d'un entrepreneur en forage. Confirmer avec lui le type de sol anticipé, la profondeur des installations prévues ainsi que le type et la quantité de matériel d'installation à apporter sur le site, incluant notamment :

- le type de tubage (matériau, épaisseur de la paroi, filetage, etc.) et sa longueur;
- le type de filtre (matériau, épaisseur, largeur de l'ouverture) et sa longueur;
- les bouchons de protection ou les couvercles verrouillables requis pour l'installation du puits;
- le sable et le produit de scellement (p. ex. morceaux de bentonite);
- le ciment;
- les dispositifs de protection des têtes de puits (au-dessus et au niveau du sol);
- les règles étalons (de préférence) ou les rubans à mesurer lestés de longueur appropriée;
- un entonnoir (doté d'une ouverture de 2 à 4 centimètres [cm] pour contrôler le débit du sable et du produit de scellement lorsqu'ils sont versés dans le trou de forage);
- un approvisionnement en eau potable (responsabilité de l'entrepreneur).

- Veiller à ce que les tubages et les filtres soient livrés sur le site emballés dans du plastique pour éviter toute contamination croisée.
- S'assurer que l'entrepreneur apporte un surplus de matériel sur le site (tubage, filtre, sable par exemple) afin de pouvoir faire face aux incertitudes concernant la profondeur des trous de forage, les conditions imprévues et les pertes ou bris d'équipement. Il est conseillé de prévoir 20 % de matériel supplémentaire.

SUR LE SITE :

- S'assurer que l'équipement d'échantillonnage est propre (décontaminé).
- Lorsque les renseignements sur le degré de contamination prévu sont disponibles, s'assurer que les premiers forages sont effectués dans les zones moins contaminées afin de progresser vers les zones les plus contaminées.
- Avant le début du forage, vérifier la longueur des règles étalons et des rubans à mesurer utilisés par l'entrepreneur afin de vérifier si une section a été retirée (ou ajoutée).
- Réviser le plan de santé et de sécurité.
- Tout au long de l'installation, assurer le suivi des paramètres suivants : quantités de matériaux utilisés pour la construction des puits, conditions rencontrées, durée de l'installation, causes et durée des périodes d'arrêt, etc. Noter toutes les observations dans un carnet afin de pouvoir vérifier les coûts de forage après coup.

Prendre toutes les mesures de profondeur à partir de la surface du sol – ou d'un point de référence fixe adjacent au forage.

L'entrepreneur en forage est généralement responsable de l'installation, de la prise des mesures, etc. Vérifier toutes les mesures qui semblent incertaines.

2) Indication des emplacements des forages

Lorsque nécessaire, utiliser un ruban ou une roue à mesurer afin de situer les emplacements de forage par rapport à certains repères fixes.

3) Dégagement des services publics

Le maître de l'ouvrage, l'entrepreneur en forage ou l'entrepreneur responsable des services publics doit s'assurer, sous la supervision du responsable de l'étude, que les forages n'endommageront aucune installation souterraine ou aérienne de service public afin de déterminer au besoin des points d'observation de remplacement.

Se placer à bonne distance des zones souterraines et aériennes de services publics (p. ex. lignes électriques aériennes) avant de commencer le forage.

S'assurer qu'il y a assez d'espace entre la tour de l'appareil de forage et les lignes aériennes les plus proches. Vérifier les distances de travail sécuritaires auprès de l'entreprise d'électricité locale.

Dans certains cas, des mesures préventives supplémentaires doivent être prises pour repérer les installations de services publics avant le début des travaux de forage en procédant notamment à des relevés géophysiques, en exécutant des travaux d'excavation manuelle ou en examinant les trous d'accès des camions de vidange.

Lorsqu'un emplacement est jugé inadéquat en raison de la présence d'installations de services publics, il faut alors choisir un emplacement de remplacement adéquat.

4) Préparation des emplacements de forage

Vérifier le train de tiges, les tarières ou le tubage avant d'amorcer le forage et confirmer auprès de l'opérateur que tout le matériel a été bien décontaminé; demander au besoin à l'opérateur de décontaminer l'équipement.

Lorsque nécessaire, le béton sur la surface du sol peut être brisé à l'aide d'un brise-béton et l'asphalte peut être percé par forage ou coupé à l'aide d'une scie pour le bitume.

Lorsque la contamination de la surface du sol soulève des préoccupations (p. ex. lieux publics ou présence possible de matières dangereuses), placer des toiles de plastique et/ou des panneaux de contre-plaqué autour de l'emplacement de forage afin d'y déposer les déblais. Il est également possible d'effectuer le forage au centre d'un panneau de contre-plaqué qui aura été préalablement percé.

- Lorsque l'appareil de forage est situé dans une zone facilement accessible au public ou aux travailleurs du site, il convient de limiter l'accès de manière sécuritaire à l'aide de barrières, de panneaux de signalisation, de drapeaux, etc.
- Installer une table d'échantillonnage à proximité de l'emplacement de forage pour faciliter le prélèvement et l'enregistrement des échantillons.

5) **Forage/prélèvement et enregistrement des échantillons**

- Commencer le forage. À mesure qu'augmente la profondeur du forage, il faut procéder à l'examen, l'enregistrement et la photographie des échantillons remontés à la surface et prélever des sous-échantillons représentatifs qui serviront aux analyses préliminaires et aux essais en laboratoire, comme prévu au plan de travail du projet.
- Les appareils de carottage et de forage par vibrations produisent des carottes continues à partir desquelles il est possible de prélever des sous-échantillons aux fins d'analyse.
- Lorsque l'échantillonnage se fait à l'aide d'une cuillère fendue (ou de tout autre échantillonneur placé à l'avant du tubage ou de la tarière qui perce le sol), il est recommandé de récolter des échantillons minimalement à chaque 1,5 m. Des intervalles plus courts doivent être utilisés lorsque les conditions du sol sont variables. Les sous-échantillons qui seront utilisés pour les analyses chimiques peuvent être prélevés dans les échantillons obtenus à l'aide d'une cuillère fendue.
- Les sous-échantillons doivent être prélevés aux intervalles, aux profondeurs et dans les types de sol indiqués dans le plan d'échantillonnage. Le nombre et l'emplacement des échantillons varient selon les buts et les objectifs du programme d'échantillonnage.
- Les tarières à tige creuse ou pleine, les appareils de forage à l'air et à la boue ou les équipements de forage Becker génèrent de grandes quantités de déblais (roche, sol).
- Les déblais doivent être séparés en piles de sol contaminé et de sol non contaminé. De cette façon, il est possible de limiter les efforts et les coûts de gestion, de traitement et d'élimination des déblais. Les déblais résiduels pourront être échantillonnés ou stockés dans des barils en vue de leur élimination conformément au plan de traitement des résidus qui doit être préparé avant le début du programme de forage.
- Remplir le rapport de forage (voir l'exemple contenu dans le MOR n° 1) de la façon la plus complète possible. Toutes les mesures de profondeur doivent être prises à partir de la surface du sol. Le rapport doit notamment inclure les renseignements suivants :
 - l'identification du dossier et du site et le numéro du trou de forage;
 - le type de train de tiges utilisé (tarière à tige creuse, forage à l'air, etc.), le diamètre du tubage et de la tarière, le type de trépan (le cas échéant) et le taux de progression;

- le type d'échantillon recueilli (p. ex. à l'aide d'une cuillère fendue ou échantillon instantané – c'est-à-dire remonté à la surface par l'air ou prélevé sur une tarière à tige pleine);
- la profondeur de prélèvement des échantillons (début et fin de la plage de profondeur);
- le début et la fin de la plage de profondeur et une description de toutes les zones de remblaiement ou de toutes les unités stratigraphiques observées; les limites franches doivent être indiquées d'un trait plein à la profondeur appropriée;
- une description de chaque échantillon;
- le pourcentage d'échantillons récupérés (p. ex. 50 % lorsque seulement 23 centimètres [cm] d'échantillon ont été prélevés à l'aide d'une cuillère fendue enfoncée sur une profondeur de 46 cm); les techniques de forage et d'échantillonnage utilisées ont souvent une incidence significative sur le prélèvement des échantillons;
- le numéro de l'échantillon;
- les conditions d'humidité de l'échantillonneur lorsqu'il est remonté à la surface (p. ex. présence d'eau sur la cuillère fendue), s'il y a lieu;
- toutes observations significatives au sujet de l'eau souterraine.

□ **Prélèvement d'échantillons pour l'analyse de COMPOSÉS VOLATILS**

- La plupart des méthodes d'échantillonnage des sols et de prélèvement des sous-échantillons engendrent une perte de composés chimiques volatils.
- Les échantillons prélevés dans les déblais produits par les appareils de forage à l'air ou à l'eau et les équipements de forage Becker ne conviennent pas à l'analyse des paramètres chimiques des composés volatils.
- Les carottes prélevées à l'aide d'un **appareil de forage par vibrations** sont généralement déposées dans des sacs de plastique dès qu'elles sont récupérées. Il est important de noter que le train de tiges se réchauffe parfois en pénétrant le sol, ce qui peut causer une certaine volatilisation des contaminants. L'examen des carottes peut être fait à même les sacs en perçant des trous dans le plastique pour prendre des mesures de vapeurs organiques à divers endroits le long de la carotte à l'aide notamment d'un détecteur à photo-ionisation (DPI). Il est souvent souhaitable de prélever des sous-échantillons dans les zones présentant des lectures de DPI élevées. Ces sous-échantillons peuvent être recueillis en grattant la surface de la carotte et en insérant rapidement un dispositif de carottage pour prélever un sous-échantillon relativement peu exposé. La carotte, d'environ 5 g, est alors extrudée dans un flacon

de laboratoire contenant un agent de conservation (méthanol ou bisulfate de sodium sous forme aqueuse), et le flacon est refermé. Remplir l'étiquette d'échantillonnage et placer l'échantillon dans une glacière contenant des blocs réfrigérants.

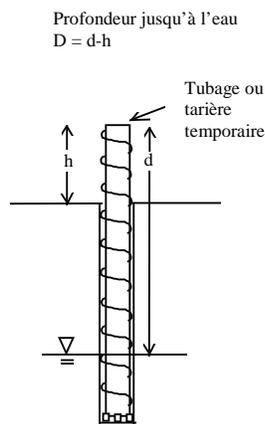
- Il est possible de prélever des échantillons pour l'analyse des composés volatils en plaçant un tube de laiton propre dans une **cuillère fendue** avant de l'enfoncer dans le sol. Lorsque la cuillère est récupérée, il est essentiel de retirer rapidement le tube de laiton et d'envelopper ses deux extrémités de papier d'aluminium qui sera tenu en place par du ruban adhésif. Le tube doit être ensuite étiqueté et placé dans une glacière contenant des blocs réfrigérants.
- Des sous-échantillons pour l'analyse des composés organiques volatils (COV) peuvent être prélevés à partir des échantillons provenant d'une cuillère fendue au moyen d'un dispositif hermétique comme l'échantillonneur En Core^{MC}, conçu pour limiter les pertes de COV. Prendre note que le temps de conservation pour les échantillonneurs hermétiques est de 48 h.
- Des sous-échantillons prélevés sur les échantillons provenant de cuillères fendues peuvent également servir à l'analyse des COV, mais les résultats risquent d'être biaisés à la baisse en raison de pertes importantes de composés volatils.
- Prélèvement de sous-échantillons pour l'analyse de composés NON VOLATILS ou SEMI-VOLATILS**
- Prélever des sous-échantillons à partir d'échantillons provenant d'une cuillère fendue, d'une tarière ou d'un appareil de forage par vibrations à l'aide d'une truelle propre après avoir enlevé les surplus de sol pouvant maculer les échantillons. Placer les sous-échantillons dans les contenants appropriés, fermer les contenants hermétiquement et remplir les étiquettes.
 - Lorsqu'un équipement de forage Becker ou des appareils de forage à l'air ou à la boue sont utilisés, les sous-échantillons peuvent être prélevés à l'aide d'un tamis ou d'un filtre dans les déblais qui sont remontés à la surface. Les fractions fines sont souvent limitées ou même absentes. De plus, les équipements de forage Becker pulvérisent parfois les matières plus grossières, rendant ainsi les sous-échantillons non représentatifs. Placer les sous-échantillons dans les contenants appropriés, fermer les contenants hermétiquement et bien les étiqueter. Les échantillons prélevés à l'aide des équipements de forage Becker et des appareils de forage à l'air ou à la boue sont très perturbés et ne conviennent pas aux analyses de caractérisation environnementale.
- Placer tous les échantillons dans une glacière contenant des blocs réfrigérants et s'assurer de les maintenir à une température ≤ 10 °C (mais supérieure au point de congélation) pendant le transport et avant les analyses.
- Décontaminer les échantillonneurs entre les prélèvements.
- 6A) Choix des échantillons aux fins d'analyse**
- Choisir les échantillons de sol en fonction des objectifs de l'étude.

6B) Formulaire de la chaîne de conservation des échantillons

- Remplir le formulaire de la chaîne de conservation des échantillons; garder une copie du document et transmettre le formulaire dûment rempli avec les échantillons au laboratoire d'analyse.

6C) Emballage, entreposage et expédition des échantillons

- S'assurer que les échantillons sont expédiés au laboratoire de manière à laisser suffisamment de temps pour commencer les analyses en respectant les délais de conservation recommandés. Tenir compte des éventuels délais de livraison ou de transport qui pourraient survenir lorsque les échantillons sont expédiés à la fin d'une journée de travail ou à la fin de la semaine.

7A) Évaluation des caractéristiques du trou de forage

- Lorsque le forage est terminé, mesurer la profondeur du trou à l'aide d'une règle étalon ou d'un ruban lesté par le train de tige, les tarières, le tubage temporaire ou directement dans le trou (lorsque les tarières à tige pleine sont retirées). Noter les mesures dans le carnet de terrain.

REMARQUE : Au moment de mesurer la profondeur du forage à l'aide d'un ruban lesté (en particulier, au moment de mettre en place le sable filtrant et les produits de scellement), l'entrepreneur doit faire bouger le ruban de haut en bas pour s'assurer qu'aucun débris ne bloque sa course jusqu'au fond du trou.

- Mesurer la distance entre la surface du sol et la surface de l'eau dans le trou de forage et la noter dans le carnet de terrain. Noter également le temps écoulé entre la fin du forage et la prise de la mesure.
- Le niveau d'eau dans le trou de forage peut être plus bas que le niveau réel de la nappe phréatique dans les situations suivantes :
 - un court laps de temps s'est écoulé entre la prise de la mesure et la fin du forage;
 - la formation contient de l'argile ou du silt (matières à faible perméabilité);
 - un appareil de forage à l'air a été utilisé (ce qui peut temporairement éloigner l'eau du trou de forage).
- Le niveau d'eau dans le trou de forage peut être plus haut que le niveau réel de la nappe phréatique à cause de l'eau versée dans le tubage d'installation ou le trou de forage pour

éliminer la sous-pression, qui a parfois pour effet d'introduire du sol dans le trou de forage.

7B) Abandon de trous de forage

- Les forages dans lesquels ne seront pas aménagés de puits d'observation doivent être abandonnés selon les règles établies après la prise en note de leurs caractéristiques. Ils doivent être scellés sur toute la longueur avec un coulis approprié (p. ex. de la bentonite ou un mélange de ciment et de bentonite). Il est parfois nécessaire d'utiliser un tube de bétonnage pour s'assurer que le trou de forage est bien scellé sur toute sa longueur.

8) Conception du puits d'observation

- Consulter une personne ressource qualifiée (géologue ou hydrogéologue) pour concevoir la structure définitive du puits d'observation (incluant la longueur et le positionnement du filtre et l'installation de la couche de sable filtrant) qui tiendra compte des conditions géologiques du site, du niveau de l'eau et des objectifs de l'étude.
- Dessiner un croquis du tubage décrit dans les notes et inscrire le nombre et le type de pièces qui seront utilisées.

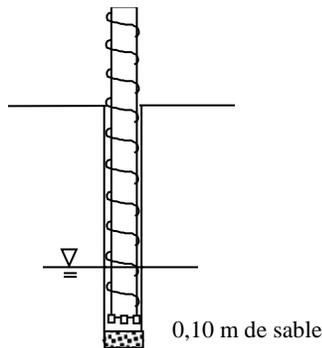
9) Assemblage des éléments du puits d'observation



- | | | |
|-------------------------|--------------------------|--|
| Tubage | <input type="checkbox"/> | Déposer les pièces du puits d'observation sur des toiles de plastique ou des panneaux de contre-plaqué placés à proximité du lieu de forage afin d'éviter toute contamination croisée (par contact avec le sol). |
| Dispositif d'étanchéité | <input type="checkbox"/> | S'assurer que l'entrepreneur de forage porte des gants propres ou qu'il met des gants de nitrile au moment d'assembler le puits. |
| Filtre | <input type="checkbox"/> | Le tubage, le filtre et le bouchon de protection doivent être assemblés. La longueur totale du puits doit être calculée et notée dans le carnet de terrain. |
| Bouchon de protection | <input type="checkbox"/> | |

IMPORTANT : Vérifier le bon état de tous les joints toriques et des sections filetés entre les pièces du puits afin d'assurer une étanchéité hydraulique optimale.

- Comparer la longueur du puits assemblé et la longueur souhaitée pour la corriger au besoin.

10) Préparation du trou de forage (si nécessaire)

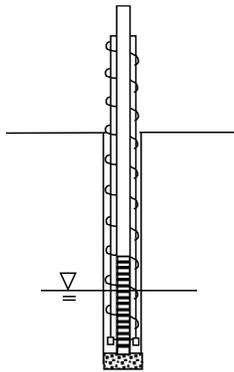
Volume
 $V = L \times \pi (0,5 \times D)^2$
 où
 D = diamètre extérieur des tarières ou du tubage temporaire
 L = longueur du trou de forage à remplir

- Lorsque le puits est conçu pour reposer au fond du trou de forage, il est nécessaire d'ajouter une couche de sable filtrant d'au moins 0,10 m dans le fond du trou avant d'installer le puits.
- Lorsque le fond du trou de forage se trouve à plus de 0,5 m en dessous de la profondeur prévue pour le filtre (et que la conception du filtre ne prévoit pas un tel espace), cette section du trou doit être remplie pour atteindre la profondeur requise en respectant les modalités suivantes :
 - Calculer le volume de matériau nécessaire pour remplir la section du trou pour qu'il atteigne la profondeur souhaitée. Utiliser le diamètre extérieur du tubage temporaire ou des tarières pour effectuer le calcul (puisque le tubage temporaire ou le train de tiges sera tiré au-dessus de cette section au moment du remplissage).
 - Le mélange de bentonite et de remblais propres doit comprendre une part de morceaux de bentonite pour trois parts de remblais propres.
 - Laisser le ruban lesté ou la règle étalon dans le trou de forage pendant le remplissage en le secouant de haut en bas en versant le mélange.

IMPORTANT : Il est possible de prévenir le voûtage en secouant de haut en bas le ruban lesté ou la règle étalon de manière à déloger le matériel qui adhère aux parois du trou, au tubage temporaire ou au matériel d'assemblage du puits (et qui pourrait les desserrer et les faire chuter).

En cas de voûtage, consulter l'annexe A du mode opératoire.

- Verser le mélange de remblai lentement dans le trou ou le tubage temporaire.
- Comparer le volume de matériau requis pour remplir la section du trou avec le volume prévu. Lorsque le volume de matériau utilisé est plus grand que le volume prévu, le trou est trop grand (les parois ont pu s'ébouler ou s'affaisser pendant le forage).

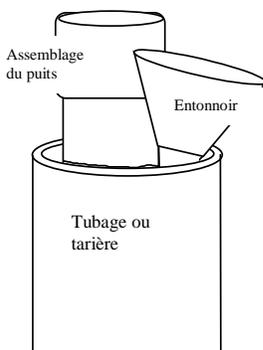
11) Installation du puits d'observation

- L'assemblage du puits (tubage, filtre et bouchon de protection) doit être placé dans le trou dans le bon ordre (le bouchon en premier) jusqu'à ce qu'il touche le fond du trou de forage et qu'il repose sur la couche filtrante de 0,10 m (ou qu'il atteigne la profondeur prévue s'il est suspendu).
- L'assemblage suspendu doit être solidement fixé dans le trou de forage.
- Mesurer et noter au centimètre près la hauteur de la partie du tubage qui se trouve au-dessus du sol (ou de tout autre point de référence fixe comme le plancher de l'appareil de forage).

IMPORTANT : S'assurer que le couvercle du puits est bien fixé pour éviter l'infiltration de débris au moment de la mise en place de la couche de sable filtrant et du produit de scellement.

12) Mise en place de la couche de sable filtrant (ou du matériau filtrant)

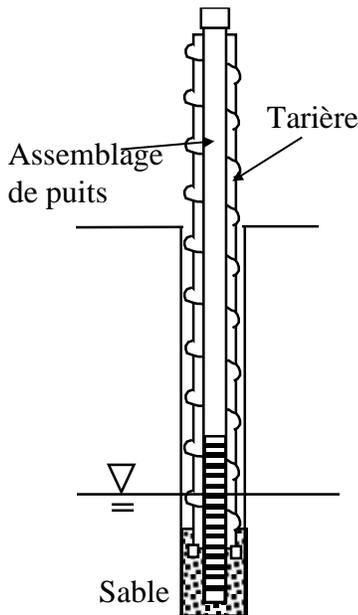
- Calculer le volume de sable nécessaire pour remplir la partie de couche filtrante.



- S'assurer que l'assemblage du puits est bien centré dans le trou (des centreurs de tubage en PVC peuvent être utilisés pour que le puits demeure bien centré pendant l'installation.)
- Mesurer et noter une fois de plus la profondeur du trou de forage.
- Le ruban lesté ou les règles étalons doivent rester dans le trou de forage pendant l'ajout du sable filtrant du côté opposé à celui du remplissage.
- À l'aide d'un entonnoir servant à contrôler le débit et la trajectoire des matériaux de remplissage, verser le sable filtrant lentement dans l'espace annulaire en déplaçant le ruban lesté ou la règle étalon de haut en bas.

IMPORTANT : Ne jamais verser plus de 0,5 m de sable filtrant dans l'espace annulaire sans remonter partiellement le tubage temporaire ou le train de tiges afin d'éviter le voûtage.

En cas de voutage, consulter l'annexe A du mode opératoire.



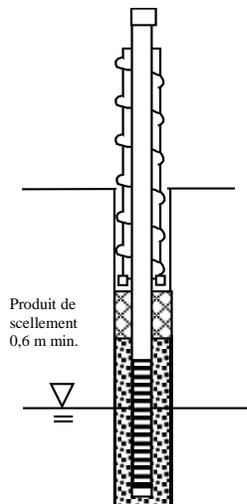
A) Installation dans des trous non tubés

- Lorsque le sable atteint la hauteur souhaitée (règle générale, le haut de la couche de sable filtrant doit se trouver environ à 0,3 m au-dessus de l'extrémité supérieure du filtre), mesurer et noter la profondeur du sable dans le journal d'installation.

B) Installation dans des tubages temporaires

- I) Verser du sable jusqu'à ce qu'il forme une couche d'environ 0,50 m au-dessus de la partie inférieure du tubage temporaire et du train de tiges.
- II) Mesurer et noter la profondeur du sable.
- III) Le tubage temporaire et le train de tiges doivent être soulevés (d'environ 0,5 m) afin d'exposer une nouvelle section du trou de forage. Le sable descend ainsi lentement au fur et à mesure que le tubage est soulevé et que le trou est exposé (tel qu'indiqué par l'augmentation de l'épaisseur du sable).
- IV) Mesurer et noter la nouvelle profondeur du sable pour la comparer à la mesure précédente afin de s'assurer que le sable filtrant n'est pas soulevé par le tubage/train de tiges.
- V) Ajouter du sable et soulever le tubage/train de tiges progressivement jusqu'à ce que l'épaisseur du sable filtrant prévue soit atteinte.

13) Mise en place du produit de scellement



- Le produit de scellement doit être mis en place de la même façon que le sable filtrant (c'est-à-dire progressivement, au fur et à mesure que le tubage est soulevé), mais il doit être **versé encore plus lentement pour prévenir le voutage**.
- Calculer le volume nécessaire pour remplir la section prévue.
- Le produit de scellement doit atteindre une épaisseur minimale de 0,6 m.** Toutefois, l'épaisseur peut varier en fonction des caractéristiques du sol et de l'espace disponible dans le trou de forage. Par exemple, si le sable filtrant se retrouve près de la surface du sol, ou si plusieurs couches productives doivent être installées dans le trou (c'est-à-dire un puits d'observation et une sonde de gaz

souterrains ou un piézomètre), il est possible qu'il n'y ait pas assez d'espace pour mettre une couche de produit de scellement de 0,6 m.

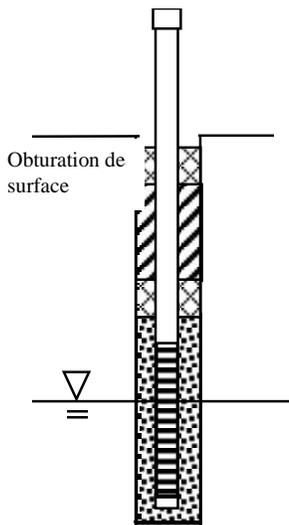
IMPORTANT : Le produit de scellement est généralement constitué de morceaux ou de pastilles de bentonite. La bentonite (un minéral argileux) devient collante lorsqu'elle est humide; par conséquent, le voûtage est un problème assez fréquent au moment de l'installation de produits de scellement. De plus, lorsqu'une voûte s'est formée, elle peut s'hydrater et prendre de l'expansion, amplifiant ainsi le problème.

- Mesurer et noter la distance entre la partie supérieure du produit de scellement et la surface du sol.

14) Mise en place de matériaux de remblai sur le produit de scellement (si nécessaire)

- Lorsque la partie supérieure de l'obturation de surface est plus basse que la surface du sol, l'espace annulaire doit être scellé jusqu'à une hauteur minimale de 0,6 m de la surface du sol.
- Pour l'opération de remblayage, il est fortement conseillé d'utiliser un coulis à base de bentonite comme le Volclay^{MC} afin d'éviter que le trou ne devienne une voie potentielle de migration des contaminants. Il est possible d'utiliser d'autres produits de scellement moins efficaces selon les disponibilités et les conditions du site. Cela peut comprendre des morceaux ou pastilles de bentonite qui sont hydratés une fois en place, ou des mélanges de poudres à base de bentonite et de remblais granulaires non contaminés (du sable, par exemple). Les mélanges doivent être constitués d'au moins une part de bentonite pour cinq parts de remblais.
- Mettre le matériau de remblai en place de la même façon que la couche de sable filtrant.

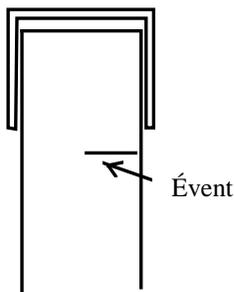
IMPORTANT : Après la mise en place du sable filtrant et du produit de scellement dans un puits d'observation situé dans un sol de faible perméabilité (argile, till, roche non fracturée, etc.), il est important de remplir l'espace annulaire jusqu'à la surface du sol avec un coulis à base de bentonite afin d'éviter que le puits ne devienne un conduit vertical pour l'eau de surface.

15) Obturation de surface

- Sceller la partie supérieure du trou de forage (0,6 m) pour prévenir l'infiltration d'eau de surface. Voir l'étape 16 ci-dessous s'il est nécessaire d'installer une structure protectrice de surface.

16) Installation d'équipement de protection de surface

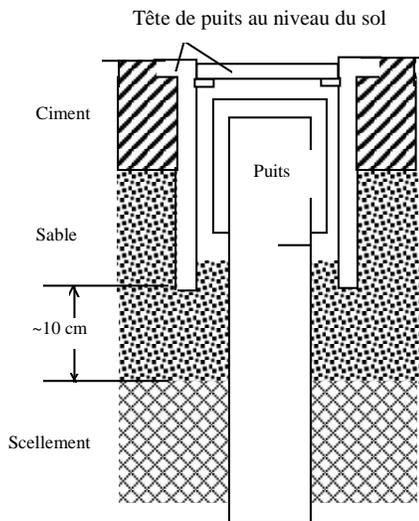
- L'équipement de protection de surface d'un puits doit être déterminé en fonction des conditions du site. Il peut comprendre :
 - une tête de puits verrouillable facile à repérer (p. ex. dans les zones végétalisées). Ce type d'installation convient bien aux sites où les risques de bris sont peu élevés en raison d'une faible circulation de véhicules; ou
 - une tête de puits installée au niveau du sol. Ce type d'installation est généralement doté d'un couvercle boulonné.

A) Tête de puits verrouillable au-dessus du niveau du sol

- Mesurer et couper (si nécessaire) le tubage du puits d'observation afin qu'il puisse entrer dans l'assemblage de l'équipement de protection de surface. Laisser assez d'espace pour le couvercle du puits d'observation.
- Couper le tubage de façon à ce que le couvercle du puits se retrouve à une distance de 2 à 5 cm du couvercle de l'assemblage de protection (afin de pouvoir le retirer manuellement).
- Placer fermement le couvercle du puits ou le bouchon verrouillable sur le tubage sans le forcer puisqu'il serait difficile de le retirer. Lorsque l'ajustement est trop serré, poncer le tubage jusqu'à ce que l'ajustement soit parfait.
- L'assemblage doit être maintenu en place à l'aide de ciment.

- Après l'installation du couvercle, percer un évent dans la partie supérieure du tubage (sous le niveau du couvercle) afin de favoriser l'équilibre entre le volume d'air du tubage et les variations barométriques.
- L'assemblage de protection de surface doit être marqué à l'aide d'une étiquette métallique ou d'un bâton de peinture en y inscrivant le numéro d'identification du puits, la date d'achèvement, la profondeur du tubage et l'intervalle de filtre du puits.

B) Tête de puits encastrée au niveau du sol



- Mesurer et couper (si nécessaire) le tubage du puits d'observation afin qu'il puisse entrer dans l'assemblage de protection du puits encastré au niveau du sol.
 - Couper le tubage de façon à ce que le couvercle du puits se trouve à une distance de 2 à 5 cm du couvercle de l'assemblage.
 - Placer le couvercle du puits ou le bouchon verrouillable sur le tubage sans le forcer. Lorsque l'ajustement est trop serré, poncer le tubage jusqu'à ce que l'ajustement soit parfait.
 - Placer l'assemblage de protection dans le trou de forage; le produit de scellement doit se trouver 0,1 m en dessous de la partie inférieure de l'assemblage de protection encastré – retirer au besoin du produit de scellement.
- Ajouter du sable filtrant afin de remplir en partie l'intérieur de l'assemblage de protection, en évitant que le niveau du sable dépasse le dessus du tubage.

IMPORTANT : Le sable filtrant est utilisé pour drainer l'eau de surface qui pourrait s'infiltrer dans l'assemblage de protection. L'eau pourra ainsi être drainée de l'assemblage en passant par le filtre pour se disperser dans le sol environnant. Si de l'eau pénètre dans l'assemblage, elle risque de s'infiltrer dans le puits par l'évent et ainsi d'altérer les propriétés chimiques de l'eau ou même d'introduire des contaminants dans le puits d'observation.

- Remplir l'espace annulaire avec du ciment afin de maintenir l'assemblage en place.
- L'assemblage de protection doit être marqué à l'aide d'une étiquette métallique ou d'un bâton de peinture en y inscrivant le numéro d'identification du puits, la date d'achèvement, la profondeur du tubage et l'intervalle de filtre du puits. Ne pas utiliser de marqueurs à pointe de feutre puisque leurs marques s'effacent facilement.

17) Signalement et description des emplacements des puits d'observation

- Indiquer les emplacements des puits d'observation sur le plan du site et calculer la distance qui les sépare de deux ou trois points de références fixes. Indiquer les emplacements des dispositifs de protection de puits à l'aide de jalons de référence ou d'un système de signalisation permettant de les repérer facilement.

- Lorsque tous les trous de forage ont été forés et que les puits d'observation ont été installés, noter la hauteur de la surface du sol et de l'assemblage de protection au-dessus de chaque puits.

ANNEXE A**Directives en cas de voûtage pendant l'installation de puits d'observation**

- 1) Faire bouger le ruban lesté ou la règle étalon de manière verticale dans un mouvement de montée et de descente.

IMPORTANT : Lorsque le ruban ou la règle peut bouger de haut en bas sans toutefois parvenir à dépasser la voûte, un vide s'est vraisemblablement créé dans l'espace annulaire. Lorsqu'il est impossible de bouger le ruban ou la règle, les matériaux versés dans l'espace annulaire ont probablement atteint un niveau plus élevé que prévu (en raison de calculs ou de mesures erronés) et l'extrémité du ruban ou de la règle est possiblement ensevelie. Dans ce cas, tirer légèrement plus fort sans force excessive pour éviter de briser le ruban ou la règle.

- 2) Tenter de retirer le ruban lesté ou la règle étalon du trou de forage.
- 3) Lorsqu'il est possible de retirer le ruban ou la règle, mesurer et noter la profondeur entre le sol et la voûte. Lorsqu'il est impossible de les retirer, prendre la mesure à l'aide d'un deuxième appareil de mesure (si disponible).
- 4) Évaluer l'épaisseur de la voûte; il est souvent possible de détecter la limite inférieure de la voûte en retirant le ruban lesté.
- 5) Lorsqu'une voûte se forme à proximité du fond du trou de forage, vérifier la longueur du tubage temporaire pour s'assurer qu'il n'y a pas de sable filtrant ou de produit de scellement à l'intérieur (il est possible que le niveau du sable filtrant soit tout simplement trop élevé).
- 6) Utiliser le ruban ou la règle pour tenter de déloger le matériel formant la voûte (mesurer la profondeur).
- 7) Bouger l'assemblage du puits pour tenter de déloger le matériel formant la voûte (mesurer la profondeur).
- 8) **Consulter le coordonnateur ou le gestionnaire de projet avant d'entreprendre la prochaine étape :**
 - Lorsque le matériel ne peut être délogé, on peut, en derniers recours, verser de 5 à 10 litres d'eau potable dans l'espace annulaire.
 - Noter le volume d'eau utilisé et prélever un échantillon de cette eau pour qu'elle soit analysée afin de détecter les mêmes paramètres chimiques que l'eau souterraine qui sera prélevée à cet endroit.
 - Lorsque de l'eau a été ajoutée pendant la mise en place du puits, il est recommandé de purger un volume d'eau trois fois plus grand que celui qui a été ajouté.

Directives en cas de voûtage pendant l'installation de puits d'observation (suite)

- 9) Mesurer une fois de plus la profondeur afin de déterminer si la voûte s'est déplacée.
- 10) Répéter au besoin les étapes 5 à 7 et mesurer la profondeur jusqu'à la voûte.
- 11) Si la voûte n'a toujours pas bougé, mesurer et noter la distance qui sépare le dessus du puits et la surface du sol (au centimètre près).
- 12) Remonter le tubage temporaire et le train de tiges de 0,20 m.
- 13) Mesurer de nouveau la distance qui sépare le dessus du puits et la surface du sol pour déterminer si l'assemblage du puits a été soulevé en même temps que le tubage temporaire et le train de tiges. Si tel est le cas, il faut essayer de pousser sur l'assemblage pour le replacer à sa profondeur initiale.
- 14) Répéter au besoin les étapes 5 à 8.
- 15) Si la voûte est toujours en place, essayer de retirer l'assemblage du puits du trou.
- 16) S'il est possible de retirer l'assemblage, il faut alors le démanteler (si nécessaire en raison de sa longueur) et le décontaminer. Placer ensuite les composantes du puits sur la toile de plastique ou les panneaux de contreplaqué. Lorsque le tubage ne peut être retiré, il faut abandonner le trou en respectant les règles d'usage à cet égard.
- 17) Mesurer la profondeur du trou pour déterminer si la voûte est toujours en place.
- 18) Si le matériel est toujours coincé, demander à l'entrepreneur de le déloger à l'aide de tiges de forage.
- 19) Forer de nouveau le trou à la profondeur désirée et le mesurer.
- 20) Recommencer l'installation.

BIBLIOGRAPHIE

United States Environmental Protection Agency (USEPA). 1996. *Standard Operating Procedure 2048 – Monitor Well Installation*.

MODE OPÉRATOIRE RECOMMANDÉ NOMBRE 2: ÉCHANTILLONNAGE DU SOL

- PORTÉE** Le présent mode opératoire recommandé (MOR) offre des instructions sur la manière de prélever des échantillons de sol représentatifs dans le but de procéder à leur caractérisation chimique. Il existe plusieurs techniques d'échantillonnage du sol, et des procédures particulières de prélèvement peuvent s'appliquer à chacune de ces techniques. La description complète de toutes ces procédures déborde cependant le cadre de ce mode opératoire. Pour de plus amples renseignements au sujet de l'échantillonnage des sols, consulter le volume 1 du *Guide sur la caractérisation environnementale des sites dans le cadre de l'évaluation des risques pour l'environnement et la santé humaine* (volume intitulé *Orientations*).
- BUT** Prélèvement d'échantillons de sol pour procéder à des analyses chimiques.
- QUAND?** Les échantillons de sol *in situ* sont généralement prélevés à trois des étapes d'évaluation et d'assainissement des lieux contaminés :
- 1) Au moment du programme d'essais préliminaires servant à évaluer les impacts potentiels sur les sols;
 - 2) Au moment du programme d'essais détaillés servant à délimiter l'étendue de la zone de contamination;
 - 3) Au moment de l'échantillonnage de confirmation qui permet d'évaluer l'efficacité des mesures correctives visant à réduire les concentrations de substances chimiques dans le sol.
- Les échantillons *ex situ* servent généralement à évaluer les concentrations générales de substances chimiques dans un volume de sol donné (p. ex. échantillonnage dans un dépôt de déblais).
- POURQUOI?** L'échantillonnage des sols sert notamment à déterminer et à définir les limites de contamination *in situ*, à évaluer la nécessité de procéder à un examen plus poussé de l'étendue des zones de contamination, à établir les mesures correctives appropriées, à évaluer la qualité chimique globale des sols excavés sur un site donné pour déterminer le traitement approprié ainsi qu'à vérifier les concentrations en vue de l'élimination et du traitement hors site.
- COMMENT?** Il existe plusieurs techniques d'échantillonnage de sol. Le choix de la méthode d'échantillonnage dépend principalement de ce qui suit : 1) le type de sol échantillonné (géologie, caractéristiques du sol); 2) les analyses qui seront

exécutées; 3) la profondeur de l'échantillonnage (faible ou élevée); 4) le type ou le but de l'échantillon prélevé (ponctuel ou composite, exploratoire ou de confirmation).

Les échantillons de sol sont parfois analysés à l'aide de trousse d'analyse portatives pour y déceler la présence de composés organiques volatils ou de substances chimiques précises. La technique de l'espace de tête (sèche ou humide) et divers instruments comme le détecteur à photo-ionisation portatif (DPI), le détecteur à ionisation de flamme (DIF) ou le détecteur de gaz inflammable permettent également de détecter les vapeurs du sol. Un plus grand volume d'échantillon doit être prélevé lorsque des analyses sur le terrain sont effectuées.

TYPES

Échantillon ponctuel *in situ* : L'échantillon ponctuel *in situ* se définit comme suit :

Échantillon prélevé d'un seul point d'échantillonnage ou emplacement et généralement obtenu après une seule utilisation de l'outil de prélèvement.

Échantillons composites : L'échantillon composite se définit comme suit :

Échantillon obtenu en combinant un certain nombre d'échantillons ponctuels en un seul échantillon homogène pour représenter les concentrations moyennes de l'aire et du volume de matières dans lesquelles ont été prélevés les échantillons ponctuels combinés.

L'échantillonnage composite ne devrait jamais être utilisé lorsque des analyses de composés volatils ou semi-volatils sont requises puisqu'il peut engendrer des pertes de composés volatils. L'échantillonnage composite peut causer une dilution des concentrations de contaminants; voir le volume 1, section 5.3.4, pour plus d'information sur les exigences relatives à l'utilisation de l'échantillonnage composite.

PRÉLÈVEMENT Les activités de prélèvement et de manipulation des échantillons doivent recevoir une attention toute particulière. Règle générale, chaque manipulation, du prélèvement des échantillons jusqu'à leur entreposage dans les contenants appropriés, peut accroître le risque d'erreur ou de biais des résultats d'analyse. Il est par conséquent important de minimiser les manipulations et les perturbations du sol au moment de l'échantillonnage.

Dans la mesure du possible, il faut utiliser du matériel d'échantillonnage propre et adéquat (décontaminé ou neuf et jetable) afin de minimiser les risques de biais d'échantillonnage. Par ailleurs, certaines substances chimiques réagissent au contact de divers matériaux; par conséquent, il importe de vérifier la composition de toutes les pièces d'équipement avant d'entreprendre

l'échantillonnage (p. ex. les crayons-feutres qui ne sont pas hydrosolubles contiennent des substances chimiques qui pourraient influencer les résultats des analyses de composés organiques volatils [COV]). Il est recommandé de porter des gants de nitrile jetables qui devront être changés après le prélèvement de chacun des échantillons. Il est également recommandé d'utiliser de l'équipement en acier inoxydable de bonne qualité, car il est solide, peu réactif et facile à décontaminer sur le site au moyen de méthodes conventionnelles (c.-à-d. brossage pour éliminer la contamination grossière, lavage avec un détergent pour laboratoire [p. ex. Alconox^{MC} ou Liquinox^{MC}] ou des solvants et rinçage avec de l'eau distillée). Il est toutefois établi que des traces de nickel peuvent se dégager de l'acier inoxydable. Par conséquent, les contacts entre les échantillons et l'acier doivent être réduits au minimum lorsque le site contient des CPP.

Puisqu'il est possible de détecter de très faibles concentrations de composés volatils en laboratoire, les personnes qui travaillent sur le site doivent éviter de fumer ou de porter des parfums. Il est recommandé de ne pas fumer dans un véhicule qui transporte des échantillons et de bien se laver les mains avant chaque séance d'échantillonnage. De plus, les échantillons ou l'équipement d'échantillonnage ne doivent jamais être exposés aux émissions des tuyaux d'échappement ou à toute autre source de contamination.

ENTREPOSAGE Les échantillons de sols prélevés pour les analyses chimiques doivent être conservés dans des contenants appropriés et être réfrigérés immédiatement (c.-à-d. dans une glacière remplie de glace) avant et pendant le transport vers le laboratoire d'analyse. Pendant le transport, les échantillons doivent être maintenus à une température ≤ 10 °C pour éviter toute altération biologique susceptible de biaiser les résultats d'analyse; ils doivent également être maintenus à une température supérieure au point de congélation (car le gel, en provoquant l'expansion des échantillons, pourrait endommager les contenants).

Il est important de manipuler les échantillons avec soin afin de prévenir toute contamination. Les échantillons ou le matériel d'échantillonnage ne doivent pas être exposés aux émissions des tuyaux d'échappement ou à toute autre source de contamination.

Les périodes de conservation varient selon les composés chimiques; par conséquent, les échantillons doivent être envoyés au laboratoire d'analyse le plus rapidement possible, idéalement la journée même de leur prélèvement. Afin de respecter les délais de conservation, l'échantillonneur doit établir, en collaboration avec le laboratoire d'analyse, un plan de prélèvement et d'expédition des échantillons.

Il est également important de noter que le type et la composition des contenants d'échantillonnage peuvent varier selon les analyses requises. Il est donc

primordial d'indiquer au laboratoire le type d'analyses à effectuer afin qu'il fournisse les bons contenants. Règle générale, des contenants de verre propres sont utilisés pour les analyses organiques et des contenants de plastique pour l'analyse des métaux.

LISTE DE VÉRIFICATION POUR L'ÉCHANTILLONNAGE

Planification et préparation

- Procéder à une révision complète des caractéristiques du site et des objectifs de l'échantillonnage.
- Déterminer les contaminants potentiellement préoccupants (CPP) et les profondeurs auxquelles ils sont susceptibles de se trouver. Choisir les techniques et l'équipement d'échantillonnage et d'analyse en fonction des caractéristiques du site et des objectifs du projet. Revoir les exigences en matière de santé et de sécurité établies en tenant compte des caractéristiques du site et des CPP. Élaborer un plan de santé et de sécurité propre au projet (aspect qui dépasse le cadre de ce MOR), effectuer toutes les vérifications appropriées (localisation des services publics, infrastructure souterraine, etc.) et mettre en place toutes les mesures de santé et de sécurité nécessaires (gants et vêtements résistants aux substances chimiques, dispositifs de protection des voies respiratoires, dispositifs de protection pour les yeux et les oreilles, etc.).
- Rassembler, étalonner et préparer selon les besoins l'équipement requis, notamment l'équipement de surveillance, les trousseaux d'analyse, les dispositifs d'échantillonnage, les contenants fournis par le laboratoire d'analyse, etc.
- Établir le volume d'échantillons requis compte tenu des objectifs du projet. S'assurer que la technique d'échantillonnage choisie peut produire le volume prévu, sinon choisir une autre méthode d'échantillonnage.
- Vérifier auprès du laboratoire d'analyse les exigences applicables concernant le prélèvement et la conservation des échantillons, y compris les temps de conservation. Établir un plan d'échantillonnage permettant de respecter les délais de conservation. Indiquer clairement le délai de conservation de chaque substance chimique et les limites de détection selon les critères en vigueur.
- Déterminer les échantillons de contrôle de la qualité qui seront prélevés sur le terrain pour le projet, incluant les échantillons en duplicata, les blancs de terrain, les blancs d'équipement et les blancs de transport (consulter le chapitre 3 du volume *Orientations* pour de plus amples

renseignements à ce sujet) et en planifier le prélèvement. Il est recommandé d'utiliser des contenants fournis par le laboratoire. Si possible, exécuter des essais de contrôle de la qualité au début du programme d'échantillonnage afin de pouvoir apporter les modifications nécessaires, au besoin. Les limites de détection doivent être fixées en fonction des critères établis.

- Réunir l'équipement, les contenants, le matériel et les documents nécessaires avant d'entreprendre les travaux sur le terrain.

Prélèvement d'échantillons

- 1) Disposer l'équipement d'échantillonnage dans un endroit accessible et propre. Recouvrir l'équipement d'une feuille de plastique pour éviter qu'il soit en contact avec le sol ou tout autre contaminant. Vérifier le bon état des appareils. Préparer, au besoin, le matériel de décontamination.
- 2) Préparer un carnet de terrain ou des feuilles d'échantillonnage pour noter les prélèvements d'échantillons, les observations et les résultats des analyses sur le terrain. Conserver le carnet ou les feuilles d'échantillonnage dans un endroit propre, sécuritaire et facilement accessible.
- 3) Prélever les échantillons de sol en portant des gants jetables neufs et au moyen de l'équipement choisi pour le projet (truelle, carottier à main, appareil de forage, pelle rétrocaveuse, etc.). Essayer de prélever assez de matière pour remplir au moins le contenant d'échantillonnage et pour effectuer si possible des analyses ou des essais sur le terrain. (Remarque : Toutes les pièces d'équipement utilisées pour prélever un échantillon doivent être décontaminées entre chaque prélèvement.)
- 4) Recueillir les échantillons prélevés à l'aide d'une pièce d'équipement (une pelle, une cuillère fendue ou un godet de pelle rétrocaveuse) dans une zone qui n'a pas été en contact avec l'équipement afin de prévenir la contamination croisée. Lorsque cela est possible, enlever le sol souillé qui se trouve au point de contact entre le sol et l'équipement d'échantillonnage avant de prélever les échantillons.
- 5) Les échantillons prélevés *in situ* (sur une paroi ou au fond du trou d'excavation, par exemple) sont généralement prélevés à des intervalles distincts allant de 0,05 mètre (m) (afin d'éviter la zone de mélange à la surface du sol) à 0,25 m de profondeur. Pour l'échantillonnage *ex situ* (dépôt de déblais), il est conseillé de prélever les échantillons depuis l'intérieur du dépôt de déblais; le prélèvement d'échantillons de sol depuis la surface du dépôt n'est pas acceptable. [Remarque : Il est recommandé de consulter le plan de santé et de sécurité du site avant de prélever des échantillons de sol excavé.]

Ne jamais prélever d'échantillons sur des parois abruptes ou potentiellement instables sans l'autorisation d'une personne ressource qualifiée. Ne jamais pénétrer dans une fosse d'essai ou un espace confiné sans avoir préalablement pris toutes les mesures de sécurité nécessaires et ne jamais pénétrer dans une fosse d'essai non renforcée de plus de 1,2 m de profondeur.]

- 6) Placer les échantillons de sol directement dans les contenants à échantillons appropriés. Remplir les contenants de manière à réduire l'espace de tête au maximum. Lorsqu'il est nécessaire d'utiliser des techniques de conservation des échantillons (notamment pour les analyses de composés organiques volatils [voir la section 5.6 du volume 1]), placer l'échantillon de sol dans le contenant renfermant l'agent de conservation conformément aux méthodes publiées ou selon les directives du laboratoire d'analyse. Fermer hermétiquement le contenant lorsqu'il est rempli. Étiqueter l'échantillon avant de l'entreposer dans une glacière ou un contenant approprié. Déposer du matériel d'emballage dans la glacière pour éviter que les contenants de verre ne se brisent.
- 7) Consigner l'emplacement de prélèvement des échantillons de sol (site, profondeur), leur composition (type de sol, couleur, humidité, densité, etc.) et toutes caractéristiques inhabituelles (taches, odeurs, matières résiduelles, débris de construction et tout autre corps étranger).
- 8) Effectuer les essais sur le terrain prévus au programme d'échantillonnage. Ne jamais transmettre au laboratoire d'analyse des échantillons ayant servi aux essais sur le terrain (p. ex. à l'aide de la technique de l'espace de tête), car ils pourraient avoir subi des pertes ou être biaisés en raison de la volatilisation ou d'une contamination croisée.
- 9) Dans le cas des échantillons composites, prélever des échantillons ponctuels dans la zone ou dans les matériaux qui font l'objet de l'évaluation. Il est important de noter que le nombre d'échantillons ponctuels composant un échantillon composite varie généralement en fonction du volume de matériau et du niveau de contamination anticipé. Les échantillons destinés à l'analyse de COV ne doivent pas être composites.

Pour chacun des échantillons ponctuels, prélever un volume égal de sol qui sera placé dans un contenant propre (généralement un bol en acier inoxydable). Une fois toutes les parties d'échantillons ponctuels placées dans le bol, il suffit de les mélanger pour former un échantillon composite homogène. Prélever ensuite un sous-échantillon de ce mélange afin de le placer dans un contenant à échantillon approprié. Remplir le contenant de manière à réduire l'espace de tête au maximum. Fermer hermétiquement le contenant lorsqu'il est rempli, puis l'étiqueter. Il est également essentiel de noter tous les renseignements pertinents, y compris les entrées de la chaîne de

conservation, avant d'entreposer le contenant. La préparation d'échantillons composites peut engendrer des pertes de contaminants volatils et semi-volatils. Cette méthode devrait par conséquent être évitée sur les sites contenant ce type de CPP.

Consigner l'emplacement où ont été prélevés les échantillons de sol (site, profondeur, volume), la composition des échantillons (type de sol), toutes les caractéristiques inhabituelles (taches, odeurs, matières résiduelles, débris de construction, corps étrangers) et la méthode de composition utilisée (nombre d'échantillons ponctuels, emplacement, etc.). [Il est recommandé de conserver les échantillons ponctuels qui composent les échantillons composites afin qu'ils puissent faire l'objet d'analyses supplémentaires si les résultats des échantillons composites s'avèrent inusités ou imprévus. Lorsqu'un échantillonnage est effectué dans un dépôt de déblais, il est recommandé d'analyser un certain nombre d'échantillons ponctuels choisis en plus de l'échantillon composite pour évaluer la variabilité potentielle dans le dépôt.]

- 10) Au moment de prélever des échantillons en duplicata, séparer les échantillons en deux parties égales (p. ex. séparer les carottes en plein centre) et les placer dans deux contenants distincts. Dans le cas des échantillons composites, séparer l'échantillon mélangé en deux parties qui seront placées dans des contenants distincts.
- 11) Après le prélèvement de chaque échantillon, rédiger les notes de terrain (incluant la photographie de l'échantillon et de son emplacement), décontaminer l'équipement utilisé, jeter le matériel jetable (c.-à-d. les gants) et préparer le prochain prélèvement. L'eau de lavage, les déblais et tous les produits de rejet doivent être gérés de manière adéquate pour éviter de propager la contamination.
- 12) L'équipement d'échantillonnage (p. ex. cuillères fendues, bols et ustensiles) doit être décontaminé avant chaque prélèvement d'échantillon. Laver chaque pièce avec de l'eau savonneuse (p. ex. Alconox) et la rincer abondamment avec de l'eau distillée et désionisée. Dans le cas de certains contaminants organiques, il est nécessaire de nettoyer l'équipement avec un solvant (p. ex. hexane ou acétone). Pour l'équipement lourd (les tiges de forage ou les godets de pelle rétrocaveuse), un lavage à pression à haute température est nécessaire pour enlever les particules de sol et les contaminants. La fréquence de la décontamination de cet équipement varie en fonction des caractéristiques du site et du type de contamination prévu ou rencontré.
- 13) À la fin de chaque journée, il est essentiel de s'assurer que les échantillons prélevés correspondent bien à ceux inscrits sur les formulaires de chaîne de conservation. Réviser et compléter les descriptions, lorsque cela est nécessaire. Expédier les échantillons au laboratoire d'analyse le plus

rapidement possible. [Remarque : Éviter d'ouvrir les contenants d'échantillons scellés hermétiquement avant de les envoyer au laboratoire d'analyse. Lorsque cela est possible, utiliser les échantillons supplémentaires provenant de l'analyse sur le terrain pour réviser les descriptions de sol.]

Documentation

- 1) Consigner par écrit toutes les activités et les conditions d'échantillonnage et conserver les documents dans un endroit sécuritaire.
- 2) S'assurer que les notes sont complètes. Inclure la procédure de prélèvement des échantillons et les procédures de décontamination de l'équipement; l'emplacement, la profondeur, le nombre et le volume des échantillons; les procédés utilisés pour préparer les échantillons composites; la taille des particules du sol; la description des taches, des odeurs, des matières résiduelles, des débris de construction, des corps étrangers, des matières organiques naturelles, des résidus de bois et des liquides non aqueux (LNA); les données d'analyse sur le terrain. La liste de vérification de la description du sol comprend notamment les éléments suivants (voir le chapitre 5 du volume 1 *Orientations* pour plus de détails) :
 - degré d'humidité
 - couleur
 - marbrure
 - composition du sol
 - forme des particules
 - structure ou texture
 - débris
 - odeur
 - tache
 - présence de liquides non aqueux (carburants, solvants)
 - densité ou consistance
 - épaisseur
 - marbrure et variations de couleurs des fractures du sol (caractéristiques de la porosité secondaire).
- 3) Joindre des photographies aux observations écrites lorsqu'on a l'autorisation du propriétaire du site ou de la personne responsable. Utiliser une échelle graduée ou un article de taille connue dans les photographies pour effectuer des comparaisons de tailles.
- 4) Noter les observations, les conditions météorologiques et les notes d'échantillonnage dans des carnets de terrain ou sur des formulaires standards. Inscrire les renseignements d'échantillonnage pertinents sur l'étiquette des contenants et sur les formulaires de chaîne de conservation. Toujours inscrire

MOR n° 2
Échantillonnage du sol

les renseignements qui permettent d'identifier les échantillons et les projets immédiatement avant ou après le remplissage des contenants d'échantillonnage. Ne jamais reporter à plus tard la rédaction de l'étiquette de l'échantillon.

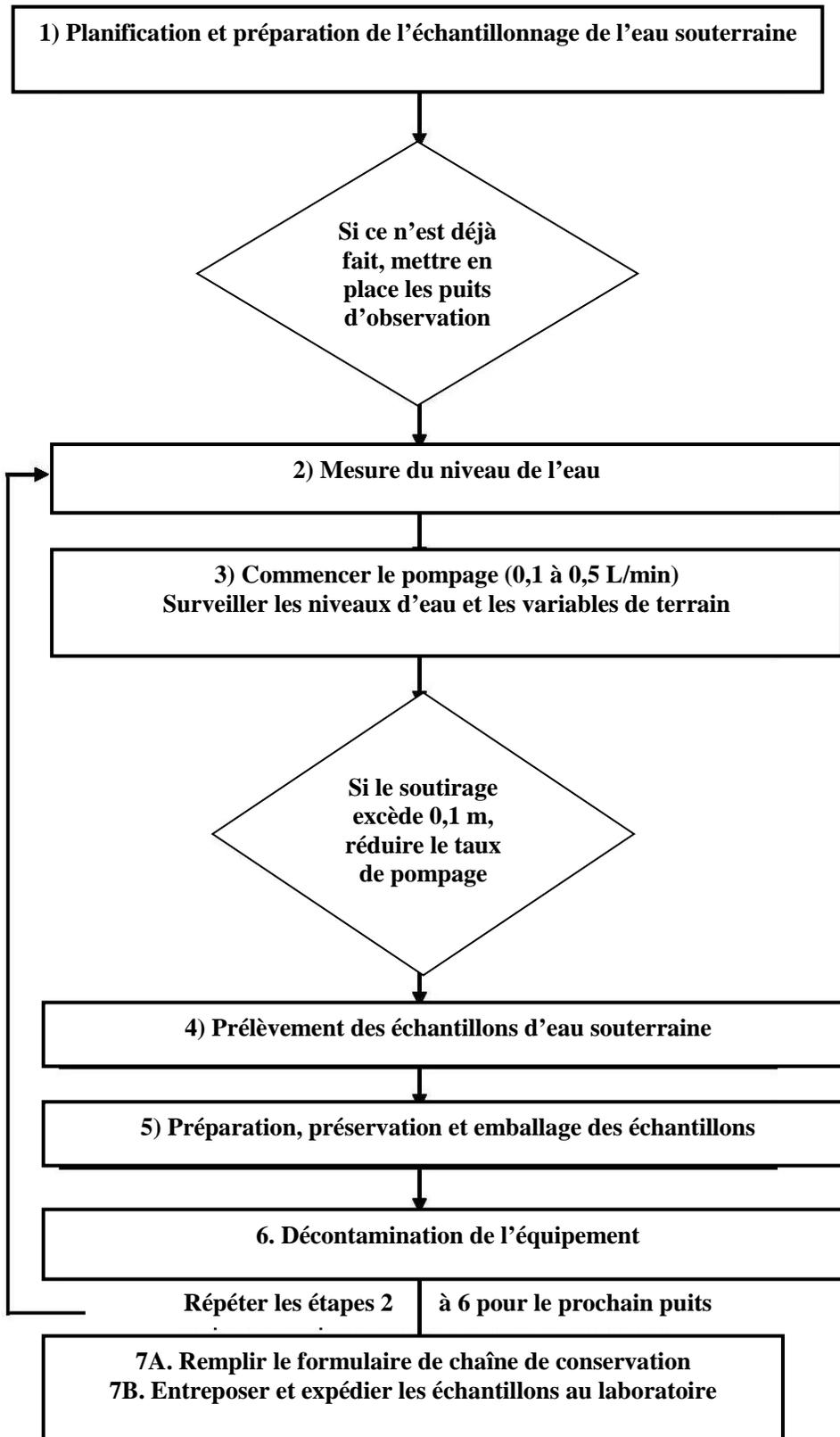
- 5) Lorsque les échantillons sont prélevés à des fins juridiques, prendre des mesures de sécurité supplémentaires, notamment l'apposition de vignettes ou de sceaux adhésifs ou de verrous de sécurité au moment de l'entreposage des échantillons.
- 6) Indiquer les emplacements d'échantillonnage sur la carte, si possible.
- 7) Marquer les emplacements d'échantillonnage (piquets en bois, ruban de signalisation ou peinture à pulvériser, etc.) lorsqu'ils doivent faire l'objet d'une surveillance ultérieure ou s'ils doivent être réutilisés. Il est également possible de repérer les emplacements à l'aide d'un GPS.

RENSEIGNEMENTS SUPPLÉMENTAIRES

Pour plus de renseignements au sujet de l'échantillonnage des sols, consulter le chapitre 5 et les autres chapitres pertinents du volume 1.

MODE OPÉRATOIRE RECOMMANDÉ NOMBRE 3: ÉCHANTILLONNAGE DE L'EAU SOUTERRAINE À L'AIDE DE MÉTHODES À FAIBLE DÉBIT

- PORTÉE** Le présent mode opératoire recommandé (MOR) fournit des instructions sur la façon d'effectuer l'échantillonnage dans des puits d'observation à l'aide de méthodes à faible débit. Il s'applique à l'échantillonnage de l'eau souterraine et **ne convient pas lorsque des liquides non aqueux (LNA) sont présents dans le puits**. Différentes méthodes d'échantillonnage de l'eau souterraine peuvent procurer des résultats acceptables; toutefois, la méthode la plus appropriée dépend des conditions du site. L'échantillonnage à faible débit convient davantage aux puits d'observation installés dans des formations perméables (possédant une conductivité hydraulique de plus de 10^{-5} m/s). Lorsque cela est approprié, l'échantillonnage à faible débit permet de réduire le volume d'eau de purge, les perturbations et la turbidité des échantillons. Les documents Barcelona et *al.* (2005), USEPA (1996) et Barcelona et *al.* (1994) contiennent de plus amples renseignements au sujet de l'échantillonnage à faible débit.
- QUAND?** L'échantillonnage à faible débit est utilisé pour obtenir des échantillons représentatifs d'eau souterraine prélevés dans des puits d'observation. Les échantillons doivent être prélevés après une période de repos d'au moins une semaine suivant l'installation et la mise en place du puits. Les échantillons peuvent être prélevés différentes journées et à des moments variés tout au long de l'année afin de fournir des informations au sujet des changements temporels dans la chimie de l'eau.
- POURQUOI?** Les méthodes d'échantillonnage conventionnelles peuvent parfois perturber les conditions du filtre de puits et fournir des échantillons non représentatifs pour les analyses chimiques. Par exemple, l'utilisation inappropriée d'écofes ou de pompes à inertie peut facilement produire des échantillons turbides qui donnent parfois des résultats non représentatifs et anormalement élevés pour certains métaux ou certains composés organiques très sorbants comme les hydrocarbures polyaromatiques (HPA) et les diphényles (BPC). Certaines méthodes conventionnelles peuvent également causer le dégazage des composés volatils dans le puits pendant l'échantillonnage, entraînant ainsi des concentrations non représentatives des conditions réelles de l'eau souterraine.
- COMMENT?** Les principales étapes de l'échantillonnage d'eau souterraine à faible débit sont présentées dans le diagramme et la procédure qui suivent. Les procédures doivent être exécutées dans l'ordre indiqué dans chacun des puits d'échantillonnage. Tous les équipements réutilisables doivent être décontaminés selon les règles établies avant de procéder à l'échantillonnage.



Renseignements essentiels

- Registre du puits d'observation ou dessin de l'installation (illustrant la profondeur du tubage, le diamètre du filtre de puits, le tubage et la couche filtrante, la profondeur de la pompe, l'élévation de la surface du sol et l'élévation du point de référence pour les mesures).
- Registre des plus récentes mesures du niveau de l'eau (lorsque cela s'applique).
- Plan du site indiquant l'emplacement du puits.
- Plan de santé et de sécurité (document distinct, qui déborde le cadre du MOR).

Liste de contrôle de l'équipement

- calculatrice (pour calculer les volumes de purge)
- équipement de santé et de sécurité approprié (élaborer un plan de santé et de sécurité autonome)
- carnet de terrain, plan du site, stylos, crayons et marqueurs indélébiles
- un ou plusieurs des accessoires suivants pour accéder au puits :
 - clé (au besoin) pour la tête ou le couvercle du puits
 - clé à douille pour ouvrir les couvercles boulonnés (généralement 9/16 pouce)
 - levier ou tournevis (au besoin) pour ouvrir les couvercles
- sonde électronique de niveau d'eau
- sonde d'interface
- eau distillée désionisée
- contenant gradué (p. ex. un seau de 4 litres) pour mesurer le volume d'eau retiré
- contenant(s) pour récupérer l'eau de purge (c.-à-d. baril ou réservoir) si l'eau ne peut être rejetée sur le site
- seau (d'environ 20 litres) pour la collecte temporaire de l'eau de purge
- couteau (pour couper le tubage)
- gros hameçon (pour récupérer au besoin des objets dans le trou de forage)
- appareil-photo (et de la pellicule au besoin)
- divers compteurs ou lecteurs (pH, conductivité, température, oxygène dissous, potentiel redox) et solutions d'étalonnage
- bécher de plastique de 250 ml ou cellule d'écoulement (de préférence) pour mesurer les paramètres des indicateurs sur le terrain et confirmer le débit d'écoulement
- écopos jetables et corde (en cas de besoin)
- sacs à ordures
- toile de plastique ou contreplaqué
- appareil de filtration (uniquement pour les échantillons de métaux dissous)
- matériel de conservation d'échantillons
- carnets de forage
- équipement de décontamination :
 - détergent biodégradable, eau de rinçage, eau désionisée, serviettes de papier, brosse, seau (pour laver l'équipement)
- bouteilles à échantillon prélavées avec étiquettes et couvercles, incluant des bouteilles et des étiquettes additionnelles, fournis par le laboratoire d'analyse
- glacière et matériel d'emballage approprié
- blocs réfrigérants (ou chauffants au besoin)

Un ou plusieurs des équipements suivants :

- Une **pompe à vessie** accompagnée du tubage requis, un régulateur, un compresseur d'air, une source d'énergie ou de l'azote gazeux
- ou une **pompe centrifuge** (submersible, p. ex. Grundfos) accompagnée du tubage requis et d'une source d'énergie (électricité ou génératrice à essence)
- ou une **pompe péristaltique (lorsque la nappe phréatique est de moins de 3 m)**, du tubage en silicone ou Tygon^{MC*}, du tubage pour le prélèvement d'échantillons**, des piles et des câbles d'alimentation.

* Le tubage en silicone ou Tygon^{MC} est utilisé dans la tête d'entraînement de la pompe péristaltique; la pompe doit être configurée de manière à prélever les échantillons d'eau sous vide avant qu'ils atteignent le tubage Tygon^{MC}. Lorsqu'il est impossible de procéder à un tel prélèvement sous vide, la longueur de cette pièce doit être réduite au minimum pour éviter les problèmes d'adsorption.

** Le tubage de prélèvement d'échantillon doit être fait de polyéthylène haute densité (PEHD), de polytétrafluoréthylène (PTFE), de PTFE à garniture en polyéthylène ou d'un matériau similaire afin de réduire les possibilités d'adsorption des paramètres chimiques.

Autre matériel

Des solvants organiques pourraient être requis lorsque l'eau souterraine contient vraisemblablement des contaminants organiques comme des BPC.

Formulaires essentiels

- Formulaire de mise en place, de purge et d'échantillonnage de l'eau souterraine (ou journal de bord)
- Formulaire de chaîne de conservation des échantillons.

1) Planification et préparation de l'échantillonnage d'eau souterraine

- Planifier l'échantillonnage de manière à s'assurer que les échantillons sont livrés au laboratoire d'analyse à temps pour lui permettre de commencer l'analyse dans les limites du temps de conservation recommandé. La livraison d'échantillons à la fin d'une journée ou d'une semaine peut retarder le transport et, par le fait même, l'analyse. Il est donc important de garder ce fait à l'esprit au moment d'organiser l'expédition et le transport des échantillons.
- Lorsque plusieurs puits doivent être échantillonnés, planifier le prélèvement des échantillons d'eau souterraine en commençant par le puits le moins contaminé pour progresser vers les zones les plus contaminées.
- Organiser les formulaires et l'équipement d'échantillonnage de l'eau souterraine.
- Déterminer le type et la taille des bouteilles d'échantillonnage et les agents de conservation requis en fonction des paramètres chimiques qui doivent être analysés.
- Les bouteilles de prélèvement d'échantillon et les agents de conservation doivent être fournis par le **laboratoire d'analyse choisi**. Lorsque des composés organiques volatils (COV) doivent être analysés, des blancs de transport doivent être préparés par le laboratoire d'analyse à des fins d'AC/CQ.
- Réviser toutes les étapes de cette procédure, tout particulièrement l'étape 5 – *Préparation, conservation et emballage des échantillons*. Lorsque les échantillons doivent être expédiés ou transportés sur de grandes distances, il est très important de bien emballer les bouteilles d'échantillons afin d'éviter les bris.
- S'assurer que le puits a été mis en place de manière adéquate **au moins une semaine** avant l'échantillonnage et que l'eau du puits a atteint son niveau statique. Lorsque des puits n'ont pas été utilisés depuis plusieurs mois ou années, il est parfois nécessaire de les réaménager avant de procéder à l'échantillonnage afin de retirer les sédiments accumulés au fond du puits.
- Passer en revue toutes les informations pertinentes concernant l'installation du puits, les niveaux d'eau récents et la qualité de l'eau prélevée au cours de campagnes d'échantillonnage précédentes.
- Déterminer de quelle manière l'eau purgée sera traitée ou éliminée (c.-à-d. faut-il la recueillir et la conserver de manière temporaire ou peut-on en disposer sur le site?) et prendre les dispositions appropriées. Avant de se rendre sur le site, estimer si possible le volume d'eau qui devra être purgé et s'assurer d'avoir des contenants (barils ou seaux) en nombre suffisant pour la collecte de l'eau purgée.
- Vérifier que tout l'équipement d'échantillonnage, incluant les pompes, les écopés et les filtres, a été décontaminé de manière adéquate.

Préparation sur le site

- Étendre un plastique ou un contreplaqué propre à proximité du puits d'échantillonnage sur lequel on placera l'équipement d'échantillonnage pour éviter qu'il soit contaminé par le sol de surface.

- Revêtir l'équipement de protection approprié. Cela comprend, au minimum, l'utilisation de gants jetables en latex ou en nitrile et de lunettes de sécurité. Il est également recommandé de porter des bottes de caoutchouc et des vêtements de pluie ou en tyvek. Consulter le Plan de santé et de sécurité à ce sujet.
- Préparer et disposer les bouteilles à échantillons et l'équipement de filtration sur le plastique ou le contreplaqué (voir l'étape 5 du mode opératoire).
- Préparer un lieu temporaire d'entreposage des matières résiduelles (p. ex. filtres, tubage, etc.).

2) **Mesure du niveau de l'eau**

- 1) S'assurer que tous les rubans de mesure de l'eau et les sondes d'interface ont été décontaminés.
- 2) Vérifier le puits afin de détecter la présence de liquides non aqueux (LNA). Lorsqu'un tel produit est détecté, consulter le gestionnaire du projet pour déterminer s'il est nécessaire de prélever un échantillon du produit ou un échantillon d'eau.
- 3) Mesurer la profondeur de l'eau à partir de la partie supérieure du tubage.
- 4) Mesurer la hauteur du tubage au-dessus et en dessous de la surface du sol.
- 5) Incrire les mesures sur un formulaire de mise en place, de purge et d'échantillonnage de l'eau souterraine ou dans un carnet de terrain.
- 6) Mesurer la profondeur jusqu'à la base du puits. Calculer l'épaisseur du silt accumulé à la base du puits et, de ce fait, l'intervalle de profondeur du filtre non couvert par le silt. Lorsque la hauteur du filtre est insuffisante pour procéder à l'échantillonnage (p. ex. moins de 0,3 m), le puits devra possiblement être réaménagé.
- 7) Décontaminer le ruban ayant servi à mesurer le niveau d'eau. Cela peut se faire en pulvérisant de l'eau désionisée et en essayant le ruban avec une serviette de papier sèche.

3) **Pompage (0,1 à 0,5 L/min). Surveillance des niveaux d'eau et des variables de terrain**

- 1) Installer l'appareil de pompage dans le puits. Lorsqu'une génératrice à essence est utilisée, il est important de la placer en aval du puits.
- 2) La prise d'entrée de la pompe doit être placée dans l'intervalle de filtre du puits, de préférence à au moins 0,3 mètre au-dessus de la base du puits afin de minimiser le contact de la pompe avec les sédiments accumulés dans le puits. La profondeur du tubage doit être notée.
- 3) Porter des gants de nitrile pendant le pompage.
- 4) Installer la pompe minutieusement dans le puits à la profondeur requise. La profondeur doit demeurer constante pour chacun des échantillonnages effectués dans un puits.

MOR n° 3

Échantillonnage de l'eau souterraine par une méthode à faible débit

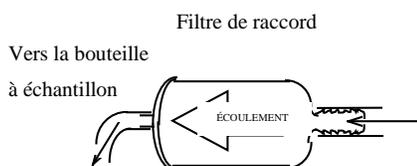
- 5) Limiter autant que possible le mouvement de l'équipement dans le puits afin de minimiser les perturbations de la colonne d'eau et ainsi minimiser la turbidité, la volatilisation et l'oxygénation de l'eau souterraine.
- 6) Attacher le tuyau d'évacuation de la pompe à la cellule d'écoulement et installer une sonde étalonnée à la jauge de mesure (p. ex. pH, température, conductivité électrique, oxygène dissous, potentiel redox).
- 7) Après l'installation de la pompe, mesurer de nouveau le niveau de l'eau dans le puits.
- 8) Commencer le pompage à partir d'une position de débit zéro et augmenter lentement le débit jusqu'à un rythme de 0,1 à 0,5 L/min. Mesurer le débit à l'aide d'un cylindre ou d'un seau gradué.
- 9) Au besoin, recueillir l'eau dans un contenant approprié en vue de procéder à l'élimination ou au traitement subséquent de l'eau prélevée.
- 10) Purger au moins un volume d'eau selon l'estimation de ce qui est contenu dans le tubage de la pompe (dans le cas d'un tuyau standard possédant un diamètre intérieur de 12 mm, cela correspond à 0,1 L par mètre de tuyau).
- 11) Lorsque le volume d'eau du tubage a été purgé, commencer à mesurer et à noter les variables de la qualité de l'eau toutes les trois à cinq minutes jusqu'à ce que trois lectures consécutives se soient stabilisées selon les critères suivants :
 - pH : +/- 0,1
 - Conductivité électrique : +/- 3 % par lecture
 - Oxygène dissous : +/- 10 % par lecture ou 0,2 mg/L (selon le plus élevé)
 - Température : Elle doit être mesurée sans nécessiter de stabilisationD'autres variables peuvent être utilisées, notamment le potentiel redox.
 - Potentiel redox : +/-10 mV
 - Turbidité : +/-10 %

La turbidité est souvent la dernière variable qui parvient à se stabiliser, ce qui peut requérir un temps excessif de purge lorsque le critère de stabilité est très contraignant.
- 12) Il est important de noter que certains paramètres se stabiliseront plus rapidement que d'autres et que certains pourraient ne jamais se stabiliser. Évaluer visuellement la turbidité de l'échantillon, ajuster le débit au besoin afin de minimiser la turbidité et noter les observations visuelles sur le formulaire de mise en place, de purge et d'échantillonnage de l'eau souterraine ou dans un carnet de terrain.
- 13) Mesurer et noter le niveau d'eau en même temps que les variables de qualité de l'eau. Si le niveau d'eau tombe en dessous de 0,1 m, réduire le débit de pompage.
- 14) Si le niveau d'eau continue de descendre en dessous de 0,1 m et que le débit de pompage est de 0,1 L/min ou moins, l'échantillon doit être prélevé en notant que les données obtenues pourraient être compromises (c.-à-d. sujettes à un important biais d'échantillonnage).

15) Un ensemble complet de mesures de terrain doit être noté immédiatement avant de prélever l'échantillon. Noter le volume total d'eau purgée, le débit final de purge, les mesures de terrain et le niveau d'eau à la fin de la purge.

4) Prélèvements d'échantillons d'eau souterraine

- 1) Prélever l'échantillon en pompant l'eau directement dans la bouteille d'échantillon ou dans la partie supérieure de l'appareil de filtration, selon le cas (voir les étapes 5 et 6 pour plus de détail).
- 2) L'échantillon peut être filtré au besoin en attachant un filtre de raccord jetable à l'extrémité du tubage (p. ex. à l'aide d'un tube de raccord en silicone). **Pomper au moins 0,5 litre d'eau échantillonnée à travers le filtre** avant de remplir la bouteille d'échantillon. Pomper cette eau dans le contenant d'eau de purge. Le filtre de raccord doit être jeté après la filtration de l'échantillon.

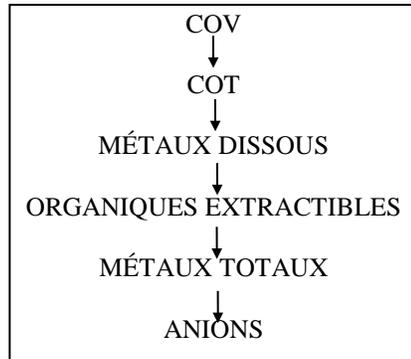


- 3) Noter les observations sur le formulaire de mise en place, de purge et d'échantillonnage de l'eau souterraine, incluant la couleur, la turbidité, l'odeur (le cas échéant) et le reflet (le cas échéant) de l'échantillon.

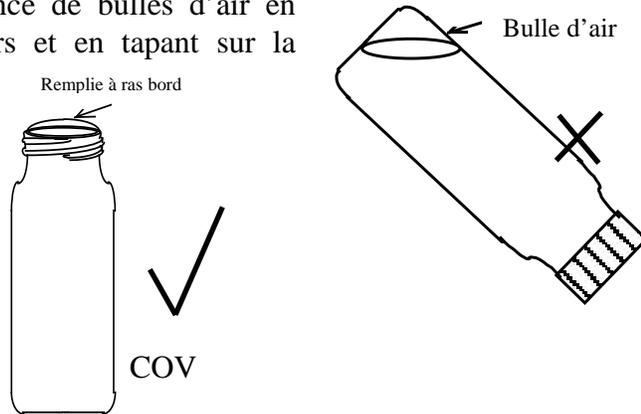
5) Préparation, conservation et emballage des échantillons

IMPORTANT : Les résultats des analyses de laboratoire dépendent de la capacité de prélever un échantillon représentatif et de conserver cet échantillon jusqu'à l'analyse. Les procédures de préparation, de conservation et d'entreposage sont conçues dans le but d'assurer la conservation adéquate de l'échantillon.

- 1) Remplir les bouteilles à échantillons qui ont besoin de manutention particulière en premier (p. ex. filtration, agent de conservation).
- 2) Prélever en premier les composés organiques volatils (COV), suivis du carbone organique total (COT) et des autres composés qui ont besoin d'être filtrés sur le terrain (p. ex. les métaux dissous). Prélever en dernier les échantillons destinés à une analyse des substances organiques extractibles, des métaux totaux et des anions.



- 3) Remplir les bouteilles à échantillons de COV à ras bord. Placer le couvercle de manière hermétique en s'assurant qu'il n'y a aucune bulle d'air dans la bouteille d'échantillon. Vérifier la présence de bulles d'air en basculant la bouteille à l'envers et en tapant sur la bouteille pour déloger les bulles qui pourraient s'y trouver. S'il y a des bulles, jeter l'échantillon pour en prélever un nouveau.



- 4) Les échantillons prélevés pour l'analyse de métaux dissous doivent être filtrés sur le terrain et acidifiés.

- 5) Échantillons qui requièrent un agent de conservation :

- **Lorsque l'agent de conservation est déjà présent** dans la bouteille d'échantillon fournie par le laboratoire d'analyse, ne pas rincer la bouteille et la remplir à ras bord.
- **Lorsque l'agent de conservation n'est pas déjà présent** dans la bouteille à échantillon fournie par le laboratoire d'analyse, rincer la bouteille et le couvercle avec l'eau d'échantillon trois fois, puis remplir la bouteille jusqu'à la base du cou en laissant suffisamment d'espace pour l'agent de conservation, qui doit être immédiatement ajouté.

- 6) Si l'échantillon n'a pas besoin d'un agent de conservation, rincer trois fois la bouteille à échantillon et son couvercle, puis remplir la bouteille à ras bord.

Étiquette d'échantillon :

ID du site	_____
ID de l'échantillon	_____
Type de matrice	_____
Date/heure d'échantillonnage	_____
Paramètres	_____
Agent de conservation	_____
Filtré O/N	_____
Initiales de l'échantillonneur	_____

- 7) Fermer toutes les bouteilles hermétiquement.
- 8) Étiqueter clairement tous les échantillons avec un marqueur indélébile. Inscrire le numéro ou autre élément d'identification de l'échantillon, le lieu d'échantillonnage, la date et l'heure du prélèvement de l'échantillon, le nom de l'échantillonneur, le descripteur du projet, les paramètres à analyser et l'agent de conservation s'il y a lieu.
- 9) Prélever un nombre suffisant d'échantillons en duplicata conformément aux objectifs de contrôle de la qualité des données et aux exigences d'AQ/CQ. Prélever des duplicata lorsque l'accès au lieu d'échantillonnage est difficile ou si la procédure d'échantillonnage requiert beaucoup de temps. Le laboratoire aura ainsi un échantillon supplémentaire si des bouteilles se brisent pendant le transport.
- 10) Placer les échantillons dans une glacière qui sera maintenue à une température ≤ 10 °C (mais supérieure au point de congélation) pendant le transport à l'aide de blocs réfrigérants. Lorsque les échantillons sont prélevés ou transportés par temps très froid, utiliser des blocs chauffants au besoin pour empêcher les échantillons de geler.
- 11) Placer les échantillons dans des contenants de transport de manière à ce qu'ils ne puissent se briser en raison d'un choc ou de vibrations. Les bouteilles ne doivent pas se toucher les unes les autres, car elles pourraient ainsi se briser. Placer une bonne quantité de matériel d'emballage entre chaque bouteille de verre.
- 6) Décontamination de l'équipement**
- 1) Décontaminer bien soigneusement la sonde servant à mesurer le niveau de l'eau, les écopos ou les pompes, les appareils de filtration (jeter les filtres raccords) ou tout autre équipement d'échantillonnage avant de prélever des échantillons dans le puits suivant.
- 2) Répéter les étapes 2 à 6 au puits suivant.
- 7A) Formulaire de chaîne de conservation de l'échantillon**
- 1) Remplir le formulaire de chaîne de conservation d'échantillon une fois tous les puits échantillonnés.
- 7B) Entreposage et expédition des échantillons**
- 1) S'assurer que les échantillons sont livrés au laboratoire d'analyse à temps pour lui permettre de commencer l'analyse dans les limites du temps de conservation recommandé. La livraison d'échantillons à la fin d'une journée ou d'une semaine peut occasionner des délais de transport et retarder l'analyse. Il est donc important de

garder ce fait à l'esprit au moment d'organiser l'expédition et le transport des échantillons.

BIBLIOGRAPHIE

- Barcelona, M.J., H. A. Wehrmann et M.D. Varljen. 1994. « Reproducible well sampling procedures and VOC stabilization criteria for ground water sampling », *Ground Water*, vol. 32, n° 1, p. 12-22.
- Barcelona, M.J, M.D. Varljen, R.W. Puls et D. Kamininski. 2005. « Ground Water Purging and Sampling Methods: History vs Hysteria », *Ground Water Monitoring and Remediation*, vol. 25, n° 1 (hiver).
- United States Environmental Protection Agency (USEPA). 1996. *Low-Flow (Minimal Drawdown) Ground-Water Sampling Procedure*. EPA/540/S-95/504.

MODE OPÉRATOIRE RECOMMANDÉ NOMBRE 4: INSTALLATION DE SONDES DE GAZ SOUTERRAINS

- PORTÉE** Le présent mode opératoire recommandé (MOR) fournit des instructions sur la manière d'installer des sondes de gaz souterrains. Il présente diverses techniques de construction et d'installation de sondes qui permettent d'obtenir des résultats acceptables. Pour de plus amples renseignements sur l'installation des sondes de gaz souterrains, consulter le volume 1 du *Guide sur la caractérisation environnementale des sites dans le cadre de l'évaluation des risques pour l'environnement et la santé humaine* (volume intitulé *Orientations*).
- QUAND?** Les sondes de gaz souterrains sont généralement installées pour répondre à l'un ou l'autre des trois objectifs suivants : i) recueillir des données pour procéder à une évaluation des risques; ii) détecter la présence de contaminants volatils avant de procéder à des études plus intrusives sur le terrain et de déterminer l'emplacement des trous de forage et des puits d'observation; iii) surveiller les processus de biodégradation, généralement en mesurant les concentrations d'oxygène, de dioxyde de carbone et de méthane.
- COMMENT?** Il est possible d'installer des sondes de gaz souterrains à l'extérieur d'un bâtiment (ces sondes sont appelées « sondes extérieures ») ou sous la dalle d'un bâtiment. Lorsqu'elles sont installées près de la face inférieure de la dalle, ces sondes sont appelées « sondes sous la dalle ». Les sondes peuvent être faites de divers matériaux et être installées selon diverses techniques. Parmi les éléments essentiels de la construction des sondes, mentionnons : i) l'utilisation de matériaux inertes et non sorbants; ii) la conception de dispositifs d'étanchéité qui réduisent au minimum les risques de court-circuitage (introduction d'air atmosphérique par le point de collecte des gaz souterrains); iii) l'installation d'une structure de surface, y compris une valve qui permettra de sceller la sonde entre les séances d'échantillonnage. Le choix du type de sonde dépend du modèle conceptuel de site (MCS) et des objectifs particuliers du projet. Pour de plus amples renseignements sur les modèles conceptuels de site, consulter le chapitre 4 des *Orientations* et la liste de vérification n° 4 (volume 2).
- Même s'il existe diverses options, les notions fondamentales qui gouvernent la construction des sondes sont similaires. La liste de vérification qui suit énumère les principales étapes de la conception, de l'installation et de la construction des sondes de gaz souterrains.

PROCÉDURE

Échantillonnage des gaz souterrains

Les pages qui suivent présentent un aperçu des éléments à prendre en considération pour l'échantillonnage des gaz souterrains. Pour de plus amples renseignements, consulter le volume 1 intitulé *Orientations*.

- ❑ Établir les objectifs du programme d'échantillonnage des gaz souterrains.
- ❑ Intégrer le MCS dans le plan d'échantillonnage des gaz souterrains.
- ❑ Déterminer les zones ou les édifices potentiellement préoccupants.
- ❑ Déterminer les zones cibles de l'étude. Il est souvent bon de commencer par une caractérisation des gaz souterrains à proximité de la source de contamination. Il est recommandé d'utiliser un quadrillage (ou des transects) et des profils verticaux entre la source de contamination et les bâtiments potentiellement préoccupants pour évaluer les voies de transport des composés volatils du sol. Déterminer s'il est nécessaire d'installer des sondes de gaz souterrains sous la dalle.
- ❑ Dans la mesure du possible, les sondes extérieures doivent être installées à une profondeur minimale d'un mètre (m) pour éviter que l'air ambiant ne pénètre la surface du sol (phénomène de court-circuitage). L'installation de sondes extérieures à moins d'un mètre de profondeur pourrait toutefois s'avérer nécessaire en présence d'une nappe phréatique peu profonde et/ou de contamination. Dans ce cas, il est bon de placer une toile de plastique autour de la sonde pour limiter l'introduction d'air atmosphérique. Il est recommandé d'utiliser une toile de plastique mesurant au minimum 1,5 m par 1,5 m. La toile doit être lestée à ses extrémités avec du sable ou des sacs de sable.
- ❑ Les sondes extérieures destinées à l'évaluation du risque doivent être installées à une profondeur minimale à mi-chemin entre la source de contamination et la partie inférieure du bâtiment préoccupant. Des sondes installées à une profondeur moindre risqueraient de fournir des données non représentatives des conditions existant sous le bâtiment.
- ❑ Les sondes sous la dalle sont généralement installées directement sous la dalle. Cependant, s'il y a risque d'exfiltration d'air du bâtiment, envisager d'installer également des sondes plus profondes sous la zone où les gaz souterrains circulent par advection (p. ex. environ 1 m sous la dalle serait une profondeur acceptable).

- ❑ Lorsqu'on utilise les concentrations extérieures de vapeurs du sol pour évaluer un bâtiment, les sondes doivent être installées à une distance de 2 à 3 m (inférieure à 10 m) du bâtiment, mais à l'extérieur de la zone de perturbation le long du mur de fondation. Il faut installer des sondes sur au moins deux côtés du bâtiment.
- ❑ Prendre en considération l'influence des services publics et des voies d'exposition préférentielles possibles sur le plan d'échantillonnage des gaz souterrains.

Planification et préparation

- ❑ **Plan de santé et de sécurité, permis, approbations et localisation des services publics.** Établir un plan de santé et de sécurité propre au projet (aspect qui déborde le cadre de ce MOR), obtenir tous les permis et toutes les approbations nécessaires avant d'entreprendre les travaux de forage. Repérer les emplacements des services publics aériens et souterrains.
- ❑ **Examen des questions relatives à la sécurité :** Examiner les questions relatives à la sécurité et déterminer si l'enveloppe et la structure des bâtiments et des services publics souterrains risquent d'être affectées par l'installation de la sonde. Examiner au besoin les plans des bâtiments, communiquer avec les personnes ressources pertinentes (p. ex. ingénieur de structures) et effectuer les essais géophysiques requis. Ne pas installer de sondes sous les dalles de béton post-contraint à moins d'avoir pris toutes les mesures de sécurité nécessaires et obtenu toutes les autorisations requises.
- ❑ **Choisir le type de sonde.** Les principales options sont les suivantes :
 - 1) des sondes installées dans des trous de forage percés à l'aide de techniques de forage classique;
 - 2) des sondes installées à l'aide de techniques de poussée directe;
 - 3) des sondes implantées sous terre (généralement, des sondes temporaires) manuellement ou à l'aide d'une perceuse à percussion électrique ou de la technique à poussée directe.

Le principal avantage des sondes installées dans des trous de forage ou par poussée directe est de permettre l'installation d'un filtre et d'un dispositif d'étanchéité. Les sondes installées dans des trous de forage permettent également d'inspecter la stratigraphie du sol avant de procéder à l'installation, un avantage que n'offrent pas les sondes commandées.

Les techniques de poussée directe permettent quant à elles de prélever des carottes de sondage. Il est recommandé de prélever une carotte pour évaluer les conditions du sol avant d'enfoncer le cône à un deuxième endroit et d'installer un implant après coup ou dans un trou de forage non tubé (s'il ne s'affaisse pas).

Les sondes commandées présentent possiblement des avantages sur les plans de l'accessibilité et des coûts par rapport aux sondes installées à l'aide d'appareils de forage. Cependant, les filtres ont davantage tendance à se boucher dans un sol à grains fins, lequel risque également de se fracturer lors du pilotage de la sonde. Par conséquent, l'utilisation de sondes commandées n'est pas recommandée dans des sols à grains fins. Il est impossible de prélever des duplicata avec des sondes commandées temporaires.

- **Choix de la technique de forage.** Les techniques de forage varient en fonction des caractéristiques géologiques du site, des profondeurs ciblées et des contraintes d'accès. Les techniques qui permettent de percer de petits trous de forage en créant le moins de perturbation possible sont grandement privilégiées (p. ex. Geoprobe, tarière). Les techniques de forage par vibrations sont acceptables, mais l'utilisation d'air ou d'eau est à éviter dans la mesure du possible. Si on utilise de l'eau, il faut tenir compte de la production possible de trihalométhanes (p. ex. chloroforme) et de son incidence sur les concentrations de vapeurs du sol. Les techniques de forage à l'air ou à l'eau sont à éviter à moins qu'il n'y ait aucune autre solution.

Le choix de la technique de forage est également lié au nombre de sondes à installer dans un même trou. Les tarières à tige creuse possèdent généralement un diamètre intérieur de 107 mm (4 pouces $\frac{1}{4}$), ce qui permet d'installer trois sondes de 19 mm ($\frac{3}{4}$ pouce). Il faut toutefois faire preuve de vigilance au moment de placer le filtre et les produits de scellement pour éviter la formation de voûtes. S'il n'est pas possible d'installer correctement plusieurs sondes dans un même trou de forage, il faut alors les installer dans des trous distincts. Les sondes de gaz souterrains peuvent également être installées dans des trous de forage sans tubage, mais seulement si ces trous ne s'affaissent pas. Une couche filtrante et des produits de scellement adéquats doivent toutefois être mis en place.

Choix de la technique d'installation des sondes commandées. Il existe de petites sondes à embout rétractable qui peuvent être pilotées jusqu'à une profondeur de 2 à 3 m dans des sols meubles à l'aide d'un marteau à inertie ou d'une perceuse à percussion électrique. La sonde AMS Retractable-Tip en est un exemple. Elle vient accompagnée de tiges d'un diamètre extérieur de 22 mm et d'un filtre d'une longueur de 50 mm. Il est possible de déployer les sondes à de plus grandes profondeurs à l'aide de la technique de poussée directe, mais

la présence de sols denses ou de cailloux pourrait empêcher l'utilisation de cette technique. Le système PRT de Geoprobe (tiges d'un diamètre extérieur de 31,5 mm) en est un exemple (Geoprobe, 2006). Si un système qui utilise un nouveau tubage (méthode privilégiée) enfonce les tiges de sonde pour le prélèvement de chaque nouvel échantillon (p.ex. le système PRT de Geoprobe), le raccord entre le tubage PRT et l'échantillonneur doit faire l'objet d'un essai d'étanchéité après l'enlèvement de l'échantillonneur.

- ❑ **Choix des matériaux pour les sondes et la ligne de prélèvement.** La sonde et la ligne de prélèvement doivent être construites avec des matériaux inertes et non poreux. L'acier inoxydable, le Téflon^{MD} et le PVC sont des matériaux acceptables. L'utilisation de tubages Nylaflo (en nylon) est acceptable pour la plupart des composés volatils, sauf pour le naphtalène et autres composés similaires, car une sorption excessive de naphtalène a été constatée dans ces tubages. L'utilisation de colles, rubans et matériaux pouvant émettre des composés volatils est à proscrire. Les sondes doivent également être construites avec des matériaux neufs, à l'exception des sondes temporaires en acier.
- ❑ **Choix à faire pour la construction des sondes externes de gaz souterrains.** Il faut choisir les matériaux, le diamètre, la longueur du filtre et les raccords :
 - ❑ Les sondes extérieures permanentes sont généralement faites de tubes en PVC rigide montant jusqu'à la surface du sol (avec une courte section fendue) ou de filtres maillés en acier inoxydable (« implants ») attachés à des tubes flexibles montant jusqu'à la surface du sol.
 - ❑ Utiliser une sonde d'un diamètre de 25 mm (1 pouce) ou moins pour réduire au minimum les volumes de purge et pour réduire le risque de court-circuitage.
 - ❑ Il faut généralement utiliser des filtres courts (0,1 à 0,3 m), sauf si l'on installe les sondes dans des zones vadoses (de plus de 10 m environ) qui nécessitent parfois des filtres plus longs ou dans lesquelles l'objectif est de prélever un grand volume d'échantillons de gaz souterrains composites.
 - ❑ Dans le cas des sondes faites de PVC rigide, il est recommandé d'utiliser des tubes possédant un diamètre de 19 mm (¾ pouce) accompagnés de filtres à fente n° 10 à n° 40. Les raccords du tube montant doivent être fermés hermétiquement, et aucune colle ne doit être utilisée.
 - ❑ Les sondes composées d'implants ont généralement un diamètre de 12,5 mm (½ pouce) et une longueur de 0,15 m à 0,3 m. D'ordinaire, un tube de 6 mm (¼ pouce) de diamètre est utilisé pour relier l'implant à la

MOR n° 4
Installation de sondes de gaz souterrains

surface du sol. L'utilisation de tubes d'un diamètre inférieur peut causer des pertes dues au frottement lors de la réalisation des essais pneumatiques.

- Il est recommandé d'utiliser des raccords de compression, des raccords cannelés ou des raccords filetés Swagelok^{MC} hermétiques. Lorsque des raccords cannelés sont utilisés, s'assurer que les tubes sont insérés dans au moins trois cannelures. L'utilisation de raccords lisses est à proscrire.
- L'extrémité supérieure des sondes à la surface du sol doit être munie d'un bouchon (dans le cas des tubes en PVC) et d'une soupape hermétiques afin de prévenir l'infiltration d'air atmosphérique.
- Il ne faut pas utiliser de marqueurs qui émettent des composés organiques volatils (COV) pour étiqueter les sondes.
- Choix à faire pour la construction des sondes de gaz souterrains sous la dalle.** Il faut choisir les matériaux, le diamètre, la longueur du filtre et les raccords :
 - Une sonde sous la dalle est généralement une sonde installée dans un forage ou un trou de carotte scellé sous la dalle (permanente) ou une sonde extensible de type bouchon (généralement temporaire).
 - Les sondes doivent être faites de matériaux inertes comme des tubes en acier ou en laiton et des raccords en Téflon. Il existe différents types de sondes sous la dalle. Une sonde conçue par l'USEPA (2004) est illustrée à la figure 1. Lorsque les sondes ne sont pas utilisées, elles doivent être scellées à l'aide d'un bouchon fileté encastré. Au moment de l'échantillonnage, le bouchon est remplacé par un raccord doté de filets à l'une des extrémités et d'un raccord de compression ou cannelé de 6 mm (¼ pouce) à l'autre extrémité.
 - Les sondes extensibles de type bouchon doivent être installées dans un trou à bords lisses de taille appropriée.
 - Le coulis doit être composé de ciment, d'agrégats et d'eau et ne doit contenir aucun additif pouvant contenir des COV. Puisque le ciment ordinaire peut se résorber et craquer avec le temps, il est conseillé d'utiliser un ciment gonflant conçu pour sceller les craques des planchers de béton.
 - Placer un coulis de bentonite ou tout autre produit ne contenant pas de COV (p. ex. colle de polyéthylène ou cire d'abeille) autour de la sonde

temporaire. Un coulis de bentonite peut également être placé autour d'une sonde permanente au moment de l'échantillonnage pour plus de protection.

Manipulation, entreposage et décontamination des matériaux

- ❑ **Manipulation et entreposage.** Les matériaux des sondes (p. ex. tuyaux de PVC, tubage et implants) doivent être livrés sur le site bien emballés dans du plastique. Il est important de manipuler et d'installer les sondes avec soin afin d'éviter toute contamination croisée. Les sondes ne doivent jamais être exposées aux émissions des tuyaux d'échappement ou à toute autre source de contamination.
- ❑ **Décontamination des sondes temporaires en acier.** Les sondes en acier comme les sondes d'échantillonnage à pointe rétractable doivent être lavées en profondeur avec de l'eau savonneuse chaude, puis rincées avec de l'eau distillée et désionisée. Elles doivent être complètement sèches avant d'être réutilisées puisque les gouttelettes sur les parois intérieures de la sonde peuvent modifier les concentrations de gaz souterrains. Voir le MOR n° 2 pour le contrôle des échantillons témoins.

Installation des sondes ou des sondes commandées

Installation de sondes dans des trous de forage

- 1) Consigner les données relatives au trou tout au long du forage. Ajuster au besoin la profondeur de la sonde de gaz souterrains en fonction de la stratigraphie observée.
- 2) Placer une mince couche de sable (2,5 à 5 cm) au fond du trou de forage au moment d'installer la sonde afin que celle-ci ne soit pas en contact direct avec le sol de manière à éviter les obstructions.
- 3) Insérer la sonde dans les tiges de forage ou dans le trou non tubé. Installer la couche filtrante et les produits de scellement tout en retirant les tiges de forage selon les instructions fournies aux points suivants.
- 4) Placer la couche filtrante composée de sable grossier et de gravillon autour du filtre jusqu'à ce qu'elle dépasse le dessus du filtre de 0,15 m. Si du gravier est utilisé, placer une mince couche de sable entre le gravier et la bentonite.
- 5) Au-dessus de la couche filtrante, installer comme scellant un mélange de bentonite constitué de bentonite granulaire sèche (maillage 16). Le scellant de bentonite doit être d'une épaisseur minimale de 0,3 m. Installer le scellant en

MOR n° 4
Installation de sondes de gaz souterrains

deux ou trois couches successives de quelques centimètres et hydrater avec de l'eau distillée et désionisée.

- 6) Sceller le reste de l'espace annulaire jusqu'à la surface du sol avec un coulis épais composé d'un mélange de bentonite en poudre et d'eau (coulis Volclay) à l'aide d'un tube de bétonnage ou utiliser de la bentonite granulaire.
- 7) Utiliser un bourroir et un ruban lesté pour vérifier les positions de la couche filtrante et du produit de scellement.
- 8) Lorsque plus d'une sonde est installée dans un même trou de forage, il faut placer entre chaque sonde un scellant de bentonite d'une épaisseur minimale de 0,15 m sous forme de coulis ou de bentonite granulaire. Il est recommandé de tester le scellant entre les sondes en créant, dans l'une des sondes, un vide de 10 pouces de colonne d'eau, puis en surveillant le vide qui se crée dans les sondes adjacentes. Un vide se crée rapidement dans les sondes adjacentes lorsque les produits de scellement n'ont pas été installés de manière adéquate.
- 9) Les sondes doivent être dotées d'un couvercle ou de tout autre mécanisme de protection assurant leur étanchéité et leur sécurité. Les couvercles des puits doivent être fixés avec du béton.
- 10) Si nécessaire, protéger les sondes des sources de perturbations (qui peuvent provoquer des courts-circuits pendant l'échantillonnage) à l'aide des méthodes appropriées (p. ex. bornes de protection, blocs de béton).

Sondes installées au moyen de la technique de poussée directe

- 1) Utiliser des perches de plus grand diamètre¹ afin de faciliter l'installation de la couche filtrante et du produit de scellement. Il est important de s'assurer que le trou de forage ne s'affaisse pas sur la sonde.
- 2) Pousser les sondes à la profondeur souhaitée.
- 3) Abaisser l'implant pour le raccorder à l'embout de la perche extensible à l'aide d'un raccord fileté.
- 4) Dans le cas des sondes installées dans des trous de forage, suivre la même procédure pour installer la couche filtrante et le produit de scellement.

¹ Pour les appareils Geoprobe, utiliser le système composé de deux tubes DT-21 (diamètre extérieur de 54 mm et diamètre intérieur de 38 mm. Visiter le site www.geoprobe.com) *Direct Push Installation of Devices for Soil Gas Sampling and Monitoring* [bulletin technique MK3098].

Sondes commandées

- 1) Percer un petit forage pilote sur les surfaces en asphalte ou en béton, au besoin.
- 2) Installer les sondes à la verticale à l'aide d'un bélier hydraulique ou d'un marteau à inertie (ne pas utiliser une masse).
- 3) Réduire au minimum les perturbations que pourraient subir les sondes après l'installation.
- 4) Il est déconseillé d'utiliser des sondes commandées dans des sols qui vont se fracturer (p. ex. certains types d'argile).
- 5) Si des cailloux ou d'autres obstructions font dévier les tiges, abandonner l'installation, boucher le trou et réessayer à un nouvel endroit.
- 6) Installer un coulis de bentonite autour de la sonde à la surface du sol.
- 7) Retirer l'enveloppe protectrice et commencer la procédure d'échantillonnage.

Sondes sous la dalle

- 1) Les sondes installées directement sous la dalle sont décrites ci-dessous. Pour les sondes installées plus profondément dans le sol, utiliser la procédure décrite ci-dessus.
- 2) Percer le forage dans le béton à l'aide d'une perceuse à percussion électrique robuste. Éviter d'utiliser des perceuses à essence. Aspirer la poussière produite par le perçage à l'aide d'un aspirateur à eau et poussière.
- 3) Boucher le trou rapidement avant d'y insérer la sonde (avec un bouchon de caoutchouc, p. ex) pour éviter de perturber les concentrations de gaz sous la dalle.
- 4) Installer le tube en acier inoxydable ou en laiton (figure 1) et connecter le raccord sur le tube à la valve. Utiliser un coulis de béton qui n'émet pas de COV.
- 5) Après avoir inséré la sonde dans le trou, fermer la valve et laisser le scellant de béton sécher avant de prélever les premiers échantillons. Attendre approximativement une heure lorsqu'il s'agit de béton à séchage rapide. Lorsque le trou a été laissé à découvert pendant une période de temps assez prolongée et qu'on note la présence de gradients de pression entre le bâtiment et le sol sous la dalle, il est nécessaire de prolonger la période d'attente entre

MOR n° 4
Installation de sondes de gaz souterrains

l'installation et l'échantillonnage pour permettre aux concentrations de retrouver leur équilibre.

Essai d'étanchéité

Vérifier l'étanchéité du scellant à tous les emplacements des nouvelles sondes de gaz souterrains. Les procédures relatives aux essais d'étanchéité sont décrites dans le MOR n° 6.

Mise hors service des trous de forage et des sondes

S'ils ne servent pas à l'installation d'une sonde de gaz souterrains, les trous de forage non tubés mesurant 25 mm de diamètre ou plus doivent tous être scellés avec un coulis de bentonite installé à l'aide d'un tube de bétonnage.

Les trous d'un diamètre inférieur à 25 mm qui ont été percés à l'aide de sondes commandées doivent être bouchés avec du coulis de bentonite.

Lors de la mise hors service des sondes sous la dalle, sceller les trous en les bouchant avec un coulis de ciment sans retrait ou tout autre produit approprié afin de prévenir l'infiltration de gaz souterrains dans le bâtiment.

Documentation

Consigner par écrit l'installation de chaque sonde de gaz souterrains dans un formulaire distinct, décrivant en détail la stratigraphie du sol et la construction de la sonde. L'installation des sondes sous la dalle n'a pas besoin d'être consignée par écrit.

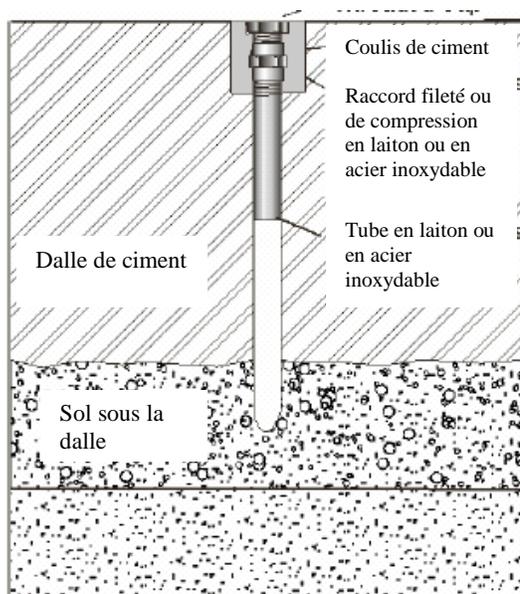


FIGURE 1. Structure recommandée par l'USEPA (2004) pour les sondes installées sous la dalle d'un bâtiment

BIBLIOGRAPHIE

United States Environmental Protection Agency (USEPA). 2004. *Standard Operating Procedure (SOP) for Installation of Sub-Slab Vapor Probes and Sampling Using US EPA Method to Support Vapor Intrusion Investigations*. ORD, Ada, OK. Ébauche du 12 février 2004.

MODE OPÉRATOIRE RECOMMANDÉ NOMBRE 5: ÉCHANTILLONNAGE DES GAZ SOUTERRAINS

PORTÉE Le présent mode opératoire recommandé (MOR) fournit des instructions sur la manière de prélever des échantillons de gaz souterrains pour les soumettre à des analyses chimiques. Il présente les méthodes, les contenants et les dispositifs à employer pour l'échantillonnage de gaz souterrains. Pour de plus amples renseignements sur l'échantillonnage et l'analyse des gaz souterrains, consulter le volume 1 du *Guide sur la caractérisation environnementale des sites dans le cadre de l'évaluation des risques pour l'environnement et la santé humaine* (volume intitulé *Orientations*).

POURQUOI? Le terme « gaz souterrain » désigne l'air présent dans les espaces interstitiels du sol. Ces gaz peuvent être générés par les processus suivants : i) la séparation qui se produit lorsque des substances chimiques présentes dans des liquides non aqueux (LNA), dans l'eau souterraine ou sur des particules de sol se transforment en gaz souterrains par volatilisation; ii) la décomposition anaérobie de substances chimiques organiques, de matières résiduelles (p. ex. résidus miniers) ou de matières organiques naturelles et la production de gaz biogéniques (p. ex. méthane, dioxyde de carbone ou sulfure d'hydrogène); iii) la biodégradation aérobie d'hydrocarbures ou de matières organiques naturelles ainsi que la production de dioxyde de carbone et la consommation d'oxygène.

COMMENT? La procédure d'échantillonnage des gaz souterrains est résumée à la figure 1. Les échantillons de gaz souterrains peuvent être analysés sur le terrain à l'aide de détecteurs manuels comme un détecteur à photo-ionisation (DPI), un détecteur à ionisation de flamme (DIF) ou un appareil de mesure des gaz d'enfouissement (p. ex. oxygène, dioxyde de carbone, méthane ou sulfure d'hydrogène). Les échantillons de gaz souterrains peuvent également être analysés pour détecter des composés précis à l'aide de méthodes d'analyse plus poussées effectuées généralement dans un laboratoire d'analyse hors site. Lorsque les données relatives aux gaz souterrains sont utilisées dans le cadre d'une évaluation des risques pour la santé humaine, il faut généralement obtenir des analyses chimiques pour des composés chimiques précis possédant une limite de détection basse (c.-à-d. des niveaux ppbV très bas). Toutefois, les instruments manuels peuvent être très utiles comme outils d'évaluation préliminaire pour détecter les zones les plus contaminées et ainsi minimiser les coûts d'analyse.

Plusieurs méthodes peuvent être utilisées pour le prélèvement et l'analyse en laboratoire des échantillons de gaz souterrains. L'utilisation de tubes sorbants actifs ou de cartouches constitue les deux principales options. Le choix de la méthode d'analyse dépend des objectifs du projet, des méthodes d'échantillonnage, des limites de détection et des objectifs de qualité des données. Dans le cas des analyses effectuées sur le terrain, les échantillons de gaz sont habituellement recueillis à l'aide de sacs d'échantillonnage ou de seringues.

MOR n° 5
Échantillonnage des gaz souterrains

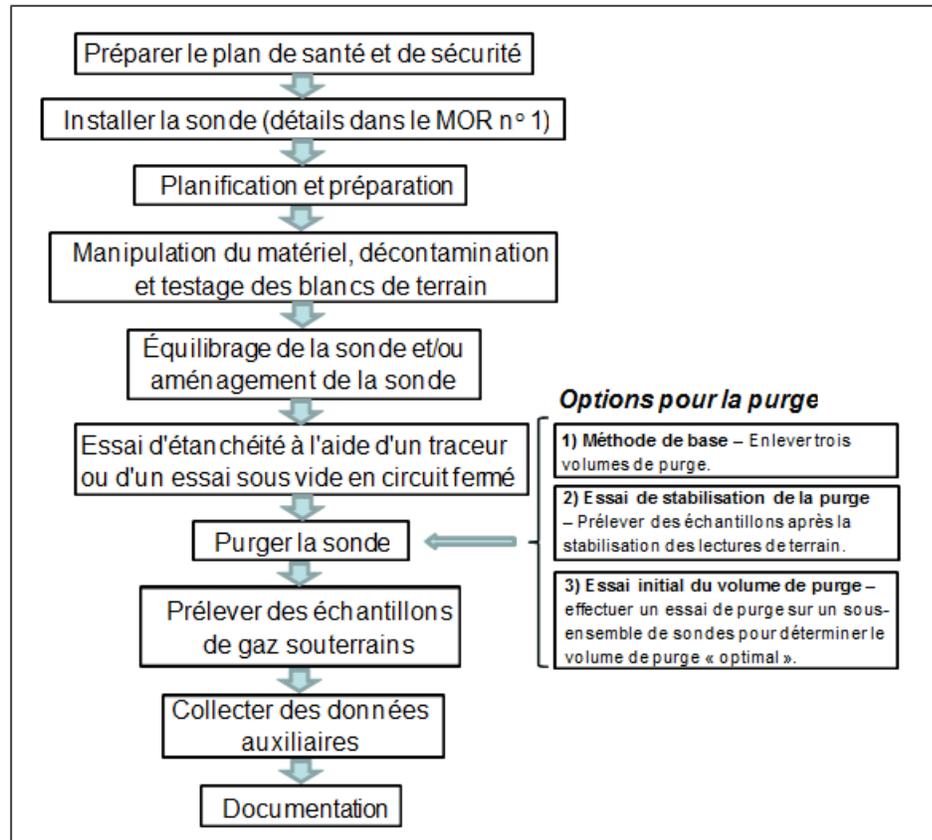


FIGURE 1. Procédure d'échantillonnage des gaz souterrains

PROCÉDURE

Planification et préparation

- Préparation du plan de santé et sécurité** (aspect qui déborde le cadre de ce MOR).
- Examen de l'installation des sondes de gaz souterrains.** Déterminer si les sondes sont toujours adéquates pour atteindre les objectifs du projet actuel et si elles sont toujours en bonne condition. Si un échantillonnage des puits d'observation de l'eau souterraine est prévu, consulter les registres des puits pour vérifier les profondeurs des filtres par rapport à la nappe phréatique ainsi que les méthodes de construction (p. ex. couche filtrante et scellant) et déterminer si le puits est aéré à partir de la surface (le puits pourrait devoir subir des modifications ou une purge additionnelle).
- Choix de la méthode d'analyse et du dispositif d'échantillonnage.** Identifier les contaminants potentiellement préoccupants (CPP) et déterminer la méthode et le dispositif d'échantillonnage, la méthode d'analyse, les limites de détection et les objectifs en matière de qualité des données. Les options d'échantillonnage types sont présentées dans le tableau 1. Prendre note que la firme SKC remplace progressivement ses sacs Tedlar^{MD} par le Flexfilm, une solution de rechange acceptable pour l'analyse des gaz en laboratoire. Il est

MOR n° 5
Échantillonnage des gaz souterrains

déconseillé d'utiliser des sacs d'échantillonnage pour l'analyse de faibles concentrations (c.-à-d. ppbV) de composés organiques volatils (COV).

Tableau 1. Vue d'ensemble des principales méthodes d'analyse des gaz souterrains

Méthode	Dispositif d'échantillonnage	Composés analysés	Délai de conservation des échantillons
Méthode TO-15 de l'USEPA	Cartouches sous vide Summa ou revêtues de silice fondue (fused silica lined ou FSL) (généralement 1-6 L)	Large éventail de COV, du propane au naphthalène.	30 jours ¹
Méthode TO-17 de l'USEPA	Tubes sorbants thermodésorbables et pompes à faible débit	Large intervalle de volatilité allant des COV de faible poids moléculaire comme le buta-1,3-diène aux HAP à quatre noyaux s'il y a utilisation de tubes sorbants multicouches ² .	30 jours, si entreposés à 4 °C
Méthode modifiée NIOSH 1501 ou OSHA 7	Tube de charbon avec solvant d'extraction	Généralement les BTEX et autres hydrocarbures pétroliers. Limites de détection supérieures à la méthode TO-17.	S'informer auprès du laboratoire
ASTM D1946-90 (2006) ³ ou D1945-03(2010) ⁴	Sac d'échantillonnage de gaz ou cartouche Summa ou FSL	Gaz difficilement liquéfiables et hydrocarbures de faible poids moléculaire.	1 à 3 jours pour les sacs; 30 jours pour les cartouches
ASTM D5504	Sac d'échantillonnage de gaz ou cartouche FSL ^{5,6}	Composés de soufre réduit.	24 heures pour les sacs; 24 heures pour les cartouches FSL

Nota :

- 1) Il est recommandé d'utiliser les cartouches destinées à l'échantillonnage dans les 15 jours suivant leur préparation par le laboratoire.
- 2) L'efficacité de la méthode dépend du tube sorbant. Des tubes sorbants multicouches spéciaux se sont révélés d'une bonne efficacité dans un éventail relativement large de conditions d'humidité et avec des composés présentant une gamme relativement large de poids moléculaires.
- 3) Hydrogène, oxygène, nitrogène, monoxyde de carbone, dioxyde de carbone, méthane, éthane, éthylène.
- 4) Hydrogène, oxygène/argon, nitrogène, monoxyde de carbone, dioxyde de carbone, sulfure d'hydrogène, hélium, alcanes C1-C6.
- 5) Prendre note que des chercheurs ont rapporté une récupération irrégulière des composés sulfurés réactifs avec les vieilles cartouches FSL et que l'utilisation d'un sac d'échantillonnage serait sans doute une meilleure solution dans ce cas.
- 6) Les cartouches Silco ou FSL sont conçues pour des composés polaires ou plus réactifs. Les cartouches Summa sont faites d'acier inoxydable poli par électrolyse et ne se montrent pas aussi efficaces avec de tels composés.

- **Collecte avec des sacs d'échantillonnage de gaz.** Dans le cas des sacs d'échantillonnage, utiliser une chambre à vide (*lung box*) pour prélever les échantillons. On évite ainsi de faire passer le gaz souterrain par une pompe et, de ce fait, la possibilité d'obtenir un échantillonnage biaisé dû à une contamination croisée provoquée par la pompe ou par une fuite en émanant.
- **Détermination du volume et de la durée d'échantillonnage.** Le volume d'échantillon, le débit et la durée d'échantillonnage requis sont établis en s'appuyant sur les concentrations prévues et les limites de détection requises. Le débit d'échantillonnage doit être vérifié sur le terrain.
- **Détermination des caractéristiques de la pompe requise.** Pour les tubes sorbants, utiliser une pompe de prélèvement d'usage courant (p. ex. 224-PCXR4 de SKC ou Gillian²), c'est-à-dire une pompe munie d'un adaptateur à faible débit calibré au débit requis (généralement 50-200 ml/min). Dans le cas des sacs d'échantillonnage, l'utilisation d'une pompe de prélèvement est également appropriée, sauf en présence d'un vide poussé (plus de 20 pouces d'eau), ce qui peut se produire si l'on prélève des échantillons de gaz souterrains dans un sol peu perméable. Avec un vide supérieur à 20 pouces d'eau, il faut utiliser une pompe plus puissante telle que la pompe QuickTake 30 de SKC. Le prélèvement d'échantillons à l'aide de cartouches ne requiert l'usage d'aucune pompe.
- **Choix des matériaux de la ligne de prélèvement.** La ligne de prélèvement doit être faite de matériaux inertes et non poreux. Des tubages en acier inoxydable et en éthylène-propylène fluoré (c.-à-d. en Téflon^{MD} ou revêtus de Téflon) sont acceptables. L'utilisation de tubages Nylaflo (en nylon) est acceptable pour la plupart des composés volatils, sauf pour le naphthalène et autres composés similaires, car une sorption excessive de naphthalène a été constatée dans ces tubages. L'utilisation de colles, rubans et matériaux pouvant émettre des composés volatils est à proscrire. La ligne de prélèvement de chaque sonde doit également être construite avec des matériaux neufs, à moins que l'on utilise un tubage en acier inoxydable dont le nettoyage a été démontré par des essais à blanc. Il est recommandé d'utiliser des raccords de compression ou des raccords cannelés Swagelok^{MC} hermétiques. Lorsque des raccords cannelés sont utilisés, s'assurer que les tubes sont insérés dans au moins trois cannelures. L'utilisation de raccords lisses est à proscrire³.
- **Procédures et échantillons de contrôle de la qualité (CQ) sur le terrain.** Déterminer les procédures de CQ à suivre sur le terrain, notamment les exigences en matière de vérification du débit et du vide, d'essais d'étanchéité et de purge. Déterminer la certification du contenant d'échantillon et les échantillons de CQ à prélever sur le terrain, y compris les échantillons en

² Prendre note que les mentions de produits sont à titre indicatif seulement et n'engagent en rien les auteurs.

³ De la graisse à vide est parfois appliquée sur les valves des sacs d'échantillonnage par les fabricants, mais ne doit pas être utilisée pour l'analyse d'échantillons à faible teneur en contaminants.

duplicata, les blancs d'équipement et les blancs de transport. Si possible, effectuer des essais de contrôle de la qualité au début du programme sur le terrain afin de faire au besoin les ajustements requis. Prendre des mesures pour que le laboratoire fournisse de l'azote ultra pur pour usage sur le terrain au besoin. L'expérience montre qu'à l'occasion, les cartouches fuient (vide inférieur à 27 pouces de mercure à leur arrivée sur le site) ou sont en mauvaise condition (filetages usés); les sacs d'échantillonnage de gaz peuvent également fuir à l'occasion (dégonflage des sacs après l'échantillonnage). Il est donc recommandé de commander des cartouches et des sacs supplémentaires.

- **Déterminer le volume de purge.** Le volume de purge doit tenir compte de la couche filtrante et peut se calculer de la façon suivante :

$$\text{Volume de la sonde (cm}^3\text{)} = \pi * 1/4 * [\theta_a * (D_F^2 - D_S^2) * L_C + D_S^2 * L_S + D_T^2 * L_T]$$

où θ_a est la porosité à l'air (0,25 est une hypothèse raisonnable), D_F est le diamètre du trou de forage (cm), D_S est le diamètre de la sonde (cm), L_C est la longueur de la couche de sable filtrant (cm), L_S est la longueur de la sonde (cm), D_T est le diamètre du tubage (cm) et L_T est la longueur du tubage (cm).

- **Considérations temporelles et saisonnières.** Il est important de tenir compte des possibles variations temporelles et saisonnières au moment d'établir la période d'échantillonnage. Il faut s'abstenir de prélever des échantillons pendant ou après une pluie forte ou modérée (c.-à-d. plus de 0,5 centimètre [cm] environ). Avant de procéder à l'échantillonnage, attendre généralement au moins une journée ou plus, au besoin, selon le type de sol.
- **Échantillonnage par temps froid.** La plupart des instruments et des pompes ne sont pas conçus pour fonctionner à des températures sous le point de congélation. Conserver les détecteurs manuels dans un environnement où la température > 0 °C. Garder les pompes au chaud dans des glacières ou des sacs isothermes contenant des blocs chauffants. De la condensation peut se former lorsque des gaz chauds refroidissent dans un contenant, ce qui peut perturber l'échantillonnage et la procédure d'analyse (p. ex. rétention réduite pour les tubes sorbants). Il est important de surveiller les signes de condensation. Les sorbants et les tubes peuvent aussi être gardés au chaud dans des sacs isothermes (ou possiblement autrement) afin de réduire la condensation. Ne pas prélever d'échantillons de gaz souterrains dans des sols gelés. Ces échantillons ne sont généralement pas représentatifs en raison de leur volatilisation réduite.
- **Calendrier des travaux.** Effectuer les essais de performance des sondes, les essais d'étanchéité et les essais sur le terrain avant de prélever les échantillons destinés aux analyses de laboratoire. Il est parfois préférable de contrôler toutes les sondes pour ensuite retourner à chacune des sondes sélectionnées pour prélever les échantillons destinés aux analyses de laboratoire. Dans le cas des analyses à durée de vue critique, coordonner l'expédition et la réception au laboratoire (prendre en considération l'impact des fins de semaine sur

l'analyse). Le transport d'hélium exige une formation et la pose de plaques sur les contenants, à l'exception peut-être du transport de petites cartouches.

- **Équipement requis.** Voici une partie de l'équipement requis pour l'échantillonnage des gaz souterrains : 1) chambre à vide, 2) pompe d'échantillonnage, 3) débitmètre (p. ex. calibre de débit), 4) appareils de mesure du vide (manomètre numérique ou jauge de pression de type Magnehelic^{MD}), 5) ligne de prélèvement, 6) contenants à échantillons (sacs d'échantillonnage, tubes sorbants, cartouches), 7) instruments de terrain et 8) gaz traceurs pour l'étalonnage et la détection des fuites.

Manipulation du matériel, entreposage, décontamination et échantillons témoins

- **Manipulation et entreposage.** Le matériel de la ligne de prélèvement doit être emballé dans du plastique ou des sacs de plastique de qualité alimentaire pendant le transport jusqu'au site et l'entreposage sur le site. Entreposer et manipuler le matériel et les appareils d'échantillonnage avec soin pour éviter toute contamination. Porter des gants en nitrile propres et de qualité médicale pour l'échantillonnage. Les échantillons ou le matériel d'échantillonnage ne doivent jamais être exposés aux émissions des tuyaux d'échappement ou à toute autre source de contamination.
- **Décontamination.** Pour des *analyses en laboratoire* (c.-à-d. niveaux exprimés en ppbV), il est fortement recommandé d'utiliser du matériel neuf conçu à cette fin pour chaque nouvelle sonde (il n'est généralement pas nécessaire de décontaminer le matériel neuf manipulé avec soin)⁴. Le matériel d'échantillonnage qui servira de nouveau à des analyses en laboratoire doit être lavé en profondeur avec de l'eau savonneuse chaude puis rincé avec de l'eau distillée et désionisée. Les sondes de gaz souterrains à filtres rétractables pourraient avoir besoin d'un nettoyage préalable à la brosse pour enlever la terre. Les valves et les raccords doivent être complètement secs avant d'être utilisés de nouveau, car les gouttelettes d'eau peuvent affecter les concentrations de gaz souterrains. Un four à faible température (p. ex. 70 °C) peut servir à sécher l'acier inoxydable et le laiton. Vérifier les procédures de nettoyage en testant l'équipement au moyen d'échantillons témoins (voir ci-dessous). Lorsque le matériel de la ligne de prélèvement doit être réemployé pour des *analyses sur le terrain* (c.-à-d. niveaux en ppbV), il n'est pas toujours nécessaire de décontaminer l'équipement fait de matériaux relativement inertes comme l'acier inoxydable, le cuivre ou le Téflon; il faut cependant tester l'équipement au moyen d'échantillons témoins.
- **Blancs de terrain pour des analyses sur le terrain (niveaux en ppmV) :** Lorsque des analyses sur le terrain et des analyses en ppmV sont effectuées, prélever et tester un blanc de terrain pour s'assurer que le matériel

⁴ Les pointes ou implants d'échantillonnage qui entrent en contact avec des huiles de coupe doivent être trempés dans de l'alcool isopropylique, puis rincés de la manière décrite plus haut.

d'échantillonnage est propre. Tirer de l'air ambiant par la sonde (avant l'installation)⁵ et la ligne de prélèvement jusque dans un sac d'échantillonnage de gaz et mesurer la concentration dans le sac à l'aide d'un DPI. Si des concentrations détectables sont présentes, la sonde et la ligne de prélèvement doivent être nettoyées ou remplacées. Les concentrations de fond mesurées dans l'air ambiant par le DPI ne doivent pas être détectées pour que s'applique cette procédure.

- **Blancs de terrain pour des analyses en laboratoire (ppbV).** Avant de réutiliser des sondes de gaz souterrains ou des lignes de prélèvement d'échantillons qui seront analysés en laboratoire (c.-à-d. niveaux en ppbv), il est important de suivre la procédure suivante : i) brancher une cartouche Summa contenant de l'air pur de qualité « ultra-zéro » (ou de l'azote) à l'une des extrémités de la ligne de prélèvement; ii) brancher l'autre extrémité de la ligne à une cartouche sous vide Summa; iii) ouvrir simultanément les deux valves de la cartouche et remplir celle-ci à un débit de 100 à 200 ml/min. Expédier l'échantillon prélevé à l'aide de la cartouche au laboratoire d'analyse. Il est également possible d'utiliser un tube sorbant pour prélever un blanc de terrain. Toutefois, la valve et le contrôleur de débit de la cartouche doivent permettre un débit constant variant entre 100 et 200 ml/min (utiliser un débitmètre pour mesurer le débit). Au moins 10 % des sondes et des lignes de prélèvement réutilisées doivent subir des essais conformément aux présentes directives.

L'emploi d'un équipement neuf qui a été correctement entreposé et manipulé réduit les risques de contamination croisée pendant l'échantillonnage. La vérification de l'équipement neuf au moyen d'échantillons témoins est jugée facultative.

Équilibrage et/ou aménagement des sondes

- Après la mise en place des sondes, il convient de retirer l'air qui s'est introduit pendant l'installation ou de laisser les gaz souterrains s'équilibrer par diffusion avant de procéder à l'échantillonnage.
- Au minimum, trois volumes d'air (composés de la sonde, des tuyaux et de la couche filtrante de sable) doivent être retirés de la sonde pendant l'opération de mise en place. Sinon, il conviendra de ménager une période de temps suffisante pour l'équilibrage avant de procéder à l'échantillonnage. Cette procédure d'« adaptation » convient également pour les sondes en PVC (des études ont laissé constater un certain degré de sorption sur le PVC).
- Le temps requis pour l'équilibrage de la sonde varie selon les perturbations qui ont pu se produire au cours de l'installation. Les temps minimaux recommandés sont indiqués au tableau 2.

⁵ En général, cette procédure s'applique uniquement aux sondes temporaires.
Volume 3 : Modes opératoires recommandés

Tableau 2 : Temps d'équilibrage minimaux recommandés

Type de sonde	Temps d'équilibrage
Sondes commandées (AMS, PRT Geoprobe)	20 minutes
Sondes installées dans des trous de forage de petit diamètre (< 50 mm), forés sans apport d'air ni d'eau	1 jour
Sondes installées dans des trous de forage de plus grand diamètre (> 50 mm), forés sans apport d'air ni d'eau	2 jours
Sondes installées dans des trous de forage Hydrovac (méthode non recommandée, mais qui pourrait être exigée par le client ou pour des raisons de santé et de sécurité)	1 semaine
Sondes installées dans des trous forés avec apport d'air ou d'eau (méthode non recommandée)	Plusieurs semaines, jusqu'à ce que des essais réguliers confirment l'état d'équilibre

Vérification du débit et du vide (performance de la sonde)

- Le test de performance de la sonde sert à vérifier si un taux acceptable de débit et de vide peut être obtenu et à confirmer que la perméabilité sol-air calculée est conforme à la nature des matériaux géologiques dans lesquels est installée la sonde. Si le vide est beaucoup plus élevé que prévu, il est possible que la sonde soit obstruée ou installée dans la zone saturée⁶. En revanche, un vide beaucoup moins élevé que prévu pourrait trahir un problème de court-circuitage. Au moment d'interpréter les résultats, il convient de se rappeler que l'humidité du sol (et, par le fait même, les précipitations) influe sur la perméabilité sol-air.
- Les mesures de débit et de vide peuvent également être utilisées pour estimer la perméabilité sol-air à l'aide de modèles mathématiques de débit des gaz souterrains (voir annexe I).
- La vérification du débit et du vide est effectuée en mesurant le vide au taux de débit souhaité. Lorsque le vide excède 10 pouces d'eau, il est préférable d'utiliser un débit plus faible afin de réduire le vide lorsque cela est possible (noter qu'il est acceptable d'obtenir des échantillons sous des conditions de

⁶ Des critères sont en voie d'élaboration à ce propos pour différents types de milieux géologiques.
Volume 3 : Modes opératoires recommandés

vide plus poussé). Cependant, une pompe spéciale sera requise pour obtenir un vide excédant environ 20 pouces d'eau.

- Avant de prélever un échantillon de gaz souterrain pour analyse, il faut au moins laisser la pression se rééquilibrer après le vide créé par l'essai de performance. Si un volume de gaz assez important est prélevé ou qu'un débit élevé de pompage est employé durant l'essai (pouvant causer un déséquilibre local), il faut laisser la sonde se rééquilibrer en appliquant les critères indiqués ci-dessus⁷.

Contrôle de l'étanchéité à l'aide d'un gaz traceur et essai à vide en circuit fermé

- Le contrôle de l'étanchéité à l'aide d'un gaz traceur et l'essai à vide servent à vérifier que les fuites de la ligne de prélèvement ne dépassent pas les limites acceptables. Le contrôle de l'étanchéité peut être effectué pendant la purge, comme décrit ci-dessous (voir l'illustration de la trousse d'échantillonnage à la figure 5).
- Utiliser de l'hélium en guise de gaz traceur pour la détection des fuites de toutes les sondes utilisées pour la première fois et de 10 % des sondes utilisées pour chacune des séries d'échantillonnage subséquentes. On recommande d'utiliser à cette fin de l'hélium ultra pur (pureté égale ou supérieure à 99,995 %). L'utilisation d'hélium de qualité industrielle ou d'hélium pour ballons n'est pas recommandée. Dans les cas où l'utilisation de ce type de gaz est requise, songer à en prélever un échantillon qui sera analysé en laboratoire.
- Recouvrir l'ensemble de l'installation d'un boîtier en plastique et remplir lentement d'hélium jusqu'à ce que la concentration du gaz mesurée à l'aide d'un détecteur (par exemple, Dielectric MGD-2000) atteigne un minimum de 10 % (vérifier périodiquement la concentration du gaz traceur pour la remettre au niveau requis le cas échéant). Purger la sonde, puis prélever un échantillon de gaz souterrain dans un sac et mesurer la concentration d'hélium. Le volume de purge avant le prélèvement de l'échantillon doit être au moins égal ou supérieur au volume de l'échantillon qui sera prélevé aux fins d'analyses en laboratoire. Les fuites sont quantifiées à l'aide de la formule suivante :

$$\text{Fuites (\%)} = \frac{\text{Teneur en He du gaz souterrain}}{\text{concentration de He mesurée dans le boîtier}} \times 100$$

- Si les fuites dépassent 2 %, réparer ou remplacer la sonde ou la ligne de prélèvement et procéder à un nouveau test d'étanchéité.

⁷ Le rayon de la zone échantillonnée peut servir à évaluer les risques d'infiltration d'air atmosphérique. Ce rayon est calculé en supposant que la zone d'échantillonnage est une sphère. L'équation qui sert à déterminer le volume d'une sphère est la suivante : $\frac{4}{3} * \text{PI} * \text{R}^3$. Le rayon (cm) est calculé comme suit : $\text{R} = [3 * \text{V} / (4 * \text{PI} * \theta_a)]^{1/0,33}$, où V désigne le volume de l'échantillon (cm³) et θ_a la porosité à l'air. Ainsi, pour un échantillon de 10 L et une porosité à l'air de 0,1, on obtient un rayon de 28 cm.

MOR n° 5
Échantillonnage des gaz souterrains

- Procéder à des essais à vide deux fois par jour en créant un vide d'au moins 10 pouces d'eau dans la ligne de prélèvement. Fermer la valve de la sonde et celle située la plus en aval de la ligne de prélèvement et contrôler les variations de pression en fonction du temps. La dissipation du vide ne devrait pas excéder 5 % aux 5 minutes.

Purge et échantillonnage

Les exigences générales sont indiquées ci-dessous (les règles particulières concernant les cartouches et les tubes sorbants sont décrites dans les sections subséquentes). Les figures 2 et 3 présentent des illustrations des différentes configurations d'échantillonnage. On recommande d'utiliser des sondes de plus petit diamètre (en général, de 19 mm ou moins) afin de réduire les volumes de purge et la durée de l'échantillonnage.

- 1) La valve de la sonde devrait être fermée en tout temps, sauf pendant la purge ou l'échantillonnage.
- 2) Mesurer la pression statique entre la sonde et l'air ambiant à l'aide d'un manomètre dont la résolution est établie à 0,01 pouce d'eau. La mesure de ce paramètre (facultative) peut fournir des renseignements utiles sur les possibles gradients de pression et le transport des gaz souterrains par advection.
- 3) Assembler la ligne de prélèvement en s'assurant que les raccords et les raccordements sont bien en place. Utiliser la longueur minimale de tuyau requise afin de minimiser la sorption de substances chimiques sur le tuyau.
- 4) Dans le cas des échantillonnages effectués sous la dalle, évacuer les gaz de purge à l'extérieur afin d'éviter la contamination de l'air intérieur.
- 5) Procéder au test d'étanchéité comme il est décrit plus haut.
- 6) Raccorder la ligne de prélèvement et les appareils requis (pompes, jauges, etc.) à la sonde, ouvrir les valves et purger à un taux nominal de 20 à 200 ml/min. Lorsqu'une sonde de plus grand diamètre est utilisée (p. ex. dans les puits d'observation installés dans la nappe phréatique), le taux de purge peut atteindre jusqu'à 5 L/min. Surveiller le vide pendant la purge et réduire le débit, suivant les besoins, si le vide excède 10 pouces d'eau.
- 7) Divers critères sont envisageables pour la détermination du volume de purge :
 - i) **Méthode de base** : Retirer trois volumes d'air de la sonde (en incluant l'air des pores de la couche filtrante), puis prélever l'échantillon. Purger au moins 1 L de gaz souterrain. Les calculs subséquents du volume de purge pourront faire abstraction de l'air de la couche filtrante si des données sur les volumes d'équilibrage de la sonde existent et le justifient.

- ii) **Test d'équilibrage de la purge** : Prélever l'échantillon après l'équilibrage des concentrations de gaz souterrains (vapeurs organiques mesurées par un DPI, oxygène et dioxyde de carbone) — les lectures consécutives ne devront pas varier de plus de 10 % environ. Prélever au moins trois échantillons à raison d'un par incrément d'environ un volume de purge. Cette méthode est jugée optimale dans tous les cas et devrait être utilisée lorsque les échantillons de gaz souterrains sont prélevés à partir de puits d'observation, à l'aide de sondes de diamètre plus grand (égal ou supérieur à 25 mm) ou à l'aide de sondes installées par forage à l'air, de sondes rotatives ou acoustiques ou de sondes Hydrovac.
 - iii) **Test du volume initial de purge** : Procéder d'abord à un test du volume de purge sur un sous-échantillon de sondes et mesurer les concentrations de gaz souterrains après un, trois et dix volumes de purge. Le volume de purge souhaité correspond d'ordinaire au volume à partir duquel les DPI donnent des concentrations maximales de vapeurs organiques. Utiliser ce volume de purge pour les échantillonnages subséquents.
- 8) Lorsque la purge est terminée, arrêter la pompe et fermer la valve située immédiatement en amont de cette dernière.
 - 9) Permettre au vide à l'intérieur de la sonde de se dissiper pour atteindre les conditions atmosphériques (en prenant note du temps de dissipation).
 - 10) Une période d'équilibrage optionnelle de 12 à 24 heures pourrait être justifiée dans diverses conditions : si des volumes importants de gaz souterrains (>~ 10 L) ont été retirés pendant la purge et les tests d'étanchéité; si les sondes sont installées près de la surface (< ~ 1 m) et que des volumes importants de purge augmentent le risque d'infiltration d'air atmosphérique; ou si le sol est constitué de couches de faible perméabilité présentant un risque de lente désorption/diffusion chimique.
 - 11) Après l'équilibrage, raccorder le dispositif d'échantillonnage à la ligne de prélèvement, ouvrir la valve et prélever l'échantillon à un débit allant de 20 à 200 ml/min. La procédure suivie dépendra de la méthode de prélèvement retenue : i) *sacs d'échantillonnage* : remplir à l'aide d'une chambre à vide en utilisant la ligne de prélèvement ayant servi à la purge; ii) *cartouches sous vide* : fermer la valve de la sonde, débrancher le tuyau de la pompe et le brancher à la cartouche (le tuyau doit être le plus court possible); iii) *tube sorbant* : fermer la valve de la sonde, débrancher le tuyau de la pompe et le brancher dans la ligne de prélèvement en amont du tube sorbant (le tuyau doit être le plus court possible).
 - 12) Lorsque plusieurs échantillons doivent être prélevés, laisser la sonde se rééquilibrer entre chaque prélèvement. Prélever les échantillons destinés aux différentes analyses dans le même ordre et en utilisant la même procédure.

Considérations liées à l'utilisation d'instruments manuels sur le terrain

- 1) Il importe de bien connaître les capacités et les limites des détecteurs au moment de choisir les instruments qui seront utilisés sur le terrain et les volumes d'échantillons requis (tableau 3). Voici les principaux points à prendre en considération :
 - a) Utiliser un détecteur qui convient au type de contaminant ciblé. Les détecteurs à photo-ionisation (DPI) conviennent pour une vaste gamme de vapeurs organiques (et certaines vapeurs inorganiques) selon l'énergie de la lampe ionisante utilisée. On utilise souvent des détecteurs de gaz combustibles sur les sites contaminés par des hydrocarbures pétroliers et des détecteurs multigaz lorsque la présence possible de gaz biogènes suscite des préoccupations.
 - b) Il convient d'être conscient des risques de sensibilité croisée ou de biais. Par exemple, les concentrations de méthane indiquées par les détecteurs à infrarouge sont biaisées à la hausse par d'autres types d'hydrocarbures légers et de solvants, et les résultats du détecteur d'hélium sont biaisés à la hausse par la présence de méthane (voir les documents Golder et SABCS). Dans le cas des détecteurs à infrarouge, effectuer les mesures avec et sans filtre au charbon.
 - c) Étalonner les instruments et procéder à des essais de résistance aux chocs conformément aux spécifications du fabricant. Conserver les registres d'étalonnage dans les dossiers des projets. Lorsqu'ils sont utilisés sur des sites contaminés par des hydrocarbures pétroliers, les détecteurs de gaz combustibles doivent être étalonnés pour détecter l'hexane; lorsqu'ils sont utilisés dans des décharges ou d'autres sites semblables, ils doivent être étalonnés pour détecter le méthane. Bien noter si l'appareil est réglé pour éliminer le méthane. Se rappeler que ce réglage ne supprime pas complètement la détection du méthane et qu'il réduit par ailleurs légèrement les résultats obtenus pour d'autres composés.
 - d) Les détecteurs de gaz combustibles (catalytiques) ne sont pas précis lorsque les concentrations d'hydrocarbures s'approchent du seuil minimal d'explosivité du méthane ou le dépassent.
 - e) Tenir compte des délais de réaction des différents détecteurs, lesquels doivent être pris en considération pour déterminer les volumes d'échantillons minimaux.
- 2) Lorsque les sacs d'échantillonnage sont envoyés au laboratoire pour analyse, utiliser un nouveau sac d'échantillonnage pour chaque site. Les sacs utilisés pour l'analyse sur le terrain peuvent être réutilisés, mais ils doivent être nettoyés au préalable (les remplir d'air ambiant et les vider au moins deux fois). Mesurer les concentrations d'air dans les sacs ainsi nettoyés à l'aide d'un DPI. Si les concentrations ne sont pas représentatives de l'air ambiant

MOR n° 5
Échantillonnage des gaz souterrains

(zéro ppm), remplir et vider le sac encore trois fois. Jeter le sac s'il n'est toujours pas propre après cinq cycles de nettoyage.

- 3) Prélever les échantillons de gaz souterrains dans un sac d'un litre en utilisant une chambre à vide, ce qui permet d'éviter la contamination croisée par la pompe⁸.
- 4) Les lectures d'échantillons prélevés dans des sacs doivent être effectuées dans l'heure suivant le prélèvement de l'échantillon en raison des risques de fuites ou d'infiltration.

Considérations liées à l'utilisation de tubes sorbants

- 1) Déterminer le type de sorbant requis, les limites de détection, le type de pompe ainsi que le type d'échantillons et de procédures de contrôle de la qualité. Le volume de l'échantillon est un paramètre crucial qui dépend de la nature de l'analyte et de sa concentration prévue. Il est souvent utile de fournir les données du DPI au laboratoire pour ensuite déterminer de concert avec ce dernier le volume d'échantillon requis. Le volume d'échantillon devrait être suffisant pour estimer les limites de détection requises, mais inférieur au volume d'échantillonnage sécuritaire (VES) applicable pour le sorbant afin d'éviter toute fuite. Le temps d'échantillonnage minimal requis pour obtenir la limite de détection souhaitée peut être calculé de la manière suivante :

$$t_{\text{échantillon}} = 1\,000 * (LD_{\text{lab}}) / (LD_{\text{souhaitée}} * Q)$$

où :

$t_{\text{échantillon}}$ = durée de l'échantillonnage en minutes

LD_{lab} = limite de détection qui peut être obtenue par le laboratoire en μg

$LD_{\text{souhaitée}}$ = limite de détection souhaitée en $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Q = débit d'échantillonnage en L/minute

- 2) Étalonner les pompes au taux de débit souhaité au moyen du type de tube sorbant qui sera utilisé. Lorsque deux milieux sorbants sont utilisés, les échantillons sont prélevés en parallèle à l'aide d'un raccord en Y. Chaque branche du raccord en Y doit être étalonner en fonction du tube sorbant utilisé (voir figure 4).

⁸ L'appareil Landtec GEM-2000 ou l'équivalent peut servir à prélever directement les échantillons à partir des sondes si le vide est inférieur à 10 pouces de colonne d'eau. Il appartiendra au gestionnaire du projet d'approuver ce choix.

MOR n° 5
Échantillonnage des gaz souterrains

- 3) Recharger complètement les pompes avant de les utiliser. La durée maximale de fonctionnement des piles des pompes qui seront utilisées pour l'échantillonnage à l'aide de tubes sorbants est généralement de huit heures. Lorsque des durées d'échantillonnage plus longues sont requises, les pompes pourraient devoir être branchées à une source de courant alternatif⁹.
- 4) Avant de commencer le prélèvement des échantillons : avec les tubes thermiques utilisés pour la méthode TO-17, retirer les bouchons des tubes en métal; avec les tubes conçus pour les méthodes de la NIOSH ou de l'OSHA, couper le bout du tube sorbant à l'aide d'un coupe-verre propre. Couper le verre de manière à créer une ouverture de 2 à 3 mm. Suivre les instructions des protocoles de santé et de sécurité au moment de couper le verre.
- 5) Raccorder le tube sorbant dans la ligne de prélèvement, entre la sonde et la pompe. Avec les tubes conçus pour la méthode TO-17, utiliser des raccords Swagelok. Les tubes conçus pour les méthodes de la NIOSH ou de l'OSHA doivent être raccordés à l'aide de tuyaux flexibles en silicone pour pouvoir être fermés hermétiquement. Utiliser le tuyau flexible le plus court possible pour réduire au minimum la surface de contact entre le gaz souterrain et le silicone. Les tubes sorbants possèdent une section avant et arrière. Ils doivent donc être branchés dans le bon sens (généralement, une flèche indique le sens du débit sur les tubes). Lorsqu'on utilise plus d'un type de sorbant en parallèle, s'assurer que les tubes d'échantillonnage sont au bon endroit, puisque chaque côté du séparateur est étalonné de manière autonome selon le type de tube qui sera utilisé.
- 6) Lorsque les tubes sorbants ont été raccordés à la sonde, ouvrir les valves de la ligne de prélèvement et démarrer la pompe. S'assurer de noter l'heure exacte de début et de fin de l'échantillonnage et inscrire le numéro d'identification de la pompe pour chacun des tubes sorbants.
- 7) Le taux de débit de la pompe doit être vérifié sur le terrain pendant l'échantillonnage, car il peut varier beaucoup selon la perméabilité du sol. Utiliser un appareil d'étalonnage du débit primaire ou un autre appareil semblable possédant un niveau de précision de +/- 5 %. Le taux de débit réel doit être utilisé pour le calcul des concentrations.
- 8) Lorsque l'échantillonnage est terminé, arrêter la pompe et fermer les valves. Déconnecter les tubes sorbants et placer un capuchon hermétique à chaque extrémité. Remplir l'étiquette à l'aide d'un stylo (pas de marqueurs) et l'apposer sur le tube¹⁰. Le cas échéant, placer les tubes dans une boîte afin d'éviter tout bris pendant le transport.
- 9) Les échantillons de contrôle de la qualité pour les analyses effectuées sur le terrain doivent comprendre au minimum des duplicata de terrain et des blancs

⁹ Le recours à une génératrice n'est pas recommandé comme source de courant alternatif en raison des émissions qu'elle peut produire.

¹⁰ Solution moins qu'idéale, mais qui n'influe pas sur les résultats des analyses selon les laboratoires.

MOR n° 5
Échantillonnage des gaz souterrains

de transport. Selon les besoins du projet, il pourrait être nécessaire de préparer des tubes sorbants en séries, des paires d'échantillons à volume réparti et des blancs d'équipement.

- i) **Duplicata de terrain** : Ces échantillons sont obtenus à l'aide d'un diviseur de flux ou d'un raccord en Y fourni par le laboratoire qui en garantit la propreté (tubes en parallèle). Les débits de chaque tube doivent être étalonnés de manière autonome et être à peu près équivalents. Les échantillons peuvent aussi être prélevés successivement; cette méthode risque toutefois d'accroître la variabilité des échantillons.
- ii) **Blancs de transport** : Ces échantillons sont obtenus en ouvrant les extrémités du tube sorbant pour une courte période (5 minutes) d'exposition à l'air ambiant; le tube est ensuite scellé et expédié avec les autres échantillons à analyser.
- iii) **Tubes sorbants en séries** : Les risques de fuites de sorbants peuvent constituer un enjeu pour les analyses de vapeurs souterraines à cause de l'humidité et des concentrations souvent élevées. Pour les méthodes de la NIOSH ou de l'OSHA, le prélèvement et l'analyse du contenu des portions avant et arrière du tube sorbant sont obligatoires. Si la concentration mesurée dans la portion arrière du tube est supérieure à 10 % de celle mesurée dans la portion avant, il faudra conclure qu'il y a eu fuite, et les résultats ne seront généralement pas jugés valides. La méthode TO-17 ne fait pas de distinction entre les portions avant et arrière du tube, mais deux tubes peuvent être prélevés en série.
- iv) **Paires d'échantillons à volume réparti** : Le protocole d'échantillonnage est identique à celui du prélèvement d'échantillons en duplicata, sauf que le prélèvement s'effectue à des débits d'écoulement différents afin de dépister les fuites (voir la méthode TO-17).
- v) **Blancs d'équipement** : Des blancs d'équipement sont requis lorsqu'on utilise des sondes ou des lignes de prélèvement non spécialisées (voir plus haut).
- vi) **Fréquence** : Il est recommandé de prélever un duplicata et un blanc de transport pour chaque groupe de dix échantillons. Les lots de moins de 10 échantillons s'accompagneront généralement aussi d'un duplicata et d'un blanc de transport.

10) Soumettre les échantillons accompagnés du formulaire de chaîne de conservation.

Considérations liées à l'utilisation de cartouches Summa (ou Silco)

- 1) Déterminer le type et le volume des cartouches requises, les limites de détection, le type de contrôleur de débit ainsi que les procédures et les échantillons de contrôle de la qualité.
- 2) Le débit d'échantillonnage est réglé par le contrôleur de débit ou l'orifice critique. Les contrôleurs de débit offrent un débit plus uniforme et devraient être utilisés pour des échantillonnages de durée supérieure à deux heures. Les orifices critiques offrent un débit moins uniforme et peuvent être utilisés pour des échantillonnages de durée inférieure à deux heures (les contrôleurs de débit sont aussi acceptables pour les échantillonnages de plus courte durée). Il convient d'indiquer au laboratoire l'altitude et la température du lieu d'échantillonnage puisque la pression et la température influent sur les résultats des contrôleurs de débit et qu'il pourrait donc s'avérer nécessaire de les ajuster pour tenir compte de ces paramètres. Certains contrôleurs de débit ou orifices comprennent un manomètre à vide, qui peut s'avérer utile pendant l'échantillonnage pour mesurer le débit, le débit étant proportionnel à la vitesse à laquelle se dissipe le vide.
- 3) Avant l'échantillonnage, vérifier le vide de la cartouche en connectant un manomètre à sa partie supérieure. Le laboratoire fournira d'ordinaire un manomètre à l'huile, mais la précision de ces instruments est souvent insuffisante. Il conviendra donc au besoin de se munir d'un manomètre numérique portable plus précis. Avant de connecter le manomètre, s'assurer que le bouton de commande sur le côté de la cartouche est bien fermé. Retirer le capuchon de la valve à l'aide d'une clé et connecter le manomètre. Lorsque le manomètre est bien en place, il ne devrait pas être possible de tourner l'assemblage du manomètre (suivre les instructions du laboratoire à ce sujet). Après avoir noté la lecture, fermer le bouton de commande et déconnecter le manomètre.
- 4) Certains laboratoires fournissent un manomètre qui est relié au contrôleur de débit. Dans ce cas, le prélèvement d'échantillons commence en même temps que la vérification du vide. Attacher la cartouche à la sonde de gaz souterrain avant de procéder à la vérification du vide. Pour vérifier le vide, ouvrir le bouton de commande et noter la valeur indiquée.
- 5) Le vide de la cartouche devait se situer entre 27 et 30 pouces de mercure près du niveau de la mer. À mesure que l'altitude augmente, le vide mesuré diminuera, et il convient donc de s'enquérir auprès du laboratoire du facteur de correction à utiliser. D'une manière générale, on ne devrait pas utiliser des cartouches dont le vide est inférieur à 27 pouces de mercure.
- 6) Après vérification du vide, attacher le filtre de particules et le contrôleur de débit (à moins qu'il ne soit déjà installé) à l'aide d'une clé. Lorsque ces dispositifs sont installés correctement, il devrait être impossible de tourner l'assemblage du contrôleur de débit.

MOR n° 5
Échantillonnage des gaz souterrains

- 7) Connecter la cartouche à la sonde à l'aide de raccords étanches. Procéder au contrôle de l'étanchéité à l'aide d'une pompe manuelle munie d'une valve, connectée à un raccord en T, ou prélever un échantillon dans un boîtier rempli d'hélium pour vérifier l'étanchéité des raccords.
- 8) Au moment de procéder à l'échantillonnage, ouvrir le bouton de commande sur le côté de la cartouche pour commencer le prélèvement des échantillons et noter l'heure du début et de la fin de l'échantillonnage.
- 9) Lorsque l'échantillonnage est terminé, vérifier de nouveau le vide. La cartouche devrait normalement contenir un résidu de vide oscillant entre 4 et 6 pouces de mercure, mais ne dépassant pas 10 pouces de mercure. Pour les échantillonnages de courte durée (habituellement moins de 2 heures), s'il n'y a plus de vide dans la cartouche à la fin de l'échantillonnage, les données seront tout de même jugées valides (il n'y a pas d'exigence minimale concernant le vide dans la méthode TO-15). Cependant, les résultats devraient être notés. Pour les échantillonnages de l'air de plus longue durée (habituellement de 8 ou de 24 heures), un certain vide devrait persister pour que l'échantillon soit jugé valide.
- 10) Recourir à la loi des gaz parfaits pour ajuster la pression des cartouches en fonction de la température; $PV = nRT$, où P = pression atmosphérique, V = volume (L), R = constante des gaz parfaits (L-atm/mol-K) et T = température (K). Cet ajustement est particulièrement important dans le cas des cartouches utilisées au froid : un vide résiduel détecté à la température ambiante extérieure risque en effet de ne plus exister lorsque la cartouche aura été exposée à l'air ambiant à l'intérieur du laboratoire.
- 11) Remplir l'étiquette à l'aide d'un stylo (pas de marqueur) et l'apposer à la cartouche.
- 12) Le vide doit être mesuré dès la réception au laboratoire, et le résultat doit être consigné et communiqué.
- 13) Les échantillons de contrôle de la qualité pour les analyses effectuées sur le terrain devraient comprendre au minimum des échantillons en duplicata. Des blancs de terrain et des blancs d'équipement seront peut-être également nécessaires, selon les exigences du projet.
 - i) **Duplicata de terrain** : Ces échantillons sont obtenus à l'aide d'un diviseur de flux ou d'un raccord en Y fourni par le laboratoire qui en garantit la propreté. Le diviseur de flux et un régulateur de débit installé en amont du diviseur de flux sont également fournis par le laboratoire. Les échantillons peuvent aussi être prélevés successivement, mais cette méthode risque d'accroître leur variabilité.
 - ii) **Blancs de transport** : Un choix de deux méthodes s'offre généralement pour le prélèvement des blancs de transport : 1) remplir une cartouche « témoin » sur le terrain avec de l'azote ultra pur fourni par le laboratoire dans une cartouche distincte en utilisant une petite section de tuyau de

MOR n° 5
Échantillonnage des gaz souterrains

Téflon propre; 2) traiter le blanc comme les autres échantillons (mesurer le vide), mais sans le remplir sur le terrain (la cartouche sera remplie d'air au laboratoire sur réception). Le blanc de terrain constitue une autre façon de contrôler les procédures de nettoyage des cartouches employées au laboratoire; il peut se justifier selon que le laboratoire choisit de certifier l'état de propreté des cartouches individuelles ou en lots et selon le degré d'assurance de la qualité requis pour le projet.

iii) **Blancs d'équipement** : Les blancs d'équipement sont requis lorsqu'on utilise des sondes ou des lignes de prélèvement non spécialisées (voir plus haut).

iv) **Fréquence** : Il est recommandé de prélever un duplicata pour chaque groupe de 10 échantillons. Les lots de moins de 10 échantillons s'accompagnent généralement aussi d'un duplicata (la décision est laissée à la discrétion du gestionnaire du projet).

14) Soumettre les échantillons accompagnés du formulaire de chaîne de conservation.

Entreposage et manutention des échantillons de gaz souterrains :

- 1) Les échantillons de gaz souterrains obtenus au moyen de cartouches en acier, de sacs d'échantillonnage, de cylindres en verre ou de seringues ne doivent pas être placés dans une glacière réfrigérée pour le transport à cause du risque de condensation des substances volatiles à basse température. Les échantillons ne doivent pas non plus être exposés à une chaleur excessive.
- 2) Les sacs d'échantillonnage, les cylindres en verre et les seringues devraient être placés dans un contenant immédiatement après les prélèvements pour éviter de possibles réactions de photo-oxydation.
- 3) Il convient de conserver les tubes sorbants dans des contenants hermétiques frais (environ 4 °C). Les tubes sorbants doivent être entreposés dans un contenant hermétique contenant un lit de charbon actif afin de minimiser le potentiel d'adsorption des COV ambiants et de protéger les tubes contre l'humidité.
- 4) Tous les échantillons de gaz souterrains devraient être transportés dans d'autres contenants que les échantillons de sol ou d'eau souterraine et séparément des pompes.
- 5) Tous les échantillons de gaz souterrains doivent être transmis au laboratoire d'analyse accompagnés du formulaire de chaîne de conservation des échantillons. Des exigences supplémentaires s'appliquent aux échantillons judiciaires.
- 6) Les sacs d'échantillonnage peuvent être expédiés par voie aérienne, mais devraient dans ce cas n'être remplis qu'à moitié environ pour éviter les problèmes posés par les variations de pression. Vérifier auprès du laboratoire

les consignes à respecter à ce propos. Le transport par voie terrestre sera préférable si le délai de conservation prescrit le permet.

Données accessoires

- 1) Il est nécessaire d'enregistrer les conditions météorologiques prévalant au moment de l'échantillonnage. Cela comprend la température approximative, le niveau d'ensoleillement, la couverture nuageuse, les précipitations, le vent (fort, modéré, léger), le gel et la couverture de neige. Dans les cas d'échantillonnage sous la dalle, noter la température intérieure.
- 2) Par temps froid ou en régions nordiques, déterminer, si possible, la profondeur du sol gelé ou du pergélisol avant l'échantillonnage. On peut estimer cette profondeur au moyen de fosses de reconnaissance ou en installant une thermistance dans la sonde de gaz souterrain. Les échantillons de gaz souterrains prélevés dans le sol gelé sont généralement non représentatifs.
- 3) Obtenir des données météorologiques d'une station météorologique avoisinante. Si possible, obtenir la température, la pression barométrique, la vitesse et la direction du vent ainsi que les niveaux de précipitation pour les trois jours précédant l'échantillonnage et pour la journée qui suit (pour déterminer les tendances de la pression barométrique).
- 4) D'autres conditions du site peuvent influencer sur les données relatives aux gaz souterrains, notamment la couverture de la surface du sol à proximité de la sonde (p. ex. zones pavées, béton, état du béton, stériles terreux, zones gazonnées, etc.) et les activités de remise en état du site (p. ex. extraction des vapeurs du sol, purge à l'air, oxydation ou pompage de l'eau souterraine) ou d'autres sources possibles d'émissions.

Documentation

Les données recueillies dans le cadre d'un programme d'échantillonnage et d'analyse des gaz souterrains doivent être inscrites sur un formulaire d'échantillonnage des gaz souterrains et dans un carnet de terrain. Elles incluent le nom de l'échantillonneur; la date et l'heure de l'échantillonnage; le type de sonde utilisée pour l'échantillonnage; les résultats des essais aux gaz traceurs; les données relatives au débit et à la pression; les volumes de purge; la fréquence d'échantillonnage; les instruments d'analyse utilisés sur le terrain; les données d'étalonnage; et les données accessoires mentionnées plus haut. Il faut également noter le numéro d'identification de la cartouche et du contrôleur de débit. On recommande de prendre des photographies.

BIBLIOGRAPHIE

Electric Power Research Institute (EPRI). 2005. *Reference Handbook for Site-Specific Assessment of Subsurface Vapor Intrusion in Indoor Air*, Palo Alto, California, 1008492.

MOR n° 5
Échantillonnage des gaz souterrains

Hayes, H.C., D.J. Benton et N. Khan. 2006. *Impact of Sampling Media on Soil Gas Measurements*. Conférence de l'AWMA intitulée Vapor Intrusion – The Next Great Environmental Challenge, Philadelphia, PN, du 25 au 27 janvier.

TABLEAU 3 : Détecteurs manuels courants de gaz souterrains

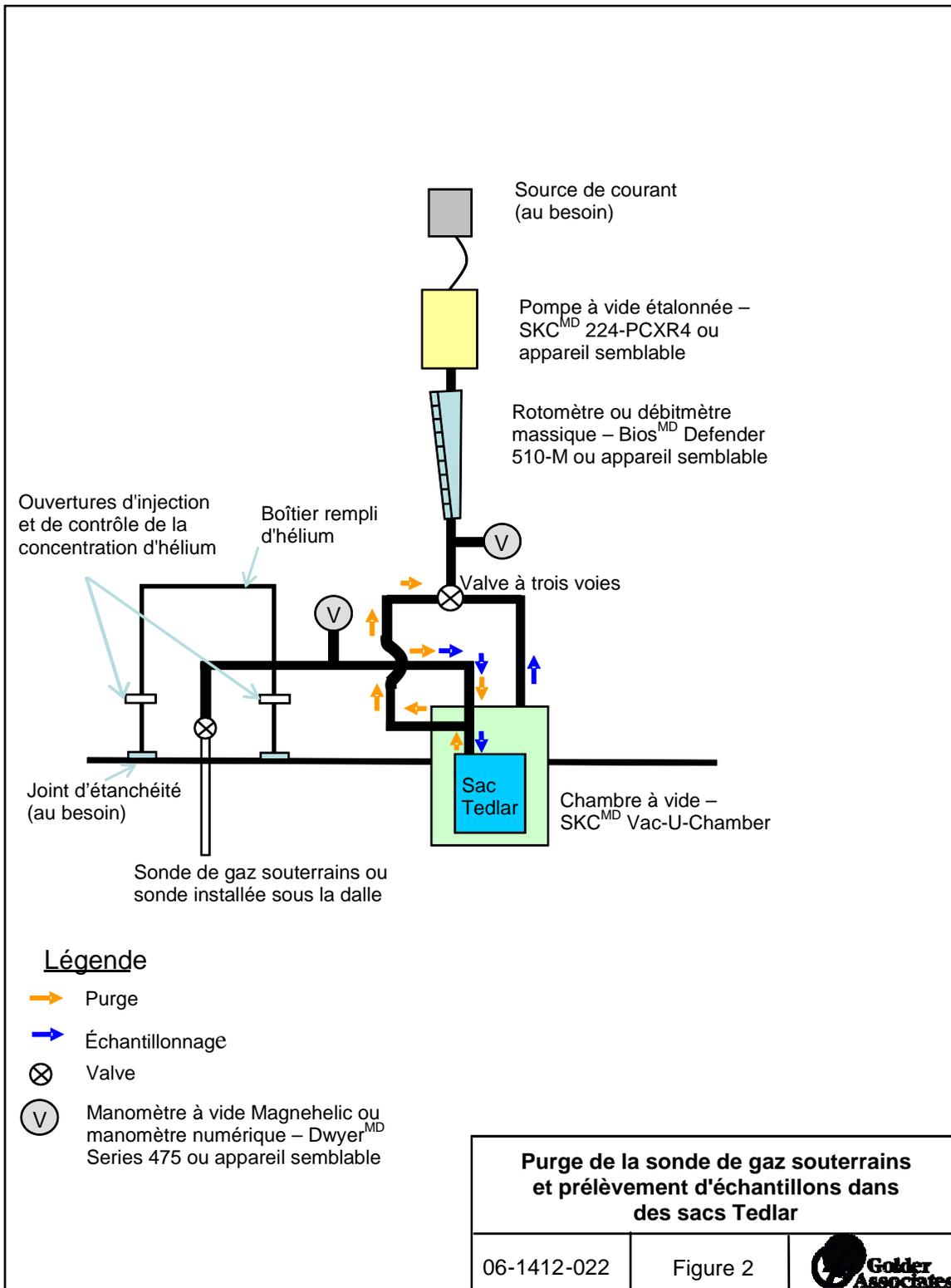
Instrument	Composés détectés	Avantages	Inconvénients
Tubes détecteurs	Aliphatiques, aromatiques (p. ex. benzène), alcools, composés inorganiques (p. ex. HCN, H ₂ S)	<ul style="list-style-type: none"> • Peu coûteux • Utilisation facile • Résultats immédiats • Possibilité de détecter des composés précis (risque de sensibilité croisée) 	<ul style="list-style-type: none"> • Faible sensibilité • Sensibilité croisée à d'autres composés • Affecté par l'humidité, le débit, les températures extrêmes • Durée de conservation limitée
Détecteur à photo-ionisation portable (DIP)	Vapeurs organiques, sensible aux composés aromatiques et moins aux composés aliphatiques, ne détecte pas le méthane, détecte certains composés inorganiques (H ₂ S, ammoniac), réponse liée à l'énergie de la lampe	<ul style="list-style-type: none"> • Relativement peu coûteux • Utilisation facile • Réponse rapide • Résultats immédiats • Disponibilité d'instruments généralement sécuritaires 	<ul style="list-style-type: none"> • Faible sensibilité (niveau ppmv), à moins d'utiliser des instruments mesurant les ppbv • Non spécifique à un composé • Réponse de l'instrument affectée par l'humidité, le froid (< 0 °C), la poussière et les courants électriques (lignes de transport) • Biais vers le bas lorsque les niveaux de CH₄ > à 1 % environ
Détecteur à ionisation de flammes portable (DIF)	Vapeurs organiques, plus sensible aux composés aliphatiques et moins sensible aux composés aromatiques, détecte le méthane	<ul style="list-style-type: none"> • Réponse rapide • Mesure une vaste gamme de vapeurs organiques incluant le méthane • Moins affecté par l'humidité et la poussière que le DIP • Certains DIF possèdent des limites de détection moindres que les DIP 	<ul style="list-style-type: none"> • Faible sensibilité (niveau ppmv) • Non spécifique à un composé • Besoin de plus de formation que le DIP, requiert du gaz H₂ (problèmes d'expédition possibles) • La réponse peut être affectée par le vent et le froid (< 0 °C) • Lecture inconstante en cas de faible concentration de O₂ (< 15 %) et de concentration élevée de CO₂
Explosimètre	Détecteur catalytique au platine – tous les gaz inflammables (p. ex. méthane) ou les vapeurs (p. ex. essence)	<ul style="list-style-type: none"> • Relativement peu coûteux • Réponse rapide • Utilisation facile • Réponse à tous les gaz inflammables, moins sensible aux effets environnementaux que les DIP et DIF • Plage de 0,1 à 100 % de la limite inférieure d'explosivité (LIE) du méthane ou de l'hexane, bien que des instruments de mesure en ppmv soient également disponibles 	<ul style="list-style-type: none"> • Non recommandé pour les analyses de très faibles niveaux • Non spécifique à un composé • Lectures inexactes lorsque l'O₂ est de moins de 12 % v/v environ (selon l'instrument) • Détecteur sensible au vieillissement, à la contamination et à l'humidité • Lectures inexactes lorsque les concentrations de gaz combustibles sont élevées (proches de la LIE du méthane ou de l'hexane ou supérieures à cette dernière)

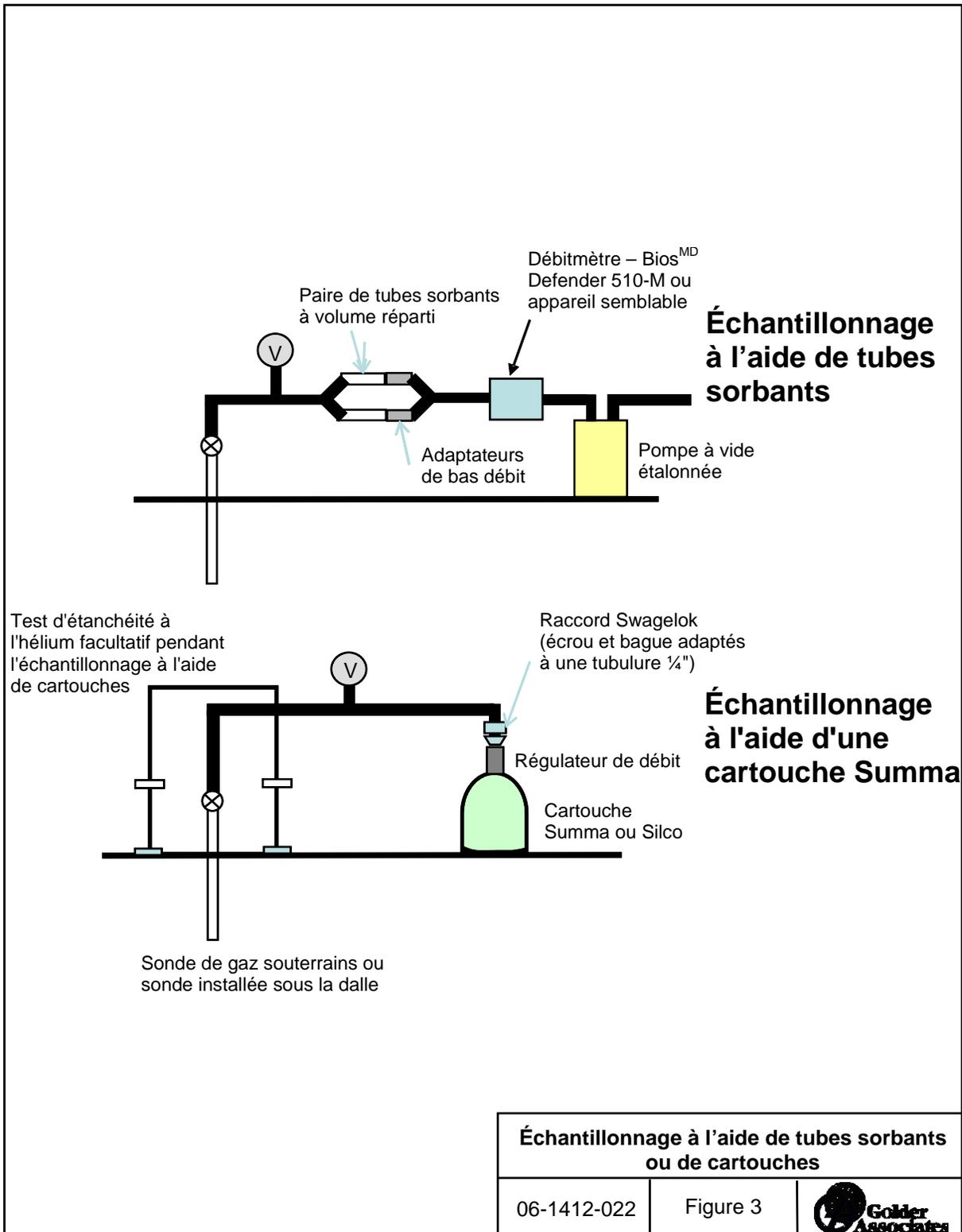
MOR n° 5
Échantillonnage des gaz souterrains

Détecteur multigaz pour mélange de gaz	Détecteurs infrarouges, électrochimiques, galvaniques – gaz d'enfouissement comme CH ₄ , H ₂ S, CO ₂ , O ₂ Vaste gamme d'options disponibles	<ul style="list-style-type: none"> • Utilisation facile, certains instruments conçus pour échantillonner sous vide • Réponse rapide • Détection de gaz précis • Détecteurs de CH₄ à infrarouge moins sensibles aux interférences que les détecteurs catalytiques, ne peuvent être contaminés 	<ul style="list-style-type: none"> • Faible sensibilité (généralement concentrations en %) • Possibilité de sensibilité croisée; p. ex. risque de biais positif important pour les concentrations de méthane mesurées à l'infrarouge, en présence d'autres hydrocarbures légers ou de solvants • Performance liée au type de détecteur)
Manomètre au mercure	Mercure	<ul style="list-style-type: none"> • Instrument de mesure directe 	<ul style="list-style-type: none"> • Faible sensibilité, p. ex. Ohio Lumex RA-915+ analyseur de gaz peut détecter Hg à 0,002 mg/m³, Jerome 431-X peut détecter à 3 mg/m³

1. Un instrument d'analyse sur le terrain récemment mis sur le marché sous la marque z-Nose^{MC} est un « nez électronique » qui utilise la CPG et la technologie SAW (onde acoustique de surface) avec microbalances à quartz pour quantifier des substances chimiques au niveau de sensibilité ppbv.

MOR n° 5
Échantillonnage des gaz souterrains





MOR n° 5
Échantillonnage des gaz souterrains



FIGURE 4 : Étalonnage du taux de débit des tubes sorbants (gracieuseté d'ALS, Vancouver, C.-B.)



FIGURE 5 : Trousse Golder d'échantillonnage des gaz souterrains et de détection des fuites par gaz traceur

Annexe I : Essai de perméabilité sol-air

Les mesures de débit et de vide peuvent être utilisées pour estimer la perméabilité sol-air au moyen de modèles mathématiques applicables au débit du gaz souterrain. Généralement, le vide est mesuré pour différents taux de débit (essais par étapes). Dans le cas d'un petit diamètre et d'une sonde de faible longueur (p. ex. 13 mm de diamètre et 15 cm de longueur) un modèle de débit vers un point donné peut être utilisé (Garbesi et *al.*, 1995) :

$$k = \mu Q / (S \Delta P_f) \quad [1]$$

Dans le cas d'une sonde plus longue et plus large, un modèle d'écoulement radial 1-D vers un puits peut être utilisé (Johnson et *al.*, 1990) :

$$Q = H * \pi * (k/\mu) * P_p * (1 - (P_{atm}/P_p)^2) / \ln(R_p/R_i) \quad [2]$$

La réorganisation de l'équation 2 pour tenir compte de la perméabilité sol-air donne :

$$k = Q * \mu * \ln(R_p/R_i) / [H * \pi * P_p * (1 - (P_{atm}/P_p)^2)] \quad [3]$$

Cette équation comporte deux inconnues, la perméabilité sol-air et le rayon d'influence du débit de gaz souterrain. Heureusement, l'équation 3 n'est pas sensible au rayon d'influence. Ainsi, de manière générale, le rayon d'influence peut être fixé comme étant égal à la profondeur de la sonde.

Lorsque les pressions sont plus élevées, le débit de gaz souterrain est influencé par les pertes dues au frottement sur les parois (ou écoulement glissant). Une correction empirique, l'effet Klinkenberg, peut être appliquée pour corriger cet écoulement :

$$k = k_{cor} (1 + b / P) \quad [4]$$

Dans le cas des tubes de petit diamètre, les pertes dues au frottement peuvent être importantes et doivent être prises en compte dans les calculs présentés dans les paragraphes précédents. Par exemple, dans le cas des tubes de 6,3 mm (¼ de pouce), les pertes dues au frottement peuvent être très importantes dans le cas d'un débit plus élevé que 1 L/min. Dans le cas des tubes de 25,4 mm (1 pouce), ce genre de perte sera habituellement négligeable aux taux de débit généralement utilisés pour les essais pneumatiques des sondes de gaz souterrain. Il est possible de trouver diverses méthodes de calcul des pertes dues au frottement dans les manuels et en ligne (p. ex. http://www.engineeringtoolbox.com/darcy-weisbach-equation-d_646.html).

Paramètres

ΔP_f = différence de pression entre la surface et la partie supérieure de la sonde (g/cm-sec²)

S = facteur de forme, pour les sources de pression sphériques, $S = 4\pi r$; r = rayon de la sonde (cm)

k = perméabilité (cm²)

k_{cor} = perméabilité corrigée à l'aide de l'effet Klinkenberg (cm²)

μ = viscosité (g-cm/sec)

R_p = rayon de la sonde (cm)

R_i = influence du rayon (cm)

P_p = Pression de la sonde (g/cm-sec²)

Q = débit (cm³/sec)

H = Hauteur du filtre de puits (cm)

P = pression (atm)

b = facteur de correction empirique (0,05)

1.013E6 g/cm-sec² = 1 atm

BIBLIOGRAPHIE

Garbesi, K. et al. 1996. « Scale dependence of soil permeability to air: Measurement method and Field Investigation », *Water Resources Research*, vol. 32, n° 3, mars 1996.

Johnson, P.C., C.C. Stanley, M.W. Kemblowski, D.L. Byers, et J.D. Colthart. 1990. « A practical approach to the design, operation, and monitoring of in-situ soil venting systems », *Ground Water Monit. Rev.*, vol. 10, n° 2, p. 159-178.

Annexe II. Conversion d'unités

Les résultats d'analyse de vapeurs du sol sont généralement présentés en unités de volume par volume (c.-à-d. parties par milliard par volume [ppbv]) ou de masse par volume (c.-à-d. microgrammes par mètre cube [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]). La conversion de concentrations de gaz souterrains en unités ppbv vers des unités $\mu\text{g}/\text{m}^3$ est effectuée en s'appuyant sur un gaz parfait :

$$PV = nRT$$

où :

P [atm] = pression atmosphérique (1 atm)

V [L] = volume

n = moles d'air

R [L-atm/mol-K] = constante des gaz parfaits = 0,0821

T [K] = température de référence (273 K)

À la température et à la pression de référence (c.-à-d. 273 K et 1 atm), une mole d'air occupera un volume égal à 22,4 litres. Dans le cas d'une concentration en ppbv, il y aura une mole de substance chimique par 109 moles d'air. La conversion des ppbv en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ se calcule de la façon suivante :

$$\left(C \frac{\mu\text{g}}{\text{m}^3} \right) = (C \text{ ppbv}) \times \frac{1 \text{ mol COC}}{10^9 \text{ mol air - ppbv}} \times \frac{1 \text{ mol air}}{22.4 \text{ L}} \times \frac{273 \text{ K}}{298 \text{ K}} \times \frac{10^3 \text{ L}}{1 \text{ m}^3} \times MW \frac{\text{g}}{\text{mol COC}} \times \frac{10^6 \mu\text{g}}{\text{g}}$$
$$\left(C \frac{\mu\text{g}}{\text{m}^3} \right) = (C \text{ ppbv}) \times \frac{1}{22.4} \times \frac{273}{298} \times MW$$

Pour cette conversion, on utilise généralement la température de 20°C (293K), puisqu'il s'agit de la température utilisée par les laboratoires pour effectuer les divers essais. Par conséquent, inscrire 293 (ou la température pertinente) au lieu de 298 dans l'équation ci-dessus.

MODE OPÉRATOIRE RECOMMANDÉ NOMBRE 6: ESSAIS D'ÉTANCHÉITÉ DES SONDES DE GAZ SOUTERRAINS

PORTÉE Le présent mode opératoire recommandé (MOR) fournit des instructions au sujet de la procédure à suivre pour effectuer des essais d'étanchéité sur des sondes de gaz souterrains et des lignes de prélèvement. Pour de plus amples renseignements sur l'échantillonnage des vapeurs du sol, consulter le volume 1 du *Guide sur la caractérisation environnementale des sites dans le cadre de l'évaluation des risques pour l'environnement et la santé humaine* (volume intitulé *Orientations*).

QUAND? Chaque nouvelle sonde de gaz souterrains doit faire l'objet d'un essai d'étanchéité. Lors de chaque ronde de contrôle subséquente, l'essai d'étanchéité portera généralement sur un sous-groupe de sondes (10 à 20 % des sondes) seulement. Il est également recommandé de procéder à des essais d'étanchéité pour vérifier l'état de sondes de gaz souterrains déjà installées qui auraient pu être endommagées au fil du temps. De plus, il faut vérifier régulièrement l'étanchéité de chaque ligne de prélèvement en effectuant un essai à vide.

POURQUOI? Ces essais ont pour but de vérifier l'étanchéité des sondes de gaz souterrains concernant l'infiltration possible d'air atmosphérique dans les sondes (phénomène de court-circuitage) et l'étanchéité des raccordements des lignes de prélèvement. Ces deux types d'essais sont effectués à l'aide de différentes méthodes décrites dans ce MOR. Des fuites peuvent se produire lorsque le dispositif d'étanchéité est mal construit ou que la sonde ou le dispositif d'étanchéité s'use avec le temps. Le risque de fuite est possiblement supérieur dans les sols de faible perméabilité lorsque de grands vides sont créés pendant l'échantillonnage.

COMMENT? **Dispositif d'étanchéité d'une sonde de gaz souterrain.** La vérification du dispositif d'étanchéité d'une sonde de gaz souterrain se fait au moyen d'un gaz traceur inséré à la base de la sonde (généralement à l'intérieur d'un boîtier) à la surface du sol, suivi de l'analyse d'un échantillon de gaz souterrains provenant de la sonde afin d'y déceler la présence possible du gaz traceur. Le pourcentage de fuite se calcule de la façon suivante :

$$\text{Fuite (\%)} = \frac{\text{conc.de traceur dans le gaz souterrain}}{\text{conc.de traceur dans le boîtier}} \times 100$$

Lorsque la fuite est supérieure à 2 %, il faut réparer ou remplacer la sonde ou la ligne de prélèvement (ou les deux) et répéter l'essai d'étanchéité avant de procéder à l'échantillonnage. La concentration de départ des gaz traceurs (p. ex. hélium) correspond à la concentration mesurée dans un boîtier utilisé pour encapsuler le gaz traceur (voir la description ci-dessous). Dans le cas des liquides traceurs, la concentration de base de ce liquide correspond à une estimation théorique fondée sur la pression de vapeur du composé à la température ambiante.

Les deux principaux types de traceurs (gazeux et liquides) et les procédures d'essai de base qui s'y rattachent sont décrits dans les paragraphes qui suivent :

- enfermer la sonde dans un boîtier rempli d'un gaz traceur (p. ex. propane, butane, hélium ou hexafluorure de soufre [SF_6]);
- envelopper les zones potentielles de fuite avec une serviette imbibée d'un composé volatil liquide (p. ex. propanol-2 (alcool à friction) ou pentane).

L'un des avantages potentiels de l'utilisation d'un gaz traceur comme l'hélium ou le SF_6 est lié au fait qu'il existe des appareils manuels qui permettent d'effectuer une mesure en temps réel de ces gaz sur le terrain et de procéder à une quantification directe des possibles fuites. L'utilisation de l'hélium présente des avantages par rapport au SF_6 , car les détecteurs de ce gaz sont plus facilement accessibles à moindre coût (une solution pour le SF_6 est le détecteur Gas-Check G-3 d'Ion Science); dans certaines régions, toutefois, l'hélium est coûteux et difficile à obtenir. L'utilisation d'un boîtier permet également de vérifier l'étanchéité du raccordement entre la sonde et la ligne de prélèvement. Du côté des désavantages possibles, notons que l'essai est plutôt compliqué à exécuter et peut requérir des certifications ou de la formation pour le transport et l'utilisation des gaz. Utiliser de l'hélium de grande pureté ou de qualité « zéro » qui est au moins pur à 99,995 %. Si l'utilisation d'hélium pour ballon ou d'hélium de qualité industrielle est requise, envisager de prélever un échantillon pour une analyse en laboratoire.

Les essais d'étanchéité au gaz traceur doivent être effectués pendant la procédure de purge et d'essai sur le terrain. Pendant la conduite des ces essais d'étanchéité, on peut prélever des échantillons avec une cartouche pour les faire analyser selon la méthode TO-15 de l'USEPA et demander au laboratoire des analyses de la concentration d'hélium. Le laboratoire doit en être avisé avant le prélèvement des échantillons parce que, l'hélium étant ordinairement utilisé pour la chromatographie en phase gazeuse, le laboratoire devra cette fois utiliser un autre gaz.

La présence de solvants chlorés dans les échantillons de gaz souterrains peut créer de l'interférence avec les mesures de SF_6 ; il faut donc faire preuve de prudence en utilisant du SF_6 .

Les liquides traceurs ont comme avantage d'être faciles à utiliser. Ils peuvent également être mesurés à des niveaux très bas dans le cadre d'analyses de laboratoire (p. ex. méthode USEPA TO-15). Ils comportent toutefois plusieurs désavantages : 1) cette méthode n'est généralement pas utile pour obtenir des données en temps réel (à moins d'avoir sur le site un laboratoire de terrain capable de procéder aux analyses requises); 2) le liquide pourrait s'infiltrer dans les très petites fissures de la ligne de prélèvement (un processus différent de celui de la

migration des gaz); 3) les liquides traceurs doivent être manipulés avec grand soin, car de petits déversements peuvent causer de la contamination croisée, et 4) des concentrations plus élevées du composé utilisé pour l'essai d'étanchéité peuvent interférer avec les analyses portant sur d'autres composés organiques volatils (COV) et causer une augmentation des limites de détection. En raison de ces inconvénients, il n'est pas recommandé d'utiliser des liquides traceurs. Il est possible d'obtenir plus d'informations au sujet des essais d'étanchéité en consultant les documents ITRC (2007), CRWQCB (2003) et Hartman (2007, 2002).

Somme toute, l'hélium est le gaz traceur qui présente le plus d'avantages. Par conséquent, la procédure d'essai avec l'hélium comme gaz traceur sera expliquée plus en détail dans les paragraphes qui suivent.

PROCÉDURE

Essai d'étanchéité d'une sonde de gaz souterrains avec de l'hélium

- 1) Construire un boîtier qui sera utilisé pour effectuer les essais d'étanchéité. Ce boîtier devrait être fabriqué à l'aide d'un contenant rigide fait d'un matériel inerte comme de l'acier inoxydable ou du plastique rigide (p. ex. un seau de 10 à 20 litres) et doit être suffisamment grand pour encapsuler et enfermer les éléments soumis à l'essai (c.-à-d. la sonde et l'espace annulaire, ou la sonde et la ligne de prélèvement). Le boîtier doit comporter trois petites ouvertures : deux ouvertures sur le dessus du boîtier – la première pour faire passer la ligne de prélèvement et la seconde comme point de prélèvement pour mesurer la concentration d'hélium à l'intérieur du boîtier; enfin, la troisième ouverture, à la base du boîtier, sert à remplir le boîtier d'hélium. Au besoin, un joint d'étanchéité statique peut être placé à la base du boîtier pour le rendre étanche à la surface du sol.
- 2) Obtenir une cartouche pressurisée d'hélium de grande pureté ou de qualité « zéro » qui est au moins pur à 99,995 %. Obtenir un régulateur pour contrôler le débit d'hélium. Suivre les procédures de santé et de sécurité au moment du transport et de l'utilisation de l'hélium. Prendre note que le transport de cartouches pressurisées d'hélium est régi par le *Règlement sur le transport des marchandises dangereuses*. Obtenir un détecteur d'hélium capable de mesurer des concentrations variant de 0,01 % (ou moins) à 100 % (p. ex. un modèle à technique diélectrique MGD-2002).
- 3) Placer le boîtier par-dessus les éléments faisant l'objet de l'essai et sceller les ouvertures de l'appareil d'essai à l'aide d'un matériel de scellement inerte (p. ex. de la bentonite ou du Silly Putty^{MD}).

- 4) Remplir lentement le boîtier d'hélium jusqu'à ce que la concentration d'hélium dans le boîtier atteigne 20 à 30 % (la concentration minimale recommandée d'hélium est de 10 %). Faire bien attention de remplir le boîtier lentement afin de ne pas créer de surpression. Arrêter le débit d'hélium lorsque la concentration dans le boîtier atteint la concentration voulue. Rajouter de l'hélium au besoin pendant l'essai.
- 5) Purger la sonde de gaz souterrains soumise à l'essai et prélever un échantillon de gaz souterrain dans un sac Tedlar^{MC}. Lorsque le boîtier est rempli d'hélium, le volume minimal de purge correspond au volume de l'échantillon subséquent à prélever pour une analyse en laboratoire. Mesurer la concentration d'hélium dans l'échantillon et calculer le pourcentage de fuite de la façon décrite plus haut. Règle générale, une fuite de moins de 2 % est jugée acceptable. Si la fuite est supérieure à 2 %, réparer ou remplacer la sonde.

Essai d'étanchéité de la ligne de prélèvement

Essai d'étanchéité de la ligne de prélèvement. Au moins trois méthodes peuvent être utilisées pour vérifier l'étanchéité de la ligne de prélèvement : i) l'essai à vide « en circuit fermé », ii) l'essai à l'aide d'un gaz traceur et iii) l'application d'un composé traceur sur les raccordements.

Pour l'essai en circuit fermé, il faut créer un vide dans la ligne de prélèvement et contrôler le vide dans le temps pour s'assurer qu'il ne se dissipe pas. Le vide utilisé doit être d'un minimum de 10 pouces de colonne d'eau. Le taux de dissipation du vide ne doit pas dépasser 10 % aux cinq minutes. Si un essai de pression est effectué, une solution d'eau savonneuse peut être utilisée pour repérer les raccords qui pourraient présenter des fuites.

L'essai d'étanchéité décrit dans le document API (2005) prévoit la tenue d'essais sur l'équipement d'échantillonnage à l'aide d'un gaz traceur (p. ex. de l'hélium dilué); le gaz, d'une concentration connue, est tiré dans l'équipement d'échantillonnage au vide approximatif prévu pendant l'échantillonnage.

Des traceurs liquides peuvent être appliqués en enveloppant une serviette imbibée de liquide traceur autour des raccords ou en utilisant un produit en aérosol comme le difluoroéthane (p. ex. *Dust-off*) qui peut être vaporisé sur les raccords. Les désavantages de cette méthode d'essai sont les mêmes que ceux décrits plus haut concernant l'utilisation de liquides traceurs pour vérifier l'étanchéité des sondes.

BIBLIOGRAPHIE

- American Petroleum Institute (API). 2005. *Collecting and Interpreting Soil Gas Samples from the Vadose Zone: A Practical Strategy for Assessing the Subsurface Vapour-to-Indoor-Air Migration Pathway at Petroleum Hydrocarbon Sites*. Ébauche, novembre 2005.
- California Regional Water Quality Control Board (CRWQCB – Los Angeles Region) et Department of Toxic Substances Control (DTSC). 2003. *Advisory – Active Soil Gas Investigations*, janvier.
- Hartman, B. 2007. *How to Collect Reliable Soil-Gas Data for Risk-Based Applications, Part 4: Updates on Soil-Gas Collection and Analytical Procedures*, LUST Line Bulletin n° 53. Document téléchargé en juin 2007 à <http://www.hartmaneg.com/wp-content/uploads/2013/11/LL53-soil-gas-methods-part-4.pdf>.
- Hartman, B. 2002. *How to Collect Reliable Soil-Gas Data for Risk-Based Applications, Part I: Active Soil-Gas Method*, LUST Line Bulletin n° 42, octobre. Internet : <http://www.handpmg.com/articles/lustline42-active-soil-gas-part-1.html>
- Interstate Technology and Regulatory Council (ITRC). 2007. *Vapour Intrusion Pathway: A Practical Guide*, janvier 2007. Internet : <http://www.itrcweb.org/Documents/VI-1.pdf>.
- U.S. Environmental Protection Agency (USEPA). 1999b. *Compendium of Methods for Toxic Air Pollutants, Second Edition, Method TO-15*, Center for Environmental Research Information, Office of Research and Development, Cincinnati, OH.

MODE OPÉRATOIRE RECOMMANDÉ NOMBRE 7: MESURE *IN SITU* DES PARAMÈTRES DE LA QUALITÉ DE L'EAU

PORTÉE Le présent mode opératoire recommandé (MOR) fournit des instructions sur les méthodes à employer pour mesurer les paramètres de la qualité de l'eau *in situ* au moyen d'appareils de mesure multiparamètre afin d'assurer le contrôle de la qualité dans les activités sur le terrain et l'uniformité entre les différentes équipes de terrain. Des renseignements additionnels sur l'échantillonnage de la qualité de l'eau *in situ* figurent au chapitre 9 du volume 1 du *Guide sur la caractérisation environnementale des sites dans le cadre de l'évaluation des risques pour l'environnement et la santé humaine* (volume intitulé *Orientations*). Pour de plus amples renseignements, consulter la section 6.5 du *Manuel des protocoles d'échantillonnage pour l'analyse de la qualité de l'eau au Canada*

(http://www.ccme.ca/files/Resources/fr_water/protocols_document_f_final_1.0.pdf).

APPLICATION Le présent MOR décrit des méthodes permettant de mesurer *in situ* des paramètres de la qualité de l'eau tels que l'oxygène dissous (OD), la température, le pH, la conductivité et la turbidité à l'appui des évaluations des risques pour la santé humaine et des risques écologiques. Les méthodes conçues et utilisées pour l'échantillonnage de vastes plans d'eau douce sont, dans la plupart des cas, également applicables à l'échantillonnage de l'eau de mer, mais il est important de ne pas perdre de vue d'autres facteurs : les facteurs temps et accessibilité (en raison de la fluctuation des marées) ainsi que la collecte de données sur la salinité et sur d'autres paramètres de la qualité de l'eau.

QUAND? Habituellement, on recueille des mesures de la qualité de l'eau *in situ* aux fins suivantes :

- 1) obtenir des données analytiques de soutien pour aider à caractériser le devenir et les effets des contaminants potentiellement préoccupants (CPP);
- 2) évaluer les caractéristiques du plan d'eau qui importent pour les cibles réglementaires (p. ex. l'OD constitue un indicateur de la santé du cours d'eau);
- 3) éliminer les problèmes de qualité de l'eau comme cause potentielle de tout effet négatif prédit par l'évaluation des risques pour la santé humaine et des risques écologiques.

POURQUOI? Les paramètres de la qualité de l'eau *in situ* (p. ex. le pH) peuvent influencer sur la forme d'un produit chimique. Les études initiales des conditions générales de la qualité de l'eau dans toute la zone d'étude et dans toute la colonne d'eau peuvent servir à orienter les décisions en matière d'échantillonnage de CPP. Selon la source et la nature du CPP ciblé, la conductance spécifique

(conductivité) peut constituer un substitut utile pour évaluer le degré de mélange à l'intérieur d'un plan d'eau. De plus, la qualité de l'eau *in situ* donne parfois des indications sur les agents de stress autres que les CPP (p. ex. les zones dépourvues d'oxygène). La surveillance de la qualité de l'eau dans les cours d'eau soutient les activités de remise en état qui visent à rétablir les niveaux de qualité de l'eau et de l'habitat nécessaires à la santé des communautés aquatiques.

COMMENT? On peut surveiller les paramètres de la qualité de l'eau *in situ* en utilisant une gamme d'appareils de mesure de la qualité de l'eau. Le choix de la méthode et de l'équipement d'échantillonnage dépend surtout de ce qui suit : les caractéristiques du plan d'eau (p. ex. peu profond ou profond); les récepteurs préoccupants (p. ex. organismes des profondeurs ou des strates peu profondes pour les composantes valorisées de l'écosystème [CVE]); les mesures de la qualité de l'eau nécessaires à l'étude; les séances d'échantillonnage ponctuelles ou un enregistrement continu des données; la température (p. ex. chaleur excessive ou gel); les restrictions imposées par la logistique et la sécurité (p. ex. échantillonnage depuis un pont ou à gué).

TYPES *Appareil de mesure portatif* : Les données de surveillance en temps réel sont habituellement recueillies à l'aide d'appareils portatifs au point de surveillance, depuis l'embarcation ou depuis la plateforme. Les appareils de mesure portatifs sont utiles pour la surveillance à court terme en eau peu profonde et en eau profonde. L'évaluation *in situ* consiste normalement en une simple évaluation des paramètres de la qualité de l'eau à un emplacement donné du cours d'eau. Lorsqu'on mesure l'OD, il est nécessaire que se produise un échange d'eau convenable dans toute la membrane de la sonde pour obtenir de bons relevés. Selon l'équipement utilisé, il peut être nécessaire de déplacer la sonde à l'intérieur de la colonne d'eau. Cette pratique est inutile dans une eau qui s'écoule à grande vitesse ou si l'appareil est doté d'une unité de circulation autonome. Il faut aussi obtenir un échange convenable lorsqu'on mesure le pH. Consulter les indications du fabricant sur la marche à suivre concernant un appareil ou un paramètre particulier. On peut effectuer une évaluation *in situ* au moyen d'un appareil de mesure muni d'un treuil mécanique ou électrique ou d'un dévidoir; le recours à ces dispositifs dépend de la profondeur de l'eau et de la période de surveillance.

Enregistreur de données : Pour de longues périodes de surveillance, on peut fixer les enregistreurs de données à un objet immobile à l'emplacement de surveillance. Les appareils de mesure automatiques doivent être programmés pour enregistrer les données en l'absence d'un opérateur. Le mode automatique est utile pour recueillir des données à intervalles réguliers pendant de longues périodes de surveillance. Il est essentiel que l'appareil de mesure automatique

soit correctement programmé selon les instructions du fabricant afin que toutes les données nécessaires soient enregistrées. Il est important que l'enregistreur conserve sa position exacte tout au long de la période. Il est conseillé de télécharger les données de l'enregistreur à intervalles réguliers pour éviter toute perte de données. Le carnet de terrain devrait comprendre le nom de l'opérateur, les hypothèses et paramètres de programmation, l'identificateur de l'appareil de mesure, la date et l'heure de l'installation, la date et l'heure de la récupération, l'endroit et la profondeur où l'appareil a été installé.

Dans des eaux se déplaçant à grande vitesse, il peut être nécessaire d'attacher aux sondes portatives ou automatiques un poids fait de matériaux inertes. Les poids du collier et/ou du câble, qu'on peut obtenir chez la plupart des fabricants, peuvent être fixés de façon à ne pas nuire au fonctionnement de la sonde.

PRÉLÈVEMENT La surveillance de la qualité de l'eau *in situ* suppose d'observer les données de surveillance au moyen d'un afficheur de données ou d'un ordinateur portatif pendant la collecte des données. On peut inscrire les données dans un carnet de terrain ou les enregistrer dans la mémoire interne de l'appareil de mesure. Il faudrait, dès que possible, faire une copie des données enregistrées et la garder dans un endroit distinct.

La manipulation et l'étalonnage de l'appareil de mesure choisi constituent un élément important pour évaluer la qualité de l'eau. Toujours étalonner les appareils de mesure portatifs et les enregistreurs de données avant de les utiliser. Normalement, on étalonne les appareils chaque jour. Vérifier l'appareil de mesure en fin de journée en appliquant des critères connus est utile pour s'assurer que l'appareil ne dérive pas, pour chaque paramètre à mesurer. Pour garantir un fonctionnement fiable, suivre les instructions du fabricant concernant le transport, le nettoyage, l'entreposage, l'étalonnage et le fonctionnement de l'appareil. Avant de s'en servir, étalonner la sonde de mesure en fonction de la procédure à suivre ou du CPP. Manipuler avec soin les sondes de mesure multimètre afin d'éviter la contamination croisée des solutions étalons. Immerger la sonde de mesure dans chaque solution étalon, la rincer soigneusement dans de l'eau distillée ou désionisée, puis enlever ce qu'il reste d'eau en l'agitant, en l'épongeant ou en utilisant un chiffon non pelucheux. Les étalons de conductivité sont beaucoup plus sensibles à la contamination croisée et à la dilution que les autres étalons. Les étalons de conductivité se diluent facilement, et ce paramètre peut avoir un effet sur d'autres paramètres (surtout l'OD). En conséquence, il faudrait toujours étalonner d'abord la conductivité. L'ordre d'étalonnage recommandé de chaque sonde d'un appareil de mesure multiparamètre est le suivant : 1) conductivité, 2) pH, 3) OD et 4) turbidité (USEPA, 2013).

Renseignements essentiels

- Étalonner l'appareil de mesure chaque jour avant de s'en servir. Utiliser des étalons qui conviennent à l'appareil et à la zone d'étude (p. ex. valeurs d'encadrement des tampons pour pH observées sur le terrain).
- Suivre les instructions du manuel de l'utilisateur pour s'assurer que toutes les sondes nécessaires fonctionnent. Si on n'a pas besoin de mesurer un paramètre, il faudrait éteindre la sonde s'y rapportant pour économiser les piles.

LISTE DE CONTRÔLE POUR L'ÉCHANTILLONNAGE

Liste de contrôle de l'équipement

- Appareil de mesure multiparamètre (c.-à-d. Horiba, YSI, Hydrolab).
- Tampons ou solutions étalons recommandés par le fabricant.
- Solutions nettoyantes pour sonde et chiffons tels que recommandés par le fabricant.
- Câble gradué pour mesurer la profondeur de l'eau.
- Carnet de terrain et marqueurs permanents.
- Système de positionnement global (GPS).
- Gants non poudrés type nitrile.
- Cuissardes.
- Équipement de protection individuel.
- Matériel de décontamination, y compris des seaux, des brosses, du détergent surfactant et/ou des solvants organiques et un dispositif de confinement approprié pour l'eau de lavage.
- Embarcation, si nécessaire, et dispositifs de flottaison pour tout le personnel de terrain.
- Trousse de premiers soins.
- Appareil-photo.
- Plan du programme d'assurance de la qualité.

- Plan d'échantillonnage et d'analyse.
- Plan de santé et sécurité.

Planification et préparation

- Passer en revue les renseignements propres au site, comme les modèles régionaux d'utilisation des terres; la topologie et la topographie du site; les renseignements généraux sur le bassin versant; les plans d'eau présents; la profondeur de l'eau; la répartition, l'épaisseur et le type de sédiments; la nature du rivage; les sources potentielles de contaminants au large et sur la rive; les habitats écologiques et les composantes valorisées de l'écosystème (CVE); l'usage de la zone d'étude pour la pêche, la récolte de crustacés et la navigation de plaisance ou les loisirs; l'utilisation actuelle et prévue de l'eau.
- Procéder à une reconnaissance du site pour aider à établir le plan du programme d'assurance de la qualité, le plan d'échantillonnage et d'analyse et le plan de santé et sécurité.
- Établir le plan du programme d'assurance de la qualité.
 - Définir et préciser les objectifs en matière de qualité des données, y compris les types précis d'échantillons d'assurance et de contrôle de la qualité (AQ/CQ) nécessaires pour satisfaire à ces objectifs en matière de qualité des données.
 - Établir et planifier les procédures à suivre pour le contrôle de la qualité du matériel mobile, y compris les plans de circonstance pour le matériel de remplacement et pour les erreurs d'étalonnage.
- Établir le plan d'échantillonnage et d'analyse.
 - Passer en revue les caractéristiques et les types d'habitats de la zone d'étude et dessiner une carte des points d'échantillonnage qui fournit une couverture représentative.
 - Choisir les méthodes d'échantillonnage et l'équipement en se fondant sur les conditions propres à la zone d'étude et sur les objectifs en matière de qualité des données.
 - Dresser la liste de l'équipement, des fournitures et des procédures liés à l'étiquetage, la conservation, la décontamination, la manipulation et l'expédition des échantillons.
- Établir le plan de santé et sécurité (y compris le plan d'urgence).
 - Déterminer les exigences en matière de sécurité précisément associées aux besoins d'échantillonnage et planifier en conséquence. Ces exigences sont

MOR n° 7

Mesure *in-situ* des paramètres de la qualité de l'eau

déterminées en fonction de ce qui suit : les caractéristiques de la zone d'étude, les CPP et les précautions prises pour la santé et la sécurité individuelles (p. ex. dispositifs de flottaison et autres articles pour la sécurité sur les bateaux, le cas échéant, vêtements et gants résistant aux produits chimiques, dispositifs de protection des voies respiratoires, dispositifs de protection des oreilles et des yeux, etc.).

- Vérifier le bon fonctionnement et l'intégrité du matériel de protection individuelle, incluant les appareils respiratoires et les filtres.
 - Déterminer les exigences en matière de sécurité précisément associées aux passages à gué et aux activités pratiquées sur l'eau (c.-à-d. dans les bateaux).
 - Prévoir le port de casques de protection, de gants et de chaussures à embout d'acier au travail s'il y a risque de blessures à la tête, aux mains ou aux pieds.
 - Remettre un plan topographique et un plan concernant le bateau (si nécessaire) à un superviseur qui se trouve sur la terre ferme.
 - Le prélèvement d'échantillons dans des conditions extrêmement chaudes et humides est associé à un risque de déshydratation et de coup de chaleur. Par temps chaud, les membres de l'équipe d'échantillonnage doivent donc transporter une quantité suffisante d'eau ou d'autres liquides afin de se protéger contre la déshydratation.
- Réserver, commander et emballer tout le matériel nécessaire.
- Obtenir et préparer l'équipement et les documents de surveillance nécessaires.
 - Par souci d'efficacité et pour diminuer les activités de décontamination sur le terrain, il faudrait nettoyer et décontaminer tout le matériel de surveillance au laboratoire ou au bureau de terrain avant de se rendre au site d'échantillonnage.
 - S'assurer que l'appareil de mesure de l'eau fonctionne et que les batteries pour l'alimentation électrique ainsi que les piles des ordinateurs portatifs sont complètement chargées.
 - Emballer les appareils de mesure de la qualité de l'eau et les manuels de l'utilisateur, le matériel d'alimentation électrique et le matériel d'étalonnage pour qu'ils soient facilement accessibles dans la zone d'étude.

MOR n° 7

Mesure *in-situ* des paramètres de la qualité de l'eau

- Réserver une embarcation et prendre des dispositions pour avoir un conducteur qualifié.
 - Préparer un carnet de terrain pour documenter toutes les activités liées à l'échantillonnage sur le terrain. Parmi les renseignements à inscrire, il y a les conditions atmosphériques, les progrès vers l'atteinte des objectifs d'échantillonnage, les dérogations au plan d'échantillonnage faites sur le terrain, les numéros d'identification des échantillons tels qu'indiqués sur les formulaires de chaîne de conservation du laboratoire, les observations sur les échantillons, les agents de conservation utilisés et le protocole d'expédition.
- S'il faut pénétrer dans une propriété privée, en obtenir la permission par écrit des propriétaires.
 - Obtenir une attestation de compétence en premiers soins/RCR ainsi qu'une formation convenable en matière de sécurité pour tout le personnel sur le terrain.

Collecte de données *in situ*

Il faut prendre les précautions appropriées en matière de sécurité lorsqu'on collecte des données sur l'eau de surface *in situ*.

IMPORTANT : Ne jamais compromettre sa sécurité ou celle d'un collègue sur le terrain pour prélever un échantillon. Toujours faire preuve de prévoyance pour éviter les dangers de chute et de noyade. Toujours porter l'équipement de sécurité approprié, comme un dispositif de flottaison. Quand on utilise des treuils, des câbles et des dispositifs apparentés, il est important de porter des gants, un casque, des lunettes de sécurité et des bottes à embout d'acier. La personne qui conduit une embarcation destinée au transport ou à l'échantillonnage doit être qualifiée et effectuer des manœuvres conformes à toutes les exigences des lois fédérales et provinciales.

Selon la profondeur et la dimension du plan d'eau, il peut être nécessaire d'utiliser une embarcation pour se rendre aux points d'échantillonnage. Si c'est le cas, il convient d'obtenir les prévisions météorologiques et/ou les conditions maritimes avant de partir. Si les conditions sont mauvaises, il faut reporter la mission.

- 1) Tout le personnel de terrain doit bien connaître le plan de santé et sécurité du projet.
- 2) Porter des gants non poudrés de style nitrile, propres et neufs à chaque fois qu'on échantillonne un emplacement différent et enfiler les gants immédiatement avant l'échantillonnage.

MOR n° 7

Mesure *in-situ* des paramètres de la qualité de l'eau

- 3) Étalonner l'appareil de mesure en utilisant la solution étalon ou la solution tampon recommandée par le fabricant à une fréquence appropriée qui corresponde au plan d'échantillonnage.
- 4) Pour évaluer la turbidité, noter les niveaux généraux de matières en suspension dans la zone d'échantillonnage. Les mesures de turbidité sont parfois imprécises, surtout en présence de fortes concentrations de matières en suspension.
- 5) Pour évaluer le pH, s'assurer d'étalonner le pH-mètre avec des étalons couvrant la gamme des valeurs pH observées dans la zone d'étude. Dans les eaux à basse conductivité ou pour une étude de contrôle du pH, des tampons spéciaux et des techniques d'assurance de la qualité supplémentaires peuvent s'avérer nécessaires.
- 6) Pour évaluer les concentrations d'OD, respecter les consignes du fabricant pour assurer un débit adéquat dans les membranes de la sonde et pour rendre compte de l'altitude de la zone d'étude, de la température de l'air ambiant et de l'eau ainsi que de la salinité de l'eau durant l'étalonnage de la sonde.
- 7) Si possible, laisser les valeurs des mesures *in situ* se stabiliser avant de les inscrire. Le relevé de moyennes peut devenir nécessaire dans des conditions instables (c.-à-d. rebond de l'appareil de mesure).

IMPORTANT : L'évaluation des paramètres *in situ* dans des eaux bien mélangées est essentielle pour déterminer les changements dans les effets et le devenir des CPP. De plus, les paramètres *in situ* devraient être vérifiés après chaque prélèvement d'échantillon à des fins d'analyse *ex situ*.

- 8) Effectuer des évaluations *in situ* à la suite du prélèvement d'échantillons d'eau de surface afin de minimiser les activités pouvant menacer l'intégrité des échantillons. Faire des évaluations *in situ* avant le prélèvement d'échantillons de sédiments aura pour effet de libérer des matières en suspension dans les zones d'évaluation *in situ*. Mesurer les paramètres *in situ* immédiatement en amont des zones d'échantillonnage de sédiments pour éviter que des sédiments en suspension influencent la mesure.
- 9) Mesurer la hauteur de l'eau afin de déterminer la ou les profondeurs qui conviennent pour l'échantillonnage. Pour que le prélèvement des échantillons aux profondeurs voulues se fasse plus facilement, on peut graduer les câbles de mesure.
- 10) Nettoyer la sonde et l'appareil de mesure et les désinfecter en respectant les directives du fabricant.

MOR n° 7

Mesure *in-situ* des paramètres de la qualité de l'eau

- 11) Dans les notes de terrain, consigner avec précision tous les renseignements concernant l'activité d'échantillonnage en vue de l'établissement subséquent du rapport d'échantillonnage.

BIBLIOGRAPHIE

U.S. Environmental Protection Agency. 2013. *Operating Procedure for In Situ Water Quality Monitoring Standard*. Region 4, U.S. Environmental Protection Agency, Science and Ecosystem Support Division, Athens, Georgia, 19 juillet 2013. SESDPROC-111-R3. Internet : <http://www.epa.gov/region4/sesd/fbqstp/>.

MODE OPÉRATOIRE RECOMMANDÉ NOMBRE 8: PRÉLÈVEMENT D'ÉCHANTILLONS PONCTUELS D'EAU DE SURFACE À FAIBLE PROFONDEUR PAR IMMERSION DIRECTE

PORTÉE Le présent mode opératoire recommandé (MOR) fournit des instructions sur les méthodes à employer pour prélever des échantillons ponctuels d'eau de surface à faible profondeur par la technique de l'immersion directe. On utilise généralement cette technique dans les cours d'eau accessibles à gué ou les vastes plans d'eau dont il faut prélever des échantillons d'eau de surface. Des renseignements additionnels sur l'échantillonnage de l'eau de surface à faible profondeur figurent au chapitre 9 du volume 1 du *Guide sur la caractérisation environnementale des sites dans le cadre de l'évaluation des risques pour l'environnement et la santé humaine* (volume intitulé *Orientations*). Pour de plus amples renseignements, consulter la section 6 du *Manuel des protocoles d'échantillonnage pour l'analyse de la qualité de l'eau au Canada* (http://www.ccme.ca/files/Resources/fr_water/protocols_document_f_final_1.0.pdf)

Le présent MOR décrit des méthodes de prélèvement d'échantillons de surface en eau peu profonde à l'appui des évaluations des risques pour la santé humaine et des risques écologiques. Les méthodes conçues et utilisées pour l'échantillonnage de vastes plans d'eau douce sont, dans la plupart des cas, également applicables à l'échantillonnage de l'eau de mer. Il est cependant important de bien considérer les facteurs temps et accessibilité en raison de la fluctuation des marées.

QUAND? On effectue généralement l'échantillonnage ponctuel d'eau de surface à faible profondeur aux fins suivantes :

- 1) mesurer les concentrations de contaminants potentiellement préoccupants (CPP) pour caractériser l'exposition dans les évaluations des risques pour la santé humaine et des risques écologiques;
- 2) comprendre les modèles de devenir et de transport des CPP qui peuvent influencer les trajectoires d'exposition dans les évaluations des risques pour la santé humaine et des risques écologiques;
- 3) vérifier la toxicité des CPP dans l'eau de surface par rapport à des organismes d'essais en laboratoire (p. ex. poissons, invertébrés aquatiques);
- 4) évaluer l'efficacité de diverses technologies de traitement de l'eau de surface.

POURQUOI? L'objectif de ce MOR est d'instaurer une méthode uniforme de prélèvement d'échantillons ponctuels d'eau de surface à faible profondeur par immersion directe, et ce, essentiellement dans le but d'évaluer les risques potentiels pour la santé humaine et pour l'environnement de l'exposition à l'eau de surface. Le document de la United States Environmental Protection Agency (USEPA,

2013) présente un autre exemple de MOR pour l'échantillonnage de l'eau de surface.

COMMENT? On peut prélever des échantillons d'eau de surface en ayant recours à un éventail de méthodes. Le choix de la méthode d'échantillonnage dépend surtout de ce qui suit : les caractéristiques des CPP (p. ex. fortement solubles ou insolubles); les caractéristiques du plan d'eau (p. ex. peu profond ou profond); les caractéristiques de la source de CPP (la source connue ou présumée est-elle susceptible de libérer des rejets diffus à partir des rives d'un chenal ou d'un cours d'eau ou à partir d'un point unique ou d'un émissaire?); les composantes valorisées de l'écosystème (CVE) (p. ex. organismes des profondeurs ou des strates peu profondes); le cycle biologique des CVE fragiles (p. ex. alevins ou adultes); le volume d'eau de surface nécessaire; les restrictions imposées par la logistique et la sécurité (p. ex. échantillonnage depuis un pont ou à gué, présence ou absence de glace).

Le présent MOR traite du prélèvement d'échantillons ponctuels par la méthode d'immersion directe.

TYPES Les échantillons ponctuels fournissent des renseignements sur les conditions qui prévalent à des moments et à des emplacements distincts. Les échantillons ponctuels représentent le type le plus simple d'échantillons d'eau de surface. On peut prélever des échantillons ponctuels par immersion directe des contenants à échantillons dans l'eau de surface ou se servir de dispositifs mécaniques comme les bouteilles van Dorn. Le présent MOR porte exclusivement sur le prélèvement d'eau de surface à faible profondeur par la technique d'immersion directe. D'autres MOR décrivent d'autres méthodes d'échantillonnage de l'eau de surface. Si la simplicité et la rentabilité des échantillons ponctuels rendent ces échantillons attrayants à plusieurs égards, il convient de noter cependant que ce type d'échantillon fournit des données discrètes dans le temps et l'espace. Ainsi, individuellement, ils ne rendent pas compte des variations de concentrations de CPP qui peuvent survenir au fil du temps en raison de changements dans les conditions hydrologiques (p. ex. débit, taux de rejet), dans les modèles de rejets de contaminants ou d'autres facteurs. Toutefois, l'examen de multiples échantillons ponctuels prélevés à différents moments et à différents endroits peut donner une perspective sur bon nombre de ces facteurs. Les échantillons ponctuels sont bien adaptés à la détermination des concentrations maximales de CPP dans les programmes d'échantillonnage au jugé.

PRÉLÈVEMENT Il faut absolument éviter que les matériaux de l'équipement d'échantillonnage contaminent les échantillons d'eau ou altèrent de quelque façon que ce soit l'intégrité de l'échantillon. À titre d'exemple, on ne peut utiliser des contenants en plastique pour recueillir des échantillons dont il faut

doser les composés organiques sorbants à l'état de trace ou les composés organiques utilisés comme plastifiants (p. ex. phtalate de bis(2-éthylhexyle). Les polychlorures de vinyle (PVC) et les joints cimentés au PVC peuvent constituer une source de chloroforme et de divers composés organiques comme le toluène, l'acétone, l'éthyle méthyle cétone, etc. (CCME 1993).

Renseignements essentiels

- Identifier les principales utilisations de données et les buts du projet qui contribueront à déterminer s'il y a lieu de prélever des échantillons ponctuels simples ou des échantillons instantanés composites en eau peu profonde.
- Vérifier que l'immersion directe convient à l'eau de surface et aux analytes ciblés. Cette technique convient le mieux à l'échantillonnage d'eau de surface peu profonde et bien mélangée.
- Vérifier que les matériaux du contenant de prélèvement (quand il ne s'agit pas de la bouteille d'échantillon comme telle) sont appropriés pour les CPP. D'habitude, si les matériaux du contenant de prélèvement qui entrent en contact avec l'échantillon sont les mêmes que ceux des contenants d'échantillons proprement dits, cette exigence est satisfaite.
- Déterminer le volume d'eau de surface nécessaire par échantillon pour atteindre les objectifs d'échantillonnage.
- Déterminer les exigences à respecter pour la conservation des échantillons d'après les spécifications de la méthode d'analyse choisie.

En général, l'emploi de tubes en verre, en acier inoxydable ou en polypropylène et de matériaux en Téflon^{MD} qui entrent en contact avec l'échantillon fournit des échantillons d'excellente qualité. Cependant, l'acier inoxydable peut constituer une source de chrome, de nickel et d'autres métaux, si on laisse se prolonger le contact avec l'échantillon. Il est préférable d'employer des contenants à échantillons et des matériaux de contact en verre ou en Téflon^{MD} pour la collecte d'échantillons destinés à une analyse des substances organiques, tandis que le plastique polypropylène suffit pour la collecte d'échantillons destinés à une analyse des métaux lourds lorsque les échantillons sont acidifiés immédiatement après leur prélèvement. L'utilisation d'équipement d'échantillonnage gainé ou peint peut contaminer les échantillons. Il faudrait toujours tenir compte de l'équipement de soutien et des activités qui y sont associées lorsqu'il est possible de compromettre l'intégrité de l'échantillon. À titre d'exemple, lorsqu'on effectue l'échantillonnage à partir d'un bateau, les huiles et autres hydrocarbures provenant du moteur peuvent rendre les échantillons inutilisables. Le ministère de

l'Environnement et de l'Énergie de l'Ontario (MEEEO,1996) et l'USEPA (2013) fournissent d'autres orientations sur les matériaux de contact appropriés pour l'équipement d'échantillonnage. En particulier, le MEEEO (1996) fournit des renseignements liés à l'évaluation de la stabilité de la température de l'équipement d'échantillonnage. Le CCME (1993) fournit des renseignements utiles sur les substances chimiques associées à divers types d'équipements d'échantillonnage et au fonctionnement de l'équipement.

LISTE DE CONTRÔLE POUR L'ÉCHANTILLONNAGE

Liste de contrôle de l'équipement

- Contenants à échantillons prénettoyés et pré-étiquetés (nom, numéro et emplacement du site) fournis par le laboratoire d'analyse, y compris tout contenant à échantillon spécialisé (p. ex. fioles pour l'analyse de composés organiques volatils [COV]; contenants à grand volume pour les essais de toxicité ou de traitabilité).
- Contenant de transfert fait du même matériau que les contenants à échantillons.
- Perche ou dispositif mécanique pour tenir ou porter plus loin le contenant à échantillon.
- Pompe péristaltique, tubes et tamis ou seringue et filtres pour filtrer les échantillons afin d'analyser les métaux lourds dissous.
- Matériel de décontamination, y compris des seaux, des brosses, du détergent surfactant et/ou des solvants organiques et un dispositif de confinement approprié pour l'eau de lavage.
- Gants non poudrés type nitrile.
- Carnet de terrain et marqueurs permanents.
- Formulaire et sceau pour la chaîne de conservation.
- Embarcation (selon les conditions sur le site).
- Cuissardes.
- Équipement de protection individuelle.
- Glacière, matériel d'emballage et blocs réfrigérants (pour conserver les échantillons à une température ≤ 10 °C [mais supérieure au point de congélation] pendant le transport).
- Système de positionnement global (GPS).

Prélèvement d'échantillons ponctuels d'eau de surface à faible profondeur par immersion directe

- Carte bathymétrique (description détaillée du terrain submergé) ou cartes nautiques (essentiellement pour une navigation sécuritaire), s'il y a lieu.
- Sacs à ordures.
- Trousse de premiers soins.
- Appareil-photo.
- Plan du programme d'assurance de la qualité.
- Plan d'échantillonnage et d'analyse.
- Plan de santé et sécurité.

Planification et préparation

- Passer en revue les renseignements propres au site, comme les modèles régionaux d'utilisation des terres; la topologie et la topographie du site; les renseignements généraux sur le bassin versant; les plans d'eau présents; la profondeur de l'eau; la répartition, l'épaisseur et le type de sédiments; la nature du rivage; les sources potentielles de contaminants au large et sur la rive; les habitats écologiques et les composantes valorisées de l'écosystème (CVE); l'usage de la zone d'étude pour la pêche, la récolte de crustacés et la navigation de plaisance ou les loisirs; l'utilisation actuelle et prévue de l'eau.
- Procéder à une reconnaissance du site pour aider à établir le plan du programme d'assurance de la qualité, le plan d'échantillonnage et d'analyse et le plan de santé et sécurité.
- Établir le plan du programme d'assurance de la qualité.
 - Définir et préciser les objectifs en matière de qualité des données, y compris les types précis d'échantillons d'assurance et de contrôle de la qualité (AQ/CQ) nécessaires pour satisfaire à ces objectifs en matière de qualité des données.
 - Déterminer les échantillons de contrôle de la qualité qui seront prélevés sur le terrain pour le projet, y compris les échantillons en duplicata, les blancs de terrain, les blancs d'équipement et les blancs de transport, puis en planifier le prélèvement (voir le chapitre 3 du volume 1 intitulé *Orientations* pour plus de détails). Si possible, tester les échantillons de

IMPORTANT : Utiliser des blancs de transport et de terrain, surtout si les sites d'échantillonnage servent abondamment à des activités comme la navigation ou s'ils affichent un fort potentiel de transport de CPP portés par le vent. En cas d'échantillonnage d'eaux à force ionique élevée ou d'eaux à forte concentration de matières en suspension, s'assurer que le laboratoire analyse des matrices enrichies.

MOR n° 8

Prélèvement d'échantillons ponctuels d'eau de surface à faible profondeur par immersion directe

contrôle de la qualité pendant la visite de reconnaissance du site de façon à pouvoir faire des ajustements au besoin.

- Pour évaluer la variabilité des points d'échantillonnage, il convient généralement de prélever des duplicata à un taux de 10 %.

□ Établir le plan d'échantillonnage et d'analyse.

- Passer en revue les caractéristiques et les types d'habitats de la zone d'étude et dessiner une carte des points d'échantillonnage qui fournit une couverture représentative.

IMPORTANT : Si l'objectif de la séance d'échantillonnage est d'obtenir un échantillon représentatif du plan d'eau à toutes les profondeurs, vérifier que l'eau de surface à échantillonner par la technique d'immersion directe est peu profonde et suffisamment bien mélangée. Concevoir le plan d'échantillonnage et d'analyse afin d'obtenir les données les plus représentatives. Par exemple, prélever des échantillons dans les zones troubles peu profondes de petits ruisseaux pour assurer un mélange adéquat.

- Déterminer les CPP et la profondeur prévue d'occurrence. Choisir les méthodes d'échantillonnage et d'analyse ainsi que l'équipement en se fondant sur les conditions propres au site et sur les objectifs de contrôle de la qualité.
- D'après les objectifs du projet, déterminer les exigences concernant le volume d'échantillon. S'assurer que la méthode d'échantillonnage choisie peut produire les volumes nécessaires. Sinon, réévaluer le choix de la méthode.
- Consulter le ou les laboratoires d'analyse au sujet des exigences en matière d'échantillonnage, de contenants d'échantillons, de temps de conservation, de méthodes de conservation (pour chaque CPP) et de transport. Choisir des pratiques d'échantillonnage, de manutention et d'expédition qui permettront de respecter les temps de conservation, surtout pour les CPP dont les temps de conservation sont courts.

IMPORTANT : Consulter le laboratoire d'analyse à propos des exigences relatives aux contenants d'échantillons, au volume des échantillons et à la conservation des échantillons, y compris les temps de conservation. Élaborer un plan d'échantillonnage et d'analyse énonçant précisément les pratiques qui seront utilisées pour empêcher le dépassement des temps de conservation fixés. Le plan d'échantillonnage et d'analyse devrait préciser les temps de conservation pour chaque CPP, surtout pour les CPP dont les temps, courts, peuvent déterminer certains aspects de la logistique sur le terrain. Collaborer avec le laboratoire en ce qui a trait aux méthodes d'expédition et au traitement.

- Dresser la liste de l'équipement, des fournitures et des procédures liés à l'étiquetage, la conservation, la décontamination, la manipulation et l'expédition des échantillons.
- Établir le plan de santé et sécurité (y compris le plan d'urgence).
 - Déterminer les exigences en matière de sécurité précisément associées aux besoins d'échantillonnage et planifier en conséquence. Ces exigences sont déterminées en fonction de ce qui suit : les caractéristiques de la zone d'étude, les CPP et les précautions prises pour la santé et la sécurité individuelles (p. ex. dispositifs de flottaison et autres articles pour la sécurité sur les bateaux, le cas échéant, vêtements et gants résistant aux produits chimiques, dispositifs de protection des voies respiratoires, dispositifs de protection des oreilles et des yeux, etc.).
 - Vérifier le bon fonctionnement et l'intégrité du matériel de protection individuelle, incluant les appareils respiratoires et les filtres.
 - Déterminer les exigences en matière de sécurité précisément associées aux passages à gué ou aux activités pratiquées sur l'eau (c.-à-d. en bateau).
 - Prévoir le port de casques de protection, de gants et de chaussures à embout d'acier au travail s'il y a risque de blessures à la tête, aux mains ou aux pieds.
 - Remettre un plan topographique et un plan concernant le bateau (si nécessaire) à un superviseur qui se trouve sur la terre ferme.
 - Le prélèvement d'échantillons dans des conditions extrêmement chaudes et humides est associé à un risque de déshydratation et de coup de chaleur. Par temps chaud, les membres de l'équipe d'échantillonnage doivent donc transporter une quantité suffisante d'eau ou d'autres liquides afin de se protéger contre la déshydratation.
- Réserver, commander et emballer tout le matériel nécessaire.

Prélèvement d'échantillons ponctuels d'eau de surface à faible profondeur par immersion directe

- Obtenir et préparer le matériel d'échantillonnage et d'entreposage, les contenants à échantillons, les matériaux et les documents nécessaires.
 - Par souci d'efficience et pour diminuer les activités de décontamination sur le terrain, il faudrait nettoyer et décontaminer tout le matériel d'échantillonnage au laboratoire ou au bureau de terrain avant de se rendre au site d'échantillonnage. Si possible, il faudrait disposer d'un équipement complet nettoyé et décontaminé pour chaque site d'échantillonnage.
 - Réserver une embarcation et prendre des dispositions pour avoir un conducteur qualifié.
 - Préparer un carnet de terrain pour documenter toutes les activités liées à l'échantillonnage sur le terrain. Parmi les renseignements à inscrire, il y a les conditions atmosphériques, les progrès vers l'atteinte des objectifs d'échantillonnage, les dérogations au plan d'échantillonnage faites sur le terrain, les numéros d'identification des échantillons tels qu'indiqués sur les formulaires de chaîne de conservation du laboratoire, les observations sur les échantillons, les agents de conservation utilisés et le protocole d'expédition.
- S'il faut pénétrer dans une propriété privée, en obtenir la permission par écrit des propriétaires.
 - Obtenir une attestation de compétence en premiers soins/RCR ainsi qu'une formation convenable en matière de sécurité pour tout le personnel sur le terrain.

Prélèvement d'échantillons

Il faut prendre les précautions voulues lorsqu'on prélève des échantillons d'eau de surface.

IMPORTANT : Ne jamais compromettre sa sécurité ou celle d'un collègue sur le terrain pour prélever un échantillon. Toujours faire preuve de prévoyance pour éviter les dangers de chute et de noyade. Toujours porter l'équipement de sécurité approprié, comme un dispositif de flottaison. Quand on utilise des treuils, des câbles et des dispositifs apparentés, il est important de porter des gants, un casque, des lunettes de sécurité et des bottes à embout d'acier. La personne qui conduit une embarcation destinée au transport ou à l'échantillonnage doit être qualifiée et effectuer des manœuvres conformes à toutes les exigences des lois fédérales et provinciales.

- 1) Les dangers comprennent, sans s'y limiter, les forts courants d'eau, le substrat glissant, les racines ou les objets pointus immergés qui peuvent entraîner une chute ou causer diverses blessures. Parmi les autres risques courus, notons la manipulation d'objets lourds sur le bateau et les dangers en surplomb s'il y a utilisation de treuils. Si les prélèvements se font dans des eaux plus profondes que

trois pieds, le personnel chargé de l'échantillonnage doit porter des dispositifs de flottaison¹¹.

- 2) S'assurer que les conditions climatiques ne créeront pas de situations dangereuses pendant l'échantillonnage sur le terrain.
- 3) Tout le personnel de terrain doit bien connaître le plan de santé et sécurité du projet.
- 4) On peut prélever des échantillons depuis une embarcation ou un pont ou encore à gué (si l'eau est peu profonde). Si on échantillonne un petit cours d'eau à partir d'un bateau ou à gué, le faire de l'aval vers l'amont pour minimiser le risque que les échantillons soient contaminés par des sédiments remis en suspension. Si l'échantillonnage se fait depuis un pont, prélever les échantillons du côté amont du pont pour minimiser l'influence de tout constituant à l'état de trace (p. ex. métaux) qui pourrait avoir été apporté par l'eau qui ruisselle de la chaussée.
- 5) Prendre des mesures pour perturber le moins possible l'eau de surface (p. ex. par le souffle de l'hélice) avant l'échantillonnage.
- 6) Si l'échantillonnage est appuyé par la mesure des paramètres *in situ* (pH, oxygène dissous, etc.), évaluer ces paramètres en suivant les procédures énoncées dans le MOR. Procéder aux évaluations *in situ* après avoir prélevé des échantillons ponctuels d'eau de surface afin de minimiser les activités dans le cours d'eau susceptibles de menacer l'intégrité de l'échantillon. Prélever les échantillons d'eau de surface avant de prélever les échantillons de sédiments.
- 7) En arrivant à une station d'échantillonnage, faire face au courant et attendre assez longtemps pour que tout sédiment en suspension s'éloigne en aval du point d'échantillonnage. Quand on procède à l'échantillonnage à partir d'une embarcation, prélever tous les échantillons du côté amont de l'embarcation et du moteur pour éviter la contamination de l'échantillon par des métaux et/ou des hydrocarbures pétroliers associés au fonctionnement ou aux émanations de gaz. Laisser s'écouler suffisamment de temps pour que les émanations ou les huiles associées au fonctionnement de l'embarcation puissent s'éloigner de la zone. Prendre note que les contenants d'échantillons fixés à des perches ou à des dispositifs mécaniques peuvent être utilisés pour un échantillonnage par immersion directe, pourvu que soient respectées les autres instructions énoncées dans le présent MOR.

¹¹ Le ministère des Pêches et Océans et d'autres organismes ont parfois leurs propres règles de sécurité en milieu de travail, notamment des règles à respecter pour le travail sur l'eau ou à proximité. Les règles de sécurité à respecter pour chaque projet doivent faire l'objet de recherches, puis être consignées dans le plan de santé et sécurité.

- 8) Porter des gants non poudrés de style nitrile, propres et neufs à chaque fois qu'on échantillonne un emplacement différent et enfiler les gants immédiatement avant l'échantillonnage.
- 9) En ce qui concerne les échantillons prélevés pour les analytes qui ne nécessitent pas d'agent de conservation chimique, descendre lentement le contenant d'échantillon (ouvert et face au courant) sous la surface de l'eau en amont de l'emplacement du technicien de terrain, boucher le contenant et le secouer pour en rincer toutes les surfaces internes. Jeter l'eau de rinçage en aval du point d'échantillonnage et lui laisser le temps de se disperser. En se plaçant encore face au courant, submerger lentement le contenant d'échantillon (l'extrémité ouverte en premier) à environ 0,1 mètre (m) sous la surface de l'eau (ou à mi-hauteur du cours d'eau, si celui-ci est peu profond) et le laisser se remplir, puis le sceller pendant qu'il est sous l'eau. Éviter d'écumer la surface à moins que les objectifs du projet l'exigent. Aussitôt que possible, mettre le ou les échantillons sur la glace. S'il faut remplir plusieurs contenants au même endroit, les remplir tous en perturbant le moins possible le milieu avant de quitter le site pour placer les échantillons sur la glace.
- 10) En ce qui concerne les analytes devant être prélevés dans des contenants renfermant des agents de conservation chimiques, utiliser un contenant de transfert propre fait du même matériau que le contenant à échantillon, afin de prélever l'échantillon d'eau comme il est décrit plus haut (y compris en rinçant le contenant de transfert) et transférer l'échantillon directement dans le contenant renfermant les agents de conservation chimiques.
- 11) Remplir d'autres contenants d'échantillons en respectant les procédures décrites ci-haut pour obtenir le volume d'échantillon nécessaire. Secouer doucement les bouteilles contenant les agents de conservation afin de complètement mélanger l'échantillon et les agents de conservation.
- 12) Si possible, mesurer la profondeur de l'eau et effectuer des analyses *in situ*.
- 13) Préciser le point d'échantillonnage au moyen d'un GPS ou en se servant de mesures manuelles par rapport à un emplacement connu (p. ex. indiquer le point d'échantillonnage sur une carte topographique).
- 14) Si cette méthode d'échantillonnage doit être employée pour prélever des échantillons destinés à l'analyse de COV (au moyen d'équipement en Téflon^{MD} ou en acier inoxydable), il faudrait prélever les échantillons en créant le moins d'agitation ou de perturbation possible. La fiole d'analyse de COV devrait être remplie à ras bord et ne pas contenir de bulles ni d'espace libre après avoir été fermée. Si elle contient une ou des bulles, la remplir de nouveau. Il est possible de conserver les fioles d'analyse de COV avec du bisulfate de sodium ou de l'acide

chlorhydrique ou de ne pas les conserver. Remarque : Les échantillons non conservés ont des temps de conservation plus courts et peuvent être sujets à la biodégradation; il convient donc d'utiliser un agent de conservation sauf dans la situation suivante : si l'échantillon d'eau de surface contient une forte concentration de carbonate de calcium dissous, il peut se produire une réaction effervescente entre l'acide hydrochlorique et l'eau, qui créera un grand nombre de bulles fines. Cette réaction rendra l'échantillon inacceptable. Dans ce cas, il faudrait se servir de fioles non conservées et prendre des dispositions en conséquence avec le laboratoire.

- 15) Il est nécessaire de filtrer les échantillons destinés à l'analyse des métaux dissous, mais non ceux destinés à l'analyse des métaux totaux. Seulement dans le cas des échantillons destinés à l'analyse des métaux dissous, avant d'envoyer les échantillons et aussitôt que possible après leur prélèvement, filtrer les échantillons au moyen d'une pompe péristaltique ou d'une pompe manuelle et d'un filtre de tamis de 0,45 micron. Idéalement, les échantillons sont filtrés sur le terrain au point d'échantillonnage (à bord de l'embarcation ou sur le rivage) immédiatement après leur prélèvement. Placer le filtrat ainsi obtenu dans un contenant à échantillon préconservé et étiqueté pour l'analyse des métaux dissous.
- 16) Indiquer les renseignements suivants sur l'étiquette de chaque échantillon : la date, l'heure de l'échantillonnage, l'identificateur de l'échantillon, la méthode et/ou le ou les groupes de paramètres d'analyse, les initiales du préleveur et la méthode de conservation (s'il y a lieu).
- 17) Suivre les procédures appropriées liées aux conditions d'entreposage (c.-à-d. température d'entreposage supérieure à 0 °C, mais inférieure ou égale à 6 °C), à la chaîne de conservation et au transport.
- 18) Prendre note des agents de conservation utilisés et de la façon dont les échantillons ont été emballés sur le terrain et ont été expédiés au laboratoire.
- 19) Suivre les procédures de décontamination énoncées dans le plan d'échantillonnage et d'analyse et disposer convenablement des matériaux jetables. Généralement, un détergent surfactant doux suffit. Si des métaux organiques ou d'autres CPP inorganiques sont présents, il faut, pour une décontamination convenable, une solution de lavage d'acide nitrique à 10 %. Si on s'inquiète de la présence de CPP organiques, il faut procéder à un lavage à l'acétone et à un rinçage à l'eau. Remarque : Ne pas nettoyer les dispositifs d'échantillonnage en plastique ou en polychlorure de vinyle avec de l'acétone ou d'autres solvants organiques qui risquent de modifier l'intégrité structurelle du dispositif.

- 20) Dans les notes de terrain, consigner avec précision tous les renseignements concernant l'activité d'échantillonnage en vue de l'établissement subséquent du rapport d'échantillonnage.

BIBLIOGRAPHIE

Conseil canadien des ministres de l'environnement (CCME). 1993. *Guide pour l'échantillonnage, l'analyse des échantillons et la gestion des données des lieux contaminés, Volume I : Rapport principal*, décembre 1993. Préparé dans le cadre du Programme national d'assainissement des lieux contaminés. PN 1102.

Ministère de l'Environnement et de l'Énergie de l'Ontario (MEEO). 1996. *Guidance on Sampling and Analytical Methods for use at Contaminated Sites in Ontario*, Direction de l'élaboration des normes, Toronto, Ontario, décembre.

U.S. Environmental Protection Agency (USEPA). 2013. *Operating Procedure for Surface Water Sampling*, Region 4, U.S. Environmental Protection Agency, Science and Ecosystem Support Division, Athens, Georgia, 28 février 2013. SESDPROC-201-R3. Internet : <http://www.epa.gov/region4/sesd/fbqstp/>.

MODE OPÉRATOIRE RECOMMANDÉ NOMBRE 9 : PRÉLÈVEMENT D'ÉCHANTILLONS PONCTUELS D'EAU DE SURFACE AU MOYEN DE DISPOSITIFS MÉCANIQUES

PORTÉE Le présent mode opératoire recommandé (MOR) fournit des instructions sur les méthodes à employer pour échantillonner l'eau de surface au moyen de dispositifs mécaniques de prélèvement d'échantillons ponctuels. Il décrit les méthodes à suivre pour prélever des échantillons ponctuels d'eau de surface dans des eaux d'une profondeur supérieure à environ 1,5 mètre (m), échantillons appelés ci-après « échantillons d'eau de subsurface ». On utilise ces méthodes lorsqu'on a besoin d'échantillons de subsurface, souvent à des profondeurs multiples. L'échantillonnage s'effectue habituellement depuis une embarcation, un pont ou une autre plateforme au moyen d'un dispositif d'échantillonnage mécanique comme une bouteille van Dorn ou un échantillonneur Kemmerer. Des renseignements additionnels sur l'échantillonnage de l'eau de surface figurent au chapitre 9 du volume 1 du *Guide sur la caractérisation environnementale des sites dans le cadre de l'évaluation des risques pour l'environnement et la santé humaine* (volume intitulé *Orientations*). Pour de plus amples renseignements, consulter la section 6 du *Manuel des protocoles d'échantillonnage pour l'analyse de la qualité de l'eau au Canada*.

http://www.ccme.ca/files/Resources/fr_water/protocoles_document_f_final_1.0.pdf

Le présent MOR décrit les méthodes de prélèvement d'échantillons d'eau de subsurface au moyen de dispositifs mécaniques aux fins d'analyses chimiques, toxicologiques et/ou de traitabilité à l'appui des évaluations des risques pour la santé humaine et des risques écologiques. Les méthodes conçues et utilisées pour l'échantillonnage de vastes plans d'eau douce sont, dans la plupart des cas, également applicables à l'échantillonnage de l'eau de mer. Il est cependant important de bien considérer les facteurs temps et accessibilité en raison de la fluctuation des marées.

QUAND? Les échantillons ponctuels d'eau de subsurface sont habituellement prélevés aux fins suivantes :

- 1) mesurer les concentrations de contaminants potentiellement préoccupants (CPP) pour caractériser l'exposition dans les évaluations des risques pour la santé humaine et des risques écologiques;
- 2) comprendre les modèles de devenir et de transport des CPP qui peuvent influencer les trajectoires d'exposition dans les évaluations des risques pour la santé humaine et des risques écologiques;
- 3) vérifier la toxicité des CPP dans l'eau de subsurface par rapport à des organismes d'essais en laboratoire (p. ex. poissons, invertébrés aquatiques);

- 4) évaluer l'efficacité de diverses techniques de traitement de l'eau de subsurface.

POURQUOI? On peut procéder à l'échantillonnage de l'eau de subsurface pour les raisons suivantes : évaluer les expositions potentielles (d'après les concentrations de CPP) et les effets (d'après les essais de toxicité); délimiter la distribution des substances chimiques; déterminer l'efficacité de différentes technologies de traitement; évaluer les progrès par rapport aux exigences en matière d'assainissement.

COMMENT? On peut prélever des échantillons d'eau de subsurface en ayant recours à un éventail de méthodes. Le choix de la méthode d'échantillonnage dépend surtout de ce qui suit : les caractéristiques des CPP (p. ex. fortement solubles ou insolubles); les caractéristiques du plan d'eau (p. ex. peu profond ou profond); les composantes valorisées de l'écosystème (CVE) (p. ex. organismes des profondeurs ou des strates peu profondes); les caractéristiques de la source de CPP (la source connue ou présumée est-elle susceptible de libérer des rejets diffus à partir des rives d'un chenal ou d'un cours d'eau ou à partir d'un point unique ou d'un émissaire?); du cycle biologique des CVE fragiles (p. ex. alevins ou adultes); les restrictions imposées par la logistique et la sécurité (p. ex. échantillonnage depuis un pont ou à gué, présence ou absence de glace); les volumes d'échantillons requis.

TYPES **Échantillonneurs Kemmerer et van Dorn** : Ces appareils prélèvent des échantillons ponctuels à des profondeurs précises, qui sont indiquées par des câbles calibrés fixés au dispositif d'échantillonnage. L'échantillonneur Kemmerer est un cylindre muni d'un bouchon à chaque extrémité. Les bouchons sont ouverts pendant qu'on descend l'échantillonneur en position verticale, ce qui permet le libre passage de l'eau à travers le cylindre. L'échantillonneur van Dorn est un dispositif semblable que l'on déploie à la verticale dans une position horizontale. Pour les deux types d'échantillonneurs, on descend un poids messenger le long du câble quand l'échantillonneur atteint la profondeur désignée, ce qui actionne la fermeture des bouchons et permet de prélever l'échantillon. L'eau est transférée dans les contenants à échantillons à travers un clapet. On ne peut utiliser des échantillonneurs en plastique ou en caoutchouc pour échantillonner les composés volatils et les composés organiques extractibles. Certains nouveaux dispositifs sont faits d'acier inoxydable ou de Téflon^{MD}, ou sont enduits de Téflon^{MD}. Les dispositifs en Téflon^{MD} et enduits de Téflon^{MD} sont acceptables pour la plupart des CPP (attention : l'utilisation de Téflon ne convient pas toujours au prélèvement d'échantillons destinés à l'analyse des sulfonates perfluorés et des carboxylates perfluorés (PFOS et composés connexes).

Les échantillonneurs Kemmerer et van Dorn sont d'emploi assez simple et sont suffisamment robustes pour servir dans une vaste gamme de conditions d'échantillonnage. Ils sont généralement utilisés pour prélever des échantillons de subsurface dans les lacs et les étangs, mais peuvent également servir en eaux profondes (cours d'eau ou océans) calmes. On les utilise pratiquement toujours à partir d'une embarcation. Ils sont généralement inefficaces dans les eaux à fort courant, parce qu'on ne peut évaluer avec précision la profondeur où s'effectue le prélèvement. Qui plus est, l'incapacité de les maintenir en position fixe dans la colonne d'eau empêche le bon déclenchement du dispositif par le messageur.

Pompe péristaltique : On peut utiliser efficacement la pompe péristaltique pour échantillonner une colonne d'eau ou des zones très peu profondes là où il est impossible d'avoir recours à de gros appareils d'échantillonnage ou à des méthodes d'immersion directe. Les tubes de captage sont placés dans la colonne d'eau à des profondeurs distinctes au moyen d'un conduit ou d'un poids. Pour lester les tubes, on y attache des matériaux inertes de façon à ce que l'ouverture du tube soit immergée. On ne devrait pas se servir de poids en plomb ou en métal lorsqu'on prélève des échantillons de métaux. On peut aussi prélever des échantillons composites à la verticale en déplaçant le tube d'admission d'eau à un rythme constant à la verticale de haut en bas dans la colonne d'eau. Avant de prélever le premier échantillon, on rince les tubes au moyen de plusieurs volumes d'eau. Aux fins de l'échantillonnage, le débit de la pompe ne devrait pas dépasser 0,5 litre par minute (L/min) (USEPA, 1996) pour éviter que toute influence extérieure ne vienne perturber le point d'échantillonnage ponctuel. Chaque contenant à échantillon est rempli au moyen du tube d'évacuation pendant que le tube d'admission est maintenu dans la colonne d'eau. Le tube d'évacuation ne devrait pas entrer en contact avec le contenant à échantillon. Cette procédure permet de contrôler le remplissage des contenants à échantillons de manière à pouvoir y laisser un espace libre ou y ajouter des agents de conservation.

S'il s'agit de recueillir des échantillons pour l'analyse des composés organiques volatils (COV), on ne peut prélever directement les échantillons du tube d'évacuation de la pompe péristaltique parce que l'eau passe à travers le mécanisme de pompage Silastic^{MD}, qui peut purger les COV contenus dans les échantillons d'eau. Si on utilise une pompe péristaltique pour le prélèvement d'échantillons de COV, il faut prélever l'échantillon en faisant fonctionner la pompe pendant plusieurs minutes, avec le tube d'admission submergé à la profondeur désirée afin de remplir le tube avec de l'eau qui est représentative de l'intervalle. On éteint alors la pompe et on bouche, pince ou scelle le tube d'admission avant de le retirer de la colonne d'eau pour éviter de perdre l'échantillon. On fait marcher la pompe à vitesse réduite et en inversant le sens

du débit, de façon à drainer l'eau du tube de la tête de la pompe. On fixe à nouveau le tube d'admission. La pompe fonctionnant encore en sens inverse, on pompe l'eau du tube d'admission dans les fioles d'analyse de COV; il faut s'assurer que toute eau ayant passé par le tube de tête ne soit pas incorporée à l'échantillon. Il est essentiel que l'échantillon d'eau prélevé pour les analyses de COV ne passe pas sur les rouleaux de la pompe péristaltique, ce qui risquerait de purger l'échantillon. Il importe également d'avoir une longueur suffisante de tube pour permettre le prélèvement du volume d'échantillon nécessaire. L'Operating Procedure for Surface Water Sampling de la United States Environmental Protection Agency (USEPA, 2013) fournit des renseignements additionnels concernant l'utilisation adéquate des pompes péristaltiques en vue de l'analyse des COV.

Cuillères à double clapet : Si les exigences en matière de données ne nécessitent pas le prélèvement d'un échantillon à partir d'un intervalle distinct de la colonne d'eau, on peut prélever les échantillons au moyen de cuillères à double clapet. On fait descendre les cuillères munies de clapets supérieurs et inférieurs dans la colonne d'eau, et l'eau est continuellement déplacée à travers la cuillère jusqu'à ce que celle-ci atteigne la profondeur désirée. À ce moment-là, on récupère la cuillère. Au moment de la récupération, le siège du clapet double empêche l'eau de s'échapper de la cuillère ou d'y entrer. Le degré de déplacement d'eau dans la cuillère dépend du mouvement de la bille du clapet de retenue, qui permet à l'eau de s'écouler librement à travers le corps de la cuillère. Il est acceptable d'utiliser une cuillère lorsqu'un échantillon de mi-profondeur est nécessaire. Cette technique peut ne pas fonctionner dans les forts courants.

PRÉLÈVEMENT Il faut absolument éviter que les matériaux de l'équipement d'échantillonnage contaminent les échantillons d'eau ou altèrent, de quelque manière que ce soit, l'intégrité des échantillons. À titre d'exemple, on ne peut pas utiliser de contenants en plastique pour prélever des échantillons destinés à l'analyse des composés organiques sorbants à l'état de trace ou à l'analyse des composés organiques utilisés comme plastifiants (p. ex. phtalate de bis(2-éthylhexyle). Les polychlorures de vinyle (PVC) et les joints cimentés au PVC peuvent constituer une source de chloroforme et de divers composés organiques comme le toluène, l'acétone, l'éthyle méthyle cétone, etc. (CCME 1993).

En général, l'emploi de tubes en verre, en acier inoxydable ou en polypropylène et de matériaux en Téflon^{MD} qui entrent en contact avec l'échantillon fournit des échantillons d'excellente qualité. Cependant, si on laisse le contact avec l'échantillon se prolonger, l'acier inoxydable peut constituer une source de chrome, de nickel et d'autres métaux. Il est préférable

d'employer des contenants à échantillons et des matériaux de contact en verre ou en Téflon^{MD} pour les prélèvements destinés à une analyse des substances organiques, tandis que le plastique polypropylène suffit pour la collecte d'échantillons destinés à une analyse des métaux lourds lorsque les échantillons sont acidifiés immédiatement après leur prélèvement. L'utilisation d'équipement d'échantillonnage gainé ou peint peut contaminer les échantillons.

Il faudrait toujours tenir compte de l'équipement de soutien et des activités qui y sont associées lorsqu'il est possible de compromettre l'intégrité de l'échantillon. À titre d'exemple, lorsqu'on effectue l'échantillonnage à partir d'un bateau, les huiles et autres hydrocarbures provenant du moteur peuvent rendre les échantillons inutilisables. Le ministère de l'Environnement et de l'Énergie de l'Ontario (MEEO, 1996) fournit d'autres orientations relatives aux matériaux de contact appropriés pour l'équipement d'échantillonnage, orientations qui portent principalement sur l'évaluation de la stabilité de la température de l'équipement d'échantillonnage. Le CCME (1993) fournit des renseignements utiles sur les substances chimiques associées à divers types d'équipements d'échantillonnage et au fonctionnement de l'équipement.

Les appareils d'échantillonnage utilisés dans des milieux estuariens et marins devraient être faits de matériaux compatibles avec ces eaux plus corrosives.

Renseignements essentiels

- Vérifier que les matériaux du contenant de prélèvement sont appropriés pour les CPP. D'habitude, si les matériaux du contenant de prélèvement qui entrent en contact avec l'échantillon sont les mêmes que ceux des contenants à échantillons proprement dits, cette exigence est satisfaite. Vérifier que les contenants à échantillons, les agents de conservation et les temps de conservation sont appropriés pour les CPP.
- Utiliser des blancs d'équipement pour les dispositifs d'échantillonnage, en particulier s'il n'a pas déjà été démontré que ces dispositifs convenaient à un analyte particulier.

LISTE DE CONTRÔLE POUR L'ÉCHANTILLONNAGE

Liste de contrôle de l'équipement

- Embarcation (selon les conditions sur le site).
- Dispositifs de flottaison pour tout le personnel de terrain.
- Équipement de protection individuel.

MOR n° 9

Prélèvement d'échantillons ponctuels d'eau de surface au moyen de dispositifs mécaniques

- Échantillonneur mécanique pour prélèvements ponctuels, comme une bouteille van Dorn ou Kemmerer.
- Matériel de décontamination, y compris des seaux, des brosses, du détergent surfactant et/ou des solvants organiques et un dispositif de confinement approprié pour l'eau de lavage.
- Contenants prénettoyés fournis par le laboratoire d'analyse, y compris tout contenant spécialisé (p. ex. fioles pour l'analyse des COV; contenants à grand volume pour les essais de toxicité ou les essais de traitabilité).
- Contenant de transfert propre.
- Pompe péristaltique, tubes et tamis ou seringue et filtres pour filtrer les échantillons afin d'analyser les métaux lourds dissous.
- Carnet de terrain et marqueurs permanents.
- Gants non poudrés type nitrile.
- Sacs à ordures
- Système de positionnement global (GPS).
- Carte bathymétrique (description détaillée du terrain submergé) ou cartes nautiques (essentiellement pour une navigation sécuritaire), s'il y a lieu.
- Trousse de premiers soins.
- Appareil-photo.
- Seringue avec filtre.
- Formulaires et sceau pour la chaîne de conservation.
- Glacière, matériel d'emballage et blocs réfrigérants (pour conserver les échantillons à une température ≤ 10 °C [mais supérieure au point de congélation] pendant le transport).
- Plan du programme d'assurance de la qualité.
- Plan d'échantillonnage et d'analyse.
- Plan de santé et sécurité.

Planification et préparation

- Passer en revue les renseignements propres au site, comme les modèles régionaux d'utilisation des terres; la topologie et la topographie du site; les

renseignements généraux sur le bassin versant; les plans d'eau présents; la profondeur de l'eau; la répartition, l'épaisseur et le type de sédiments; la nature du rivage; les sources potentielles de contaminants au large et sur la rive; les habitats écologiques et les composantes valorisées de l'écosystème (CVE); l'usage de la zone d'étude pour la pêche, la récolte de crustacés et la navigation de plaisance ou les loisirs; ainsi que l'utilisation actuelle et prévue de l'eau.

- Procéder à une reconnaissance du site pour aider à établir le plan du programme d'assurance de la qualité, le plan d'échantillonnage et d'analyse et le plan de santé et sécurité.
- Établir le plan du programme d'assurance de la qualité.
 - Définir et préciser les objectifs en matière de qualité des données, y compris les types précis d'échantillons d'assurance et de contrôle de la qualité (AQ/CQ) nécessaires pour satisfaire à ces objectifs en matière de qualité des données.
 - Déterminer les échantillons de contrôle de la qualité qui seront prélevés sur le terrain pour le projet, y compris les échantillons en duplicata, les blancs de terrain, les blancs d'équipement et les blancs de transport, puis en planifier le prélèvement (consulter le chapitre 3 du volume 1 intitulé *Orientations* pour plus de détails). Si possible, tester les échantillons de contrôle de la qualité pendant la visite de reconnaissance du site de façon à pouvoir faire des ajustements au besoin.
 - Pour évaluer la variabilité des points d'échantillonnage, il convient généralement de prélever des duplicata à un taux de 10 %.

IMPORTANT : Utiliser des blancs de transport et de terrain, surtout si les sites d'échantillonnage servent abondamment à des activités comme la navigation ou s'ils affichent un fort potentiel de transport de CPP portés par le vent. En cas d'échantillonnage d'eaux à force ionique élevée ou d'eaux à forte concentration de matières en suspension, s'assurer que le laboratoire analyse des matrices enrichies. Utiliser des matrices enrichies pour échantillonner des eaux à force ionique élevée ou des eaux à forte concentration de matières en suspension.

- Établir le plan d'échantillonnage et d'analyse.
 - Passer en revue les caractéristiques et les types d'habitats de la zone d'étude et dessiner une carte des points d'échantillonnage qui fournit une couverture représentative.

- Déterminer les CPP et la profondeur prévue d'occurrence. Choisir les méthodes d'échantillonnage et d'analyse ainsi que l'équipement en se fondant sur les conditions propres au site et sur les objectifs de contrôle de la qualité.
- D'après les objectifs du projet, déterminer les exigences concernant le volume d'échantillon. S'assurer que la méthode d'échantillonnage choisie peut produire les volumes nécessaires. Sinon, réévaluer le choix de la méthode.
- Consulter le ou les laboratoires d'analyse au sujet des exigences en matière d'échantillonnage, de temps de conservation, de méthodes de conservation pour chaque CPP et de transport. Choisir des pratiques d'échantillonnage, de manutention et d'expédition qui permettront de respecter les temps de conservation, surtout pour les CPP dont les temps de conservation sont courts.

IMPORTANT : Consulter le laboratoire d'analyse à propos des exigences relatives au volume et à la conservation des échantillons, y compris les temps de conservation. Élaborer un plan d'échantillonnage et d'analyse énonçant précisément les pratiques qui seront utilisées pour empêcher le dépassement des temps de conservation fixés. Le plan d'échantillonnage et d'analyse devrait préciser les temps de conservation pour chaque CPP, surtout pour les CPP dont les temps de conservation, courts, pourraient déterminer certains aspects de la logistique sur le terrain. Collaborer avec le laboratoire en ce qui a trait aux méthodes d'expédition et au traitement.

- Dresser la liste de l'équipement, des fournitures et des procédures liés à l'étiquetage, la conservation, la décontamination, la manipulation et l'expédition des échantillons.
- Établir le plan de santé et sécurité (y compris le plan d'urgence).
- Déterminer les exigences en matière de sécurité précisément associées aux besoins d'échantillonnage et planifier en conséquence. Ces exigences sont déterminées en fonction de ce qui suit : les caractéristiques de la zone d'étude, les CPP et les précautions prises pour la santé et la sécurité individuelles (p. ex. dispositifs de flottaison et autres articles pour la sécurité sur les bateaux, le cas échéant¹², vêtements et gants résistant aux produits chimiques, dispositifs de protection des voies respiratoires, dispositifs de protection des oreilles et des yeux, etc.).

¹² Le ministère des Pêches et Océans et d'autres organismes ont parfois leurs propres règles de sécurité en milieu de travail, notamment des règles à respecter pour le travail sur l'eau ou à proximité. Les règles de sécurité à respecter pour chaque projet doivent faire l'objet de recherches puis être consignées dans le plan de santé et sécurité.

MOR n° 9

Prélèvement d'échantillons ponctuels d'eau de surface au moyen de dispositifs mécaniques

- Vérifier le bon fonctionnement et l'intégrité du matériel de protection individuelle, incluant les appareils respiratoires et les filtres.
 - Déterminer les exigences en matière de sécurité précisément associées aux activités sur un bateau et planifier en conséquence.
 - Prévoir le port de casques de protection, de gants et de chaussures à embout d'acier au travail s'il y a risque de blessures à la tête, aux mains ou aux pieds.
 - Remettre un plan topographique et un plan concernant le bateau (si nécessaire) à un superviseur qui se trouve sur la terre ferme.
 - Le prélèvement d'échantillons dans des conditions extrêmement chaudes et humides est associé à un risque de déshydratation et de coup de chaleur. Par temps chaud, les membres de l'équipe d'échantillonnage doivent donc transporter une quantité suffisante d'eau ou d'autres liquides afin de se protéger contre la déshydratation.
- Réserver, commander et emballer tout le matériel nécessaire.
- Obtenir et préparer le matériel d'échantillonnage et d'entreposage, les contenants à échantillons, les matériaux et les documents nécessaires.
 - Par souci d'efficacité et pour diminuer les activités de décontamination sur le terrain, il faudrait nettoyer et décontaminer tout le matériel d'échantillonnage au laboratoire ou au bureau de terrain avant de se rendre au site d'échantillonnage. Si possible, il faudrait disposer d'un équipement complet nettoyé et décontaminé pour chaque site d'échantillonnage.
 - Réserver une embarcation et prendre des dispositions pour avoir un conducteur qualifié.
 - Préparer un carnet de terrain pour documenter toutes les activités liées à l'échantillonnage sur le terrain. Parmi les renseignements à inscrire, il y a les conditions atmosphériques, les progrès vers l'atteinte des objectifs d'échantillonnage, les dérogations au plan d'échantillonnage faites sur le terrain, les numéros d'identification des échantillons tels qu'indiqués sur les formulaires de chaîne de conservation du laboratoire, les observations sur les échantillons, les agents de conservation utilisés et le protocole d'expédition.
- S'il faut pénétrer dans une propriété privée, en obtenir la permission par écrit des propriétaires.

- Obtenir une attestation de compétence en premiers soins/RCCR ainsi qu'une formation convenable en matière de sécurité pour tout le personnel sur le terrain.

Prélèvement d'échantillons

IMPORTANT : Ne jamais compromettre sa sécurité ou celle d'un collègue sur le terrain pour prélever un échantillon. Toujours faire preuve de prévoyance pour éviter les dangers de chute et de noyade. Toujours porter l'équipement de sécurité approprié, comme un dispositif de flottaison. Quand on utilise des treuils, des câbles et des dispositifs apparentés, il est important de porter des gants, un casque, des lunettes de sécurité et des bottes à embout d'acier. La personne qui conduit une embarcation destinée au transport ou à l'échantillonnage doit être qualifiée et effectuer des manœuvres conformes à toutes les exigences des lois fédérales et provinciales.

Selon la profondeur et la dimension du plan d'eau, il peut être nécessaire d'utiliser une embarcation pour se rendre aux points d'échantillonnage. Si c'est le cas, il convient d'obtenir les prévisions météorologiques et/ou les conditions maritimes avant de partir. Si les conditions sont mauvaises, il faut reporter la mission.

Il faut prendre les précautions voulues lorsqu'on prélève des échantillons d'eau de subsurface.

- 1) Tout le personnel de terrain doit bien connaître le plan de santé et sécurité du projet.
- 2) Porter des gants non poudrés de style nitrile, propres et neufs chaque fois qu'on échantillonne un emplacement différent et enfiler les gants immédiatement avant l'échantillonnage.
- 3) Pour l'échantillonnage dans un cours d'eau à partir d'une embarcation, procéder dans la mesure du possible de l'aval vers l'amont pour minimiser le risque que les échantillons soient contaminés par des sédiments remis en suspension. De même, en milieu marin ou estuarien, prélever les échantillons en progressant de l'aval vers l'amont. Si les prélèvements se font depuis un pont, prélever les échantillons du côté amont du pont pour minimiser l'influence de tout constituant à l'état de trace (p. ex. métaux) qui pourrait avoir été apporté par l'eau qui ruisselle de la chaussée.
- 4) Prendre des mesures pour perturber le moins possible l'eau de surface (p. ex. par le souffle de l'hélice) avant l'échantillonnage.
- 5) Si l'échantillonnage est appuyé par la mesure des paramètres *in situ* (pH, oxygène dissous, etc.), évaluer ces paramètres en suivant les procédures énoncées dans le MOR n° 7 pour l'évaluation *in situ* de la qualité de l'eau. Procéder aux évaluations *in situ* après avoir prélevé des échantillons ponctuels d'eau de subsurface afin de minimiser les activités dans le cours d'eau susceptibles de

menacer l'intégrité de l'échantillon. Prélever les échantillons d'eau de subsurface avant de prélever les échantillons de sédiments.

- 6) Après avoir mis l'embarcation en position et l'avoir ancrée au point d'échantillonnage, attendre assez longtemps pour que tous les sédiments remis en suspension se déposent à nouveau ou s'éloignent du point d'échantillonnage. Mesurer la hauteur de l'eau afin de déterminer la ou les profondeurs qui conviennent pour l'échantillonnage. Les câbles de mise en place associés à des appareils d'échantillonnage mécaniques sont étalonnés à des profondeurs de 1 mètre ou de 0,5 mètre afin de faciliter le prélèvement d'échantillons aux profondeurs appropriées. Prélever tous les échantillons du côté amont de l'embarcation et du moteur pour minimiser la contamination de l'échantillon par des métaux et/ou des hydrocarbures pétroliers associés au fonctionnement ou aux émanations de gaz. Laisser s'écouler suffisamment de temps pour que les émanations ou les huiles associées au fonctionnement de l'embarcation s'éloignent de la zone.
- 7) En se servant d'une bouteille van Dorn prénettoyée ou d'un appareil semblable (p. ex. un échantillonneur Kemmerer) fait de matériaux de contact appropriés pour les CPP, régler le dispositif d'échantillonnage à la position ouverte, selon les directives du fabricant. Se gantier les mains pour ouvrir ou régler les dispositifs de déclenchement de l'appareil en prenant soin de ne pas transférer de contaminants comme des sédiments ou de la graisse. Les bouteilles van Dorn sont souvent faites en PVC et en caoutchouc, matériaux qui ne conviennent pas à l'échantillonnage de composés extrêmement sorbants, de COV et de nombreux autres composés organiques qui peuvent être associés au caoutchouc et au plastique. Il faut alors choisir une autre technique ou se procurer des matériaux de contact appropriés (p. ex. en Téflon^{MD} ou en acier inoxydable, comme il convient).
- 8) Si cette méthode d'échantillonnage doit être employée pour prélever des échantillons destinés à l'analyse des COV (au moyen d'équipement en Téflon^{MD} ou en acier inoxydable), il faudrait prélever les échantillons en créant le moins d'agitation ou de perturbation possible. La fiole d'analyse de COV devrait être remplie à ras bord et ne pas contenir de bulles ni d'espace libre après avoir été fermée. Si elle contient une ou des bulles, la remplir de nouveau. Les fioles d'analyse de COV peuvent être conservées avec de l'acide chlorhydrique concentré ou peuvent ne pas être conservées. Si l'échantillon d'eau de subsurface contient une forte concentration de carbonate de calcium dissous, il peut se produire une réaction effervescente entre l'acide hydrochlorique et l'eau, qui créera un grand nombre de bulles fines. Cette réaction rendra l'échantillon inacceptable. Dans ce cas, il faut se servir de fioles non conservées et prendre des dispositions en conséquence avec le laboratoire.

- 9) Il est nécessaire de filtrer les échantillons destinés à l'analyse des métaux dissous, mais non ceux destinés à l'analyse des métaux totaux. Seulement dans le cas des échantillons destinés à l'analyse des métaux dissous, avant d'envoyer les échantillons et aussitôt que possible après leur prélèvement, filtrer les échantillons au moyen d'une pompe péristaltique ou d'une pompe manuelle et d'un filtre de tamis de 0,45 micron. Idéalement, les échantillons sont filtrés sur le terrain au point d'échantillonnage (à bord de l'embarcation ou sur le rivage) immédiatement après leur prélèvement. Placer le filtrat ainsi obtenu dans un contenant à échantillon préconservé et étiqueté pour l'analyse des métaux dissous.
- 10) Mettre le dispositif d'échantillonnage du côté amont de l'embarcation, rincer le dispositif au moins deux fois avec l'eau du site avant de procéder au prélèvement près de la surface. Pour effectuer un échantillonnage en eau profonde, installer le dispositif à la profondeur voulue et le laisser en position durant 30 secondes pour évacuer l'eau (ce qui tient lieu de rinçage) avant de prélever l'échantillon. Faire coulisser le messageur pour déclencher le dispositif d'échantillonnage et retirer lentement l'échantillonneur.
- 11) Continuer à remplir les autres contenants à échantillons en prenant soin de ne pas trop remplir les contenants d'agents de conservation. Quand les contenants à échantillons, surtout les contenants à faible volume, sont presque remplis à ras bord, on peut se servir du couvercle d'un contenant pour transférer les dernières petites portions d'échantillons dans un autre contenant.
- 12) Placer immédiatement les échantillons sur la glace.
- 13) Si possible, mesurer la profondeur de l'eau et effectuer des analyses *in situ*.
- 14) Préciser le point d'échantillonnage au moyen d'un GPS ou en se servant de mesures manuelles par rapport à un emplacement connu (p. ex. indiquer le point d'échantillonnage sur une carte topographique).
- 15) Avant l'expédition et aussitôt après le prélèvement, filtrer les échantillons destinés à l'analyse des métaux dissous au moyen d'une pompe (p. ex. péristaltique) ou d'une seringue et d'un filtre à tamis de 0,45 micron. Il est préférable et obligatoire dans certaines provinces ou certains territoires de procéder à la filtration au site de prélèvement immédiatement après le prélèvement de l'échantillon. Placer le filtrat ainsi obtenu dans un contenant à échantillon préconservé et étiqueté pour l'analyse des métaux dissous.
- 16) Incrire les renseignements suivants sur l'étiquette de chaque échantillon : la date, l'heure de l'échantillonnage, l'identificateur de l'échantillon, les paramètres d'analyse (p. ex. les métaux), les initiales du préleveur et la méthode de conservation.

- 17) Suivre les procédures appropriées liées aux conditions d'entreposage (c.-à-d. température d'entreposage supérieure à 0 °C, mais inférieure ou égale à 6 °C), à la chaîne de conservation et au transport.
- 18) Après chaque activité d'échantillonnage, nettoyer et décontaminer les dispositifs d'échantillonnage mécaniques en suivant les recommandations du fabricant et les recommandations particulières à chaque CPP, telles que décrites dans le plan d'échantillonnage et d'analyse. Généralement, un détergent surfactant doux suffit. Si des métaux organiques ou d'autres CPP inorganiques sont présents, il faut, pour une décontamination convenable, une solution de lavage d'acide nitrique à 10 %. Si les CPP sont des composés organiques, il faut procéder à un lavage à l'acétone et à un rinçage à l'eau. Remarque : Ne pas nettoyer les dispositifs d'échantillonnage en plastique ou en polychlorure de vinyle avec de l'acétone ou d'autres solvants organiques qui risquent de modifier l'intégrité structurelle du dispositif.
- 19) Dans les notes de terrain, consigner avec précision tous les renseignements concernant l'activité d'échantillonnage en vue de l'établissement subséquent du rapport d'échantillonnage.

BIBLIOGRAPHIE

- Conseil canadien des ministres de l'environnement (CCME). 1993. *Guide pour l'échantillonnage, l'analyse des échantillons et la gestion des données des lieux contaminés, Volume I : Rapport principal*, décembre 1993. Préparé dans le cadre du Programme national d'assainissement des lieux contaminés. PN 1102.
- Ministère de l'Environnement et de l'Énergie de l'Ontario (MEEO). 1996. *Guidance on Sampling and Analytical Methods for use at Contaminated Sites in Ontario*, Direction de l'élaboration des normes, Toronto, Ontario, décembre.
- U.S. Environmental Protection Agency. 1996. *The Metals Translator: Guidance for Calculating a Total Recoverable Permit Limit From a Dissolved Criterion*, Office of Water, Washington, DC. EPA 823-B-96-007.
- U.S. Environmental Protection Agency (USEPA). 2013. *Operating Procedure for Surface Water Sampling*, Region 4, U.S. Environmental Protection Agency, Science and Ecosystem Support Division, Athens, Georgia, 28 février 2013. SESDPROC-201-R3. Internet : <http://www.epa.gov/region4/sesd/fbqstp/>.

MODE OPÉRATOIRE RECOMMANDÉ NOMBRE 10: PRÉLÈVEMENT D'ÉCHANTILLONS PONCTUELS DE SÉDIMENTS DE SURFACE ET DE SUBSURFACE

- PORTÉE** Ce mode opératoire recommandé fournit des instructions sur les méthodes à employer pour prélever des échantillons ponctuels de surface (c.-à-d. de 0 à 10 centimètres [cm] de profondeur) et d'échantillons de subsurface (c.-à-d. généralement à plus de 10 cm) dans des eaux peu profondes (passables à gué en toute sécurité) et profondes pour assurer le contrôle de la qualité dans les activités sur le terrain et l'uniformité entre les équipes de terrain. Des renseignements additionnels sur l'échantillonnage des sédiments figurent au chapitre 10 du volume 1 du *Guide sur la caractérisation environnementale des sites dans le cadre de l'évaluation des risques pour l'environnement et la santé humaine* (volume intitulé *Orientations*). Pour de plus amples renseignements, consulter la section 7 du *Manuel des protocoles d'échantillonnage pour l'analyse de la qualité de l'eau au Canada* (http://www.ccme.ca/files/Resources/fr_water/protocols_document_f_final_1.0.pdf).
- APPLICATION** Le présent MOR décrit les méthodes à utiliser pour prélever des échantillons ponctuels de sédiments afin d'effectuer des caractérisations physiques et chimiques et/ou des évaluations toxicologiques à l'aide d'organismes aquatiques à l'appui des évaluations des risques pour la santé humaine et des risques écologiques. Les méthodes conçues et utilisées pour l'échantillonnage de vastes plans d'eau douce sont, dans la plupart des cas, également applicables à l'échantillonnage de l'eau de mer. Il est cependant important de bien considérer les facteurs temps et accessibilité en raison de la fluctuation des marées.
- QUAND?** Habituellement, les échantillons ponctuels de sédiments sont prélevés à trois fins :
- 1) Déterminer la nature et la concentration des contaminants potentiellement préoccupants (CPP) aux fins des évaluations des risques pour la santé humaine et des risques écologiques par :
 - la détermination de la concentration du ou des CPP;
 - la caractérisation physicochimique.
 - 2) Caractériser la relation entre les CPP présents dans les sédiments et les effets néfastes possibles sur les organismes aquatiques aux fins des évaluations des risques écologiques par :
 - des évaluations toxicologiques,
 - des évaluations des communautés benthiques;

- des prélèvements de benthos aux fins d'évaluation des concentrations de CPP dans les tissus.
- 3) Comprendre les modèles de devenir et de transport des produits chimiques qui peuvent modifier les trajectoires d'exposition dans l'évaluation des risques pour la santé humaine et des risques écologiques.

POURQUOI? On peut procéder à l'échantillonnage de sédiments pour évaluer les risques potentiels, délimiter l'étendue de la contamination et évaluer les progrès effectués par rapport aux exigences en matière d'assainissement. Les appareils conçus pour prélever des échantillons ponctuels de sédiments sont faciles à utiliser, courants, rentables et polyvalents.

COMMENT? On peut prélever des échantillons ponctuels de sédiments en recourant à un éventail de méthodes qui vont des simples dispositifs manuels (p. ex. pelles d'échantillonnage, tubes de prélèvement, bennes et carottiers) aux appareils à mâchoires mécaniques. Le choix de l'équipement dépend de ce qui suit : les objectifs de l'étude (c.-à-d. l'évaluation des risques pour la santé humaine et des risques écologiques); les renseignements obtenus lors de la reconnaissance du site (c.-à-d. les emplacements et les zones de dépôt); les CPP (c.-à-d. la compatibilité avec les matériaux qui composent l'équipement); la taille de la zone ou de la sous-zone d'étude; les exigences en matière d'essais analytiques (p. ex. le volume d'échantillon nécessaire); les exigences en matière d'analyses biologiques (c.-à-d. les bioessais et les études sur la communauté benthique); les caractéristiques des sédiments (p. ex. la taille des particules); les considérations statistiques (c.-à-d. la taille minimale requise pour l'échantillon); l'accessibilité (c.-à-d. par bateau ou accès sécuritaire à pied); le budget.

TYPES

Sédiment de surface et de subsurface - eaux peu profondes

Pelle d'échantillonnage : On peut utiliser une pelle d'échantillonnage faite de matériaux non réactifs (inertes) pour prélever des échantillons de sédiments de surface. On se sert généralement d'une pelle pour échantillonner des sédiments dans des étangs, des lacs, des milieux humides, des ruisseaux à faible courant, des estuaires et des cuvettes de marée passables à gué. Les pelles d'échantillonnage sont peu dispendieuses et faciles à manipuler. La perte probable de matières à grains fins au moment de la récupération de l'échantillonneur limite l'utilisation de la pelle d'échantillonnage. Il est donc recommandé d'utiliser la pelle uniquement pour l'échantillonnage de sédiments qui sont exposés à l'air dans des eaux peu profondes à débit minimal, où il est possible de réduire au minimum la perte de sédiments à grains fins.

Tube de prélèvement : On utilise généralement des tubes de prélèvement pour échantillonner des sédiments de surface dans des étangs, des lacs, des milieux humides, des ruisseaux à faible courant, des estuaires et des cuvettes de marée

passables à gué. Les plongeurs peuvent également utiliser des tubes de prélèvement dans l'eau douce profonde et l'eau de mer. Ces tubes sont faits de Téflon^{MD}, de plastique ou de verre et sont offerts en plusieurs diamètres (United States Environmental Protection Agency [USEPA], 2001). Ils sont utiles pour prélever des échantillons relativement non perturbés (p. ex. pour des analyses de composés organiques volatils [COV]) dans les sédiments mous et uniformes. Le volume de l'échantillon est déterminé par le diamètre du tube de prélèvement et la profondeur à laquelle on peut manuellement insérer le tube dans les sédiments. Un inconvénient des tubes de prélèvement est la difficulté de retenir les sédiments pendant l'extraction. On peut améliorer la rétention des sédiments en recourant à une ou plusieurs des techniques suivantes : 1) on peut utiliser des extracteurs de carottes (un piège en forme de doigt qui permet au tube de prélèvement de s'enfoncer dans les sédiments, mais empêche les retombées); 2) immédiatement avant l'extraction, on peut placer avec soin un bouchon au fond du tube de prélèvement (ce qui est plus facile dans les sédiments mous et les sédiments prélevés à faible profondeur parce que cette méthode exige que l'échantillonneur puisse atteindre physiquement le fond du tube); 3) avant l'extraction, on peut remplir l'extrémité exposée du tube de prélèvement avec de l'eau et y mettre un bouchon pour créer un vide afin de diminuer les retombées potentielles.

Échantillonneur mécanique : L'échantillonneur Ekman est un type de dispositif d'échantillonnage mécanique courant. Il est composé d'un petit ensemble de mâchoires ou d'un seau qui, lorsque l'échantillonneur descend et atteint la surface sédimentaire au fond du plan d'eau, se referme pour retenir une partie des sédiments de surface (USEPA, 2001). On emploie habituellement ce type d'appareil mécanique relié à une perche ou à une poignée pour prélever des échantillons en eaux peu profondes (une corde munie d'un messenger est utilisée en eaux profondes). Voir le chapitre 10 du volume 1 (*Orientations*) pour obtenir d'autres renseignements sur les échantillonneurs Ekman. Les autres échantillonneurs légers qui peuvent être utilisés sont le petit échantillonneur Ponar ou le mini-échantillonneur Shipek, dont le fonctionnement est semblable à celui de l'échantillonneur Ekman.

Sédiment de surface et de subsurface – eaux profondes

Échantillonneur mécanique : L'appareil mécanique le plus courant pour l'échantillonnage de sédiments en eau profonde est l'échantillonneur Ponar, qui est offert en deux tailles (petite, standard) et peut échantillonner une zone pouvant atteindre 0,05 mètre carré (m²) (USEPA, 2014). Pendant la descente, il crée moins de turbulence que d'autres échantillonneurs mécaniques, parce qu'un tamis sur le compartiment d'échantillonnage permet à l'eau de passer à travers l'échantillon. L'échantillonneur Ponar est pratiquement toujours déployé à partir d'une embarcation à l'aide d'un treuil. Moins grand et plus léger que l'échantillonneur Ponar, le petit échantillonneur Ponar peut, dans la plupart des cas, être facilement manié par une seule personne. Il prélève de plus

petits échantillons (0,023 m²) et est idéal pour l'échantillonnage de produits chimiques dangereux, parce qu'il est plus facile à décontaminer sur le terrain (USEPA, 2014). L'échantillonneur Shipek est utilisé aussi souvent que l'échantillonneur Ponar dans les Grands Lacs. Parmi les autres types d'échantillonneurs de sédiments mécaniques, on compte les échantillonneurs Ekman, van Veen et Peterson. On utilise couramment les trois derniers en milieux marins. Le chapitre 10 du volume 1 (*Orientations*) fournit d'autres renseignements sur les échantillonneurs de sédiments mécaniques, y compris le Ponar et le petit Ponar.

On peut trouver des renseignements supplémentaires sur les méthodes d'échantillonnage de sédiments dans les documents de l'USEPA (1995; 2001; 2014), de Clark (2003), du ministère de l'Environnement et de l'Énergie de l'Ontario (MEEO, 1996) et de la U.S. Navy (1997), de même que dans la section sur l'échantillonnage des sédiments du document du Florida Department of Environmental Protection (2009).

LISTE DE CONTRÔLE POUR L'ÉCHANTILLONNAGE

Liste de contrôle de l'équipement

- Pelle d'échantillonnage en acier inoxydable ou en plastique jetable, tube de prélèvement ou appareil mécanique d'échantillonnage ponctuel comme un échantillonneur Ekman ou Ponar.
- Bol/bac en acier inoxydable (c.-à-d. matière compatible avec le CPP ciblé pour éviter la contamination de l'échantillon) ou bacs en aluminium jetable et ustensiles pour mélanger les sédiments (p. ex. cuillère ou spatule en acier inoxydable ou en Téflon). Il faudra peut-être envisager l'utilisation de verre ou d'autres matières inertes – voir l'encadré plus bas.
- Contenants certifiés prénettoyés avec étiquettes.
- Glacière, matériel d'emballage et blocs réfrigérants (pour conserver les échantillons à une température ≤ 10 °C [mais supérieure au point de congélation] pendant le transport).
- Cartes du site et cartes connexes.
- Journaux d'échantillonnage des sédiments.
- Stylos/crayons marqueurs à l'épreuve de l'eau.
- Gants non poudrés type nitrile.
- Ruban à mesurer.
- Appareil de mesure multiparamètre de la qualité de l'eau (si nécessaire).

- Système de positionnement global (GPS).
- Carte bathymétrique (description détaillée du terrain submergé) ou cartes nautiques (essentiellement pour une navigation sécuritaire), s'il y a lieu.
- Pieux et matériel de signalisation.
- Carnet de terrain.
- Appareil-photo.
- Cuissardes ou salopette étanche.
- Équipement de protection individuel.
- Embarcation ou plateforme d'échantillonnage (pour l'échantillonnage en eau profonde).
- Treuil ou appareil d'extraction d'échantillons (pour échantillonner en eau profonde ou pour utiliser avec de lourds dispositifs d'échantillonnage comme le Ponar, l'Ekman, le Shipek ou le van Veen).
- Dispositifs de flottaison pour tout le personnel de terrain.
- Trousse de premiers soins.
- Matériel de décontamination, y compris des seaux, des brosses, du détergent surfactant et/ou des solvants organiques et un dispositif de confinement approprié pour l'eau de lavage.

Considérations sur le matériel d'échantillonnage et les contenants à échantillons

Il faut tenir compte des matériaux qui peuvent entrer en contact avec l'échantillon de sédiments pendant le prélèvement (c.-à-d. le matériel d'échantillonnage, les contenants) et les traiter avec soin pour réduire le plus possible le risque de contamination croisée ou d'altération de l'intégrité de l'échantillon. Par exemple, les contenants à échantillons en plastique ou le matériel d'échantillonnage en métal peuvent constituer des sources de substances organiques et de métaux à l'état de trace, respectivement. De façon générale, on devrait se servir, pour obtenir des échantillons représentatifs du milieu aquatique, de matériaux relativement non réactifs (inertes) – verre, acier inoxydable et Téflon^{MD}. Normalement, les laboratoires fournissent les contenants à échantillons appropriés, prénettoyés. Il est essentiel de décontaminer et de nettoyer convenablement le matériel d'échantillonnage entre chaque utilisation pour empêcher toute contamination croisée.

- Plan du programme d'assurance de la qualité.
- Plan d'échantillonnage et d'analyse.

- Plan de santé et sécurité.

Planification et préparation

- Passer en revue les renseignements propres au site, comme les modèles régionaux d'utilisation des terres; la topologie et la topographie du site; les renseignements généraux sur le bassin versant; les plans d'eau présents; la profondeur de l'eau; la répartition, l'épaisseur et le type de sédiments; la nature du rivage; les sources potentielles de produits chimiques au large et sur la rive; les habitats écologiques et les composantes valorisées de l'écosystème (CVE); l'usage de la zone d'étude pour la pêche, la récolte de crustacés et la navigation de plaisance ou les loisirs; ainsi que l'utilisation actuelle et prévue de l'eau.
- Procéder à une reconnaissance du site pour aider à établir le plan du programme d'assurance de la qualité, le plan d'échantillonnage et d'analyse ainsi que le plan de santé et sécurité.

IMPORTANT : Avant de commencer l'échantillonnage, examiner la logistique sur le terrain – identifier les activités qui doivent être réalisées à bord de l'embarcation ou immédiatement sur le terrain par rapport à celles qui pourraient être effectuées plus tard sur terre, dans un laboratoire ou au bureau. Il est souvent plus prudent et plus efficace de conserver les échantillons sur le terrain, puis de les trier dans une roulotte de chantier ou au laboratoire. S'assurer que tout le personnel sur le terrain a la formation et l'expérience voulues pour procéder à l'échantillonnage.

- Établir le plan du programme d'assurance de la qualité.
 - Définir et préciser les objectifs en matière de qualité des données, y compris les types précis d'échantillons d'assurance et de contrôle de la qualité (AQ/CQ) nécessaires pour satisfaire à ces objectifs en matière de qualité des données.
 - Déterminer les échantillons de contrôle de la qualité qui seront prélevés sur le terrain pour le projet, y compris les échantillons en duplicata, les blancs de terrain, les blancs d'équipement et les blancs de transport, puis en planifier le prélèvement.
 - Pour évaluer la variabilité des points d'échantillonnage, il convient généralement de prélever des duplicata à un taux de 10 %.
- Établir le plan d'échantillonnage et d'analyse.
 - Dans la mesure du possible, définir clairement les limites de la zone d'étude afin de restreindre la zone d'échantillonnage et sélectionner les emplacements d'échantillonnage géocodés dans la zone d'étude. Puis,

choisir des zones de référence qui correspondent bien à la zone d'étude et dont les conditions d'habitat sont semblables. Dans les systèmes lotiques (eaux courantes), la zone de référence est souvent située immédiatement en amont de la zone d'étude, hors de l'influence du site. Dans les systèmes lenticules (eaux statiques), il faudrait choisir un ou des plans d'eau à l'intérieur du même bassin versant, mais hors de la zone d'influence. Le mode de sélection et l'objet de chaque site de référence doivent être clairement énoncés.

- Cerner les CPP et la ou les profondeurs d'occurrence dans les sédiments. Choisir les méthodes d'échantillonnage et d'analyse ainsi que le matériel en se fondant sur les conditions propres au site et sur les objectifs liés à la qualité des données.
- Déterminer le volume minimal par échantillon ou par échantillon composite requis pour les analyses chimiques (un volume suffisant doit être prélevé pour qu'on puisse fonder l'analyse sur le poids sec). Déterminer la profondeur du sédiment à prélever (p. ex. max. de 3 cm ou de 5 cm).
- Définir la stratégie d'échantillonnage des sédiments. Parmi les éléments à définir dans le cadre du plan d'échantillonnage et d'analyse figurent les marées et l'accessibilité aux sédiments, les points d'échantillonnage ciblés géocodés, le nombre d'échantillons (c.-à-d. prélèvement d'échantillons uniques par emplacement ou d'échantillons en duplicata), les activités d'échantillonnage (échantillons ponctuels ou échantillons composites, c.-à-d. échantillons composés d'un ou de plusieurs « dépôts » Ponar, qui sont ensuite homogénéisés) et le volume d'échantillon à prélever pour chaque point d'échantillonnage. Le chapitre 10 du volume 1 (*Orientations*) fournit des renseignements additionnels sur ces aspects de l'échantillonnage des sédiments.
- Passer en revue les caractéristiques et les types d'habitats de la zone d'étude et produire une carte des points d'échantillonnage qui fournit une couverture représentative de la zone d'étude ou remplit les objectifs particuliers du projet (p. ex. échantillonnage des points chauds).
- Déterminer les méthodes de prélèvement, de traitement et d'expédition des échantillons en consultation avec le laboratoire d'analyse.
- Tenir compte des procédures relatives à la décontamination du matériel. Dans la mesure du possible, utiliser des dispositifs d'échantillonnage jetables afin d'éliminer le risque de contamination croisée entre les points d'échantillonnage. En ce qui concerne les appareils qui seront réutilisés, le plan d'échantillonnage et d'analyse devrait énoncer avec précision les méthodes convenables de décontamination sur le terrain. Ces méthodes, qui varient selon les CPP, devraient être confirmées avec le laboratoire

d'analyse avant l'échantillonnage. Tous les matériaux provenant de la décontamination (p. ex. eau de lavage) doivent être recueillis et éliminés de façon convenable. Dans la plupart des cas, il suffit de nettoyer les échantillonneurs et l'équipement avec de l'eau provenant de la zone d'étude.

- Dresser la liste de l'équipement, des fournitures et des procédures liés à l'étiquetage, la conservation, la décontamination, la manipulation et l'expédition des échantillons.
- Établir le plan de santé et sécurité (y compris le plan d'urgence).
- Déterminer les exigences en matière de sécurité précisément associées aux besoins d'échantillonnage et planifier en conséquence. Ces exigences sont déterminées en fonction de ce qui suit : les caractéristiques de la zone d'étude, les CPP et les précautions prises pour la santé et la sécurité individuelles (p. ex. dispositifs de flottaison et autres articles pour la sécurité sur les bateaux, le cas échéant, vêtements et gants résistant aux produits chimiques, dispositifs de protection des voies respiratoires, dispositifs de protection des oreilles et des yeux, etc.).
 - Les exigences du plan de santé et sécurité, y compris les exigences concernant le matériel de protection individuelle (p. ex. vêtements et gants résistant aux produits chimiques, dispositifs de protection des voies respiratoires, casques de protection, dispositifs de protection des oreilles et des yeux, etc.), se fondent sur les caractéristiques du site et les CPP. Tout le personnel devrait être au courant des dangers éventuels associés à l'échantillonnage de l'eau. Ces dangers comprennent notamment les forts courants d'eau, le substrat glissant, les racines ou les objets pointus qui peuvent entraîner une chute ou causer d'autres blessures. Parmi les autres risques, mentionnons l'utilisation d'objets lourds sur les embarcations; la présence, sur certains échantillonneurs, de dispositifs de « déclenchement » susceptibles de s'enclencher brusquement (infligeant des blessures aux opérateurs); les dangers en surplomb venant des treuils ou d'autre équipement utilisé sur l'embarcation. Si on procède à un échantillonnage en eau plus profonde que trois pieds, le personnel chargé de l'échantillonnage doit porter des dispositifs de flottaison¹³.
 - Vérifier le bon fonctionnement et l'intégrité du matériel de protection individuelle, incluant les appareils respiratoires et les filtres.

¹³ Le ministère des Pêches et Océans et d'autres organismes ont parfois leurs propres règles de sécurité en milieu de travail, notamment des règles à respecter pour le travail sur l'eau ou à proximité. Les règles de sécurité à respecter pour chaque projet doivent faire l'objet de recherches, puis être consignées dans le plan de santé et sécurité.

Prélèvement d'échantillons ponctuels de sédiments de surface et de subsurface

- Il faut comprendre les exigences physiques requises pour exploiter adéquatement l'équipement d'échantillonnage sur le terrain (p. ex. le treuil) et planifier les activités en conséquence.
 - Prévoir le port de casques de protection, de gants et de chaussures à embout d'acier au travail s'il y a risque de blessures à la tête, aux mains ou aux pieds.
 - Remettre un plan topographique et un plan concernant le bateau (si nécessaire) à un superviseur qui se trouve sur la terre ferme.
 - Le prélèvement d'échantillons dans des conditions extrêmement chaudes et humides est associé à un risque de déshydratation et de coup de chaleur. Par temps chaud, les membres de l'équipe d'échantillonnage doivent donc transporter une quantité suffisante d'eau ou d'autres liquides afin de se protéger contre la déshydratation.
- Réserver, commander et emballer tout le matériel nécessaire.
- Obtenir et préparer le matériel d'échantillonnage et d'entreposage, les contenant à échantillons, les matériaux et les documents nécessaires.
 - Par souci d'efficacité et pour diminuer les activités de décontamination sur le terrain, il faudrait nettoyer et décontaminer tout le matériel d'échantillonnage au laboratoire ou au bureau de terrain avant de se rendre au site d'échantillonnage. Si possible, il faudrait disposer d'un équipement complet nettoyé et décontaminé pour chaque site d'échantillonnage.
 - Si nécessaire, réserver une embarcation et prendre des dispositions pour avoir un conducteur qualifié.
 - Préparer un carnet de terrain pour documenter toutes les activités liées à l'échantillonnage sur le terrain. Parmi les renseignements à inscrire, il y a les conditions atmosphériques, les progrès vers l'atteinte des objectifs d'échantillonnage, les dérogations au plan d'échantillonnage faites sur le terrain, les numéros d'identification des échantillons tels qu'indiqués sur les formulaires de chaîne de conservation du laboratoire, les observations sur les échantillons, les agents de conservation utilisés et le protocole d'expédition.
- S'il faut pénétrer dans une propriété privée, en obtenir la permission par écrit des propriétaires.
- Obtenir une attestation de compétence en premiers soins/RCR ainsi qu'une formation convenable en matière de sécurité pour tout le personnel sur le terrain.

- Avant de partir pour procéder à l'échantillonnage sur le terrain, il faudrait obtenir les prévisions météorologiques et/ou les rapports sur les conditions maritimes. Si les conditions sont mauvaises, il faut reporter la mission.

Pour un échantillonnage sécuritaire en hiver

En hiver, l'échantillonnage présente des dangers supplémentaires. Agir toujours avec prudence sur la glace. Ne pas prendre de risque inutile.

Vérifier l'épaisseur de la glace à l'aide d'une perche ou d'un ciseau à glace à chaque intervalle de quelques pas (la glace devrait être d'au moins 8 cm d'épaisseur). Avoir recours au système de surveillance mutuelle et transporter un câble d'une certaine longueur (avec un harnais attaché autour de votre taille) à utiliser comme cordage de sécurité. Éviter la glace structurée en nid d'abeille et les zones au-dessus de rapides. Il faut être conscient que la glace en aval des piliers d'un pont et/ou de décharges d'eau peut être mince en raison du régime de débit modifié et des agents de déglacage.

IMPORTANT : Ne jamais compromettre sa sécurité ou celle d'un collègue sur le terrain pour prélever un échantillon. Toujours faire preuve de prévoyance pour éviter les dangers de chute et de noyade. Toujours porter l'équipement de sécurité approprié comme un dispositif de flottaison. Quand on utilise des treuils, des câbles et des dispositifs apparentés, il est important de porter des gants, un casque, des lunettes de sécurité et des bottes à embout d'acier. La personne qui conduit une embarcation destinée au transport ou à l'échantillonnage doit être qualifiée et effectuer des manœuvres conformes à toutes les exigences des lois fédérales et provinciales.

Prélèvement d'échantillons

- 1) Choisir un point d'échantillonnage de sédiments, en marquer l'emplacement (p. ex. au moyen d'un piquet ou d'un poteau) si possible et procéder à une géolocalisation (c.-à-d. par GPS) et/ou à des mesures manuelles pour connaître l'emplacement physique à des fins de cartographie et de modélisation du site. Noter la profondeur de l'eau à chaque station.
- 2) S'il faut aussi prélever des échantillons d'eau de surface à chaque emplacement, les prélever avant de prélever les échantillons de sédiments en prenant soin de ne pas perturber la couche sédimentaire.
- 3) Si c'est nécessaire, avant de prélever des sédiments à chaque emplacement, mesurer la qualité de l'eau à l'aide d'un appareil de mesure multiparamètre, près de la couche sédimentaire (p. ex. à environ un mètre au-dessus de celle-ci), en prenant soin de ne pas perturber la couche de sédiments.

- 4) Afin de minimiser le risque de contamination croisée due à des sédiments en suspension, commencer l'échantillonnage à l'emplacement le plus en aval puis remonter progressivement vers l'amont. Se placer face au courant et approcher de l'emplacement à partir de l'aval. Dans les eaux statiques, échantillonner en dernier les zones où on soupçonne la présence de fortes concentrations de contaminants. Pour réduire le risque de contamination croisée, il faut d'abord prélever des échantillons aux endroits où on prévoit mesurer les plus faibles concentrations de contaminants, puis aux endroits où on prévoit obtenir les plus fortes concentrations, particulièrement si on doit réutiliser l'une ou l'autre des composantes de l'équipement d'échantillonnage.
- 5) Prendre des précautions pour éviter de perturber les sédiments (p. ex. par le souffle de l'hélice) avant l'échantillonnage.
- 6) Porter des vêtements de protection individuelle dans toutes les zones d'exposition potentielles (p. ex. gants, cuissardes et lunettes de protection). On doit inscrire avec précision dans les notes de terrain tous les renseignements concernant l'activité d'échantillonnage et prendre les photographies nécessaires pour appuyer la préparation subséquente du rapport d'échantillonnage.

Utilisation/déploiement de l'échantillonneur pour le prélèvement d'échantillons de sédiments – eaux peu profondes

Prélever un échantillon ponctuel de sédiments de surface (c.-à-d. généralement de 0 à 10 cm) en utilisant une pelle d'échantillonnage (ou l'équivalent), un tube de prélèvement ou un échantillonneur mécanique comme suit :

- 1) Avec la pelle d'échantillonnage, prélever un échantillon en prenant une partie des sédiments de surface et en minimisant le plus possible la perte de sédiments fins.
- 2) Avec le tube de prélèvement, pousser doucement le tube dans les sédiments jusqu'à la profondeur désirée. Les méthodes pour retenir les sédiments sont décrites ci-dessus dans le présent MOR. Extraire lentement le tube des sédiments.
- 3) Avec l'échantillonneur mécanique, descendre l'échantillonneur jusqu'aux sédiments de surface et déclencher automatiquement (p. ex. messenger) ou manuellement sa fermeture. Les échantillonneurs mécaniques peuvent également servir à prélever des échantillons de subsurface (c.-à-d. à des profondeurs de plus de 10 cm); consulter l'annexe 10-1 du volume 1 pour connaître les détails (volume et profondeur) sur les échantillons de sédiments que peuvent prélever les différents appareils d'échantillonnage de sédiments.

Utilisation/déploiement de l'échantillonneur pour le prélèvement d'échantillons de sédiments – eaux profondes

- 1) Préparer l'échantillonneur pour son déploiement, entre autres en vérifiant que le dispositif d'échantillonnage est bien décontaminé et fonctionne convenablement (consulter l'annexe 10-1 du volume 1 pour sélectionner l'équipement de prélèvement des échantillons de sédiments de subsurface).
- 2) Descendre l'échantillonneur à la surface des sédiments en s'assurant qu'il repose à plat. À défaut qu'une caméra ou qu'un plongeur puisse vérifier que l'échantillonneur est à plat, on augmente la probabilité qu'il le soit en veillant à ce que le câble soit aussi vertical que possible.
- 3) Activer le dispositif afin de fermer complètement l'échantillonneur et le retirer de l'eau. Vérifier la fermeture complète des mâchoires ou du dispositif d'échantillonnage lorsque l'échantillonneur atteint la surface (en le laissant le plus horizontal possible). Des obstructions (p. ex. pierres et/ou corps étrangers) peuvent nuire à la fermeture de l'appareil d'échantillonnage. Si on ne peut s'assurer de la fermeture avant de remonter l'échantillon à la surface, on doit déterminer si l'échantillon est acceptable en inspectant l'appareil dès qu'il est récupéré (vérifier si la trappe est complètement fermée; la présence de sédiments à grains fins à la surface est une bonne indication qu'il n'y a pas eu de lessivage). S'il est inacceptable, mettre l'échantillon de côté pour élimination ultérieure et redéployer le dispositif d'échantillonnage. Il est important de ne pas rejeter l'échantillon dans l'eau avant d'avoir terminé l'échantillonnage afin de réduire au minimum la contamination des échantillons subséquents. Si l'échantillon est acceptable, verser, décanter ou siphonner l'eau excédentaire hors du dispositif d'échantillonnage. Il faudrait s'efforcer de réduire au minimum la perte de matières à grains fins de la surface des sédiments.
- 4) Si des échantillons composites sont prélevés à un endroit donné, le conducteur du bateau doit tout faire pour retourner au même endroit, dans un rayon de 5 m de l'emplacement ciblé et géocodé original.

Prélèvement d'échantillons (suite)

- 7) Pour échantillonner des COV ou d'autres analytes ou paramètres sensibles aux changements dans des conditions de réduction-oxydation ou sensibles à une manipulation excessive (p. ex. sulfure acide volatil/métaux extraits simultanément [SAV/MES] et tests de toxicité), placer directement l'échantillon de sédiments à partir de la pelle ou de l'appareil d'échantillonnage dans le contenant à échantillon en limitant le plus possible la perturbation.
- 8) Les échantillons prélevés pour une analyse des COV peuvent être conservés une fois au laboratoire si on utilise des contenants appropriés et qu'on respecte

des temps de conservation stricts; ils peuvent également être conservés sur le terrain à l'aide de méthanol ou de bisulfate de sodium (extraire environ 5 g de sédiments dans une fiole d'échantillonnage contenant l'agent de conservation). Il est également possible de prélever des échantillons dans des contenants hermétiquement fermés en utilisant des dispositifs d'échantillonnage appropriés. Il est conseillé de solliciter l'aide du laboratoire d'analyse avant de prélever ces échantillons. L'objectif général est de réduire au minimum la perte de COV due à la volatilisation.

- 9) Pour l'échantillonnage composite seulement :
 - i) Retirer l'échantillon (ou une portion de l'échantillon d'un intervalle de profondeur désigné) du dispositif d'échantillonnage et le placer dans un bol ou un bac inerte.
 - ii) Si nécessaire, prélever d'autres échantillons ponctuels de sédiments pour obtenir le volume d'échantillons nécessaire du point d'échantillonnage (environ cinq ou six échantillons, si possible) et vider chaque échantillon ponctuel dans le bol ou le bac. Les échantillons composites ne peuvent pas servir à l'analyse des COV.
- 10) Dans la mesure du possible, enlever tous les matériaux sédimentaires visibles qui ne sont pas représentatifs (p. ex. brindilles, coquillages, feuilles, pierres, copeaux de bois et végétation). En général, une taille de particule de 2 millimètres (mm) ou moins sert de base pour différencier les matériaux sédimentaires des matériaux non sédimentaires (USEPA, 2001). Plus important encore, l'objectif est de prélever des sédiments représentatifs de la zone d'étude. Incrire dans le carnet de terrain tous les matériaux non représentatifs enlevés.
- 11) Photographier l'échantillon de sédiments (et toute matière rejetée, p. ex. roches ou copeaux de bois) et inscrire le numéro de la photo dans le journal d'échantillonnage de sédiments.
- 12) Pour les échantillons composites seulement (si le mélange est fait sur le terrain), mélanger doucement chaque échantillon de carotte au moyen d'une pelle d'échantillonnage ou d'une cuillère jusqu'à ce que l'échantillon semble homogène; éviter de trop mélanger pour préserver le plus possible l'intégrité de l'échantillon.

IMPORTANT : Certaines substances chimiques et analyses sont sensibles au mélange actif qui est fait pour homogénéiser un échantillon composite. Par exemple, les COV se volatilisent si les sédiments sont trop manipulés. On ne devrait pas prélever, d'un échantillon composite, des sous-échantillons d'analytes qui sont sensibles aux conditions de réduction-oxydation, comme le sulfure acide volatil (SAV) et les métaux extraits simultanément (MES). Pour ces paramètres sensibles, il faudrait prélever des échantillons ponctuels. Placer directement l'échantillon de sédiments à partir de la pelle d'échantillonnage ou du dispositif d'échantillonnage dans le contenant à échantillon en créant le moins de perturbation possible. Ne pas homogénéiser. Pour les CPP qui ne sont habituellement pas sensibles au mélange, il est conseillé de mélanger l'échantillon seulement jusqu'à ce qu'il soit homogénéisé – éviter de trop mélanger l'échantillon.

- 13) Placer les sédiments homogénéisés dans des contenants à échantillons appropriés selon les protocoles applicables aux CPP. De manière générale, remplir les contenants à échantillons dans l'ordre suivant, à moins que le plan d'analyse et d'échantillonnage ne précise des CPP prioritaires (p. ex. le carbone organique est un élément essentiel de la conception/des objectifs de l'étude) :
 - a) les VOC;
 - b) les composés semi-volatils ou non volatils (p. ex. biphényles polychlorés [BPC]);
 - c) les substances inorganiques (c.-à-d. métaux);
 - d) les paramètres divers (p. ex. taille des particules et carbone organique).
- 14) Étiqueter chaque contenant en y apposant la date, l'heure de l'échantillonnage, le numéro d'identification de l'échantillon, les CPP, les initiales des préleveurs et la méthode de conservation (le cas échéant).
- 15) Inscrire les caractéristiques de l'échantillon et de son emplacement, y compris les caractéristiques lithologiques (couleur, texture, odeur); le contenu anoxique; la présence d'un reflet et/ou de débris; la date, l'heure et le nom de la personne qui inscrit l'échantillon; le numéro et les coordonnées du point d'échantillonnage; la désignation du projet; la profondeur relative de l'eau et l'altitude de la surface; l'estimation de la pénétration des sédiments; l'intervalle de profondeur des échantillons de sédiments; le pourcentage de récupération de l'échantillon; divers commentaires (problèmes au moment de l'échantillonnage et/ou les raisons pour lesquelles on a exclu des zones de l'échantillonnage).
- 16) Si on soupçonne la présence de concentrations élevées de produits chimiques dans certains échantillons, ceux-ci devraient être entreposés séparément des

échantillons censés contenir des produits chimiques à l'état de trace. Il convient d'entreposer les échantillons de référence dans des boîtes isolantes séparées, prévues à cet effet.

- 17) Suivre les procédures appropriées en ce qui concerne la conservation des échantillons, les conditions d'entreposage (c.-à-d. température d'entreposage supérieure à 0 °C, mais inférieure ou égale à 6 °C), à la chaîne de conservation et à l'expédition. Se reporter aux plans d'échantillonnage applicables pour vérifier s'il existe des procédures d'entreposage ou de transport particulières (p. ex. sensibilité à la lumière ou entreposage vertical).
- 18) Si c'est pertinent et utile, photographier chaque point d'échantillonnage et inscrire le numéro de la photographie dans le carnet de terrain (cette étape peut ne pas être requise dans le cas des sites d'échantillonnage situés dans de grands lacs ou dans l'environnement marin).
- 19) Nettoyer et décontaminer tous les appareils d'échantillonnage et le matériel de soutien réutilisables qui peuvent s'être trouvés en contact avec l'échantillon entre chaque point d'échantillonnage. Généralement, un détergent surfactant doux suffit. Si des métaux organiques ou d'autres CPP inorganiques sont présents, il faut, pour une décontamination convenable, une solution de lavage d'acide nitrique à 10 %. Si on s'inquiète de la présence de CPP organiques, il faut procéder à un lavage à l'acétone et à un rinçage à l'eau. Remarque : Ne pas nettoyer les dispositifs d'échantillonnage en plastique ou en polychlorure de vinyle avec de l'acétone ou d'autres solvants organiques qui risquent de modifier l'intégrité structurelle du dispositif.
- 20) Dans les notes de terrain, consigner avec précision tous les renseignements concernant l'activité d'échantillonnage en vue de l'établissement subséquent du rapport d'échantillonnage.

<p>IMPORTANT : S'il reste un résidu huileux ou goudronneux après le lavage effectué avec une solution de détergent surfactant et d'eau désionisée, laver minutieusement le matériel avec un solvant organique (méthanol, acétone, hexane, etc.) en utilisant une brosse distincte pour enlever toute matière particulaire ou particule de surface. Recueillir l'eau de rinçage pour l'éliminer convenablement.</p>

BIBLIOGRAPHIE

- Clark, M.J.R. (éd.). 2003. *British Columbia Field Sampling Manual*. Water, Air and Climate Change Branch, Ministry of Water, Land, and Air Protection, Victoria, BC, Canada. 312 p.
- Florida Department of Environmental Protection. 2009. *Status and Temporal Variability Monitoring Networks Sampling Manual*, Sediment Sampling Section, Tallahassee, Florida, janvier.
- Ministère de l'Environnement et de l'Énergie de l'Ontario. 1996. *Guidance on Sampling and Analytical Methods for Use at Contaminated Sites in Ontario*, Direction de l'élaboration des normes, décembre.
- U.S. Environmental Protection Agency. 1995. *Superfund Program Representative Sampling Guidance, Volume 5: Water and Sediment Part 1: Surface Water and Sediment*, Office of Emergency and Remedial Response Office of Solid Waste and Emergency Response, décembre. Rapport final intérimaire.
- U.S. Environmental Protection Agency. 2001. *Methods for Collection, Storage and Manipulation of Sediments for Chemical and Toxicological Analyses: Technical Manual*, Office of Water. Washington, DC, octobre. EPA-823-B-01-002.
- U.S. Environmental Protection Agency. 2014. *Operating Procedure for Sediment Sampling*, Region 4, U.S. Environmental Protection Agency, Science and Ecosystem Support Division, Athens, Georgia, 21 août 2014. SESDPROC-200-R3. Internet : <http://www.epa.gov/region4/sesd/fbqstp/>.
- U.S. Navy (Department of the Navy, U.S.A.). 1997. *Navy Environmental Compliance Sampling and Field Testing Procedures*. NAVSEA T0300-AZ-PRO-010.

MODE OPÉRATOIRE RECOMMANDÉ NOMBRE 11: PRÉLÈVEMENT DE CAROTTES DE SÉDIMENTS

- PORTÉE** Le présent mode opératoire recommandé (MOR) recommande des méthodes de prélèvement de carottes de sédiments pour assurer le contrôle de la qualité des activités effectuées sur le terrain et l'uniformité entre les équipes sur le terrain. On recommande l'utilisation de carottiers pour les programmes d'échantillonnage dans le cadre desquels il est essentiel de maintenir l'intégrité du profil de sédiments et d'obtenir de l'information concernant la distribution verticale des paramètres sélectionnés. Des renseignements additionnels sur le prélèvement de carottes de sédiments figurent au chapitre 10 du volume 1 du *Guide sur la caractérisation environnementale des sites dans le cadre de l'évaluation des risques pour l'environnement et la santé humaine* (volume intitulé *Orientations*). Pour de plus amples renseignements, consulter également la section 7 du *Manuel des protocoles d'échantillonnage pour l'analyse de la qualité de l'eau au Canada* (http://www.ccme.ca/files/Resources/fr_water/protocols_document_f_final_1.0.pdf).
- APPLICATION** Le présent MOR décrit les méthodes à employer pour prélever des carottes de sédiments destinées au profilage de dépôts de sédiments et à la réalisation d'analyses physiques et chimiques à l'appui de l'évaluation des risques pour la santé humaine et des risques écologiques. Les méthodes conçues et utilisées pour l'échantillonnage de vastes plans d'eau douce sont, dans la plupart des cas, également applicables à l'échantillonnage de l'eau de mer. Il est cependant important de bien considérer les facteurs temps et accessibilité en raison de la fluctuation des marées.
- QUAND?** Dans le cadre de l'évaluation des risques, les carottes de sédiments sont généralement prélevées aux fins suivantes :
- 1) échantillonner des sédiments pour l'évaluation verticale des caractéristiques des sédiments et la distribution des contaminants potentiellement préoccupants (CPP);
 - 2) caractériser les concentrations passées de CPP dans le lit de sédiments;
 - 3) comprendre les processus de sédimentation qui peuvent modifier les trajectoires de migration et d'exposition dans l'évaluation des risques pour la santé humaine et des risques écologiques.
- POURQUOI?** Les appareils de carottage prélèvent des colonnes verticales de sédiments. Par rapport aux échantillonneurs ponctuels, les appareils de carottage produisent un minimum de turbulence dans l'eau pendant la descente (United States Environmental Protection Agency [USEPA], 2001). Ainsi, les carottiers perturbent très peu les particules fines et substances chimiques à l'interface sédiment-eau. Il est relativement simple de traiter les carottes depuis une embarcation ou depuis la rive, car les carottes de sédiments sont prélevées dans des gaines qui sont bouchées et qu'on peut livrer directement au laboratoire

pour analyse. Au moment du transport de ces carottes, il faut faire très attention de ne pas perturber les sédiments. Si ce n'est pas possible à cause de la finesse des sédiments, il faudra traiter les carottes sur le terrain, immédiatement après leur prélèvement. Le carottage de sédiments est utile pour conserver la superposition des couches de sédiments afin d'obtenir le profil passé du dépôt de sédiments. On peut donc procéder au carottage pour évaluer les progrès effectués par rapport aux exigences en matière d'assainissement dans le cas d'une restauration naturelle contrôlée. Les données sur le carottage des sédiments peuvent aussi être utilisées pour évaluer les problèmes qui pourraient surgir si des sédiments plus profonds sont perturbés et mélangés aux sédiments de surface. De plus, on peut utiliser les carottes aux endroits où il est important de conserver un milieu dépourvu d'oxygène parce que la conception à cellule close de l'échantillonneur restreint efficacement l'échange d'oxygène (USEPA, 2001). L'inconvénient des appareils de carottage est qu'ils fournissent un volume restreint d'échantillons et que de nombreuses carottes peuvent être nécessaires pour obtenir le volume de sédiments exigé pour l'analyse.

COMMENT? En général, les carottiers se répartissent en trois grandes catégories : les carottiers par gravité, les carottiers à piston et les carottiers à vibration. On peut prélever des carottes en recourant à diverses méthodes. Le choix de la méthode repose sur la profondeur de l'eau, les caractéristiques des sédiments (p. ex. taille des particules) et la longueur de la carotte à prélever.

TYPES **Carottier par gravité :** Ce type d'échantillonneur utilise la force gravitationnelle pour pénétrer les sédiments. De façon générale, le carottage par gravité pénètre plus profondément dans les sédiments quand l'appareil est lourd et que la profondeur de l'eau est suffisante pour atteindre la vitesse nécessaire. Il faut établir un équilibre entre le poids du carotteur, la vitesse de descente du carotteur et le type de sédiment. Dans les sédiments mous et fins, les carottiers par gravité peuvent atteindre des profondeurs de 3 mètres (m) (USEPA, 2001). Le carottier à boîte est un des carottiers par gravité les plus couramment utilisés. Quand on s'en sert convenablement, le carottier à boîte peut obtenir des échantillons de sédiments non perturbés de l'interface sédiment-eau (USEPA, 2001). Il existe toute une gamme de matériaux remplaçables pour la gaine interne, notamment en acier inoxydable, en verre, en Téflon^{MD}, en polychlorure de vinyle (PVC) ou en acier au carbone, selon le type d'analyses et les CPP ciblés. Pour empêcher toute contamination croisée, le choix des gaines doit être fait avant l'échantillonnage.

L'utilisation d'un clapet de retenue par gravité avec le carottier par gravité de type Benthos permet à l'air et à l'eau de passer à travers le tube pendant la descente. Le clapet de retenue se referme pour générer une pression négative derrière l'échantillon pendant qu'on l'extrait du substrat. La dépression permet de bien retenir la carotte de sédiments à l'intérieur tout en limitant au minimum la perte d'échantillon au moment du retrait (CCME, 1993; USEPA, 2001). On peut recourir à un piston plutôt qu'à un clapet de retenue, mais ceci ne permet

pas à l'eau de passer à travers l'échantillon pendant la descente. En outre, l'utilisation d'un extracteur de carottes au bout du carottier peut également contribuer à retenir la carotte à l'intérieur de la gaine pour éviter une perte d'échantillon.

Carottier à piston : On utilise les carottiers à piston dans des sédiments mous et fins afin de prélever des carottes de sédiments pouvant atteindre 30 m de profondeur (CCME, 1993). Comme les carottiers par gravité, les carottiers à piston sont abaissés à la surface des sédiments par la force gravitationnelle. Cependant, le piston, situé à l'intérieur du tube carottier, s'arrête à l'interface sédiment-eau pour éviter de perturber les sédiments. À mesure que le tube carottier pénètre les sédiments, le piston crée un vide, diminuant ainsi la résistance à la pénétration du tube dans le sédiment et remplissant l'espace vide du tube carottier (CCME, 1993). Ainsi, la probabilité que l'échantillon soit perturbé ou comprimé est réduite, et l'échantillonneur peut atteindre des profondeurs de sédiments relativement plus grandes. En raison de leur taille, de leur poids et des exigences liées aux mécanismes de récupération, on déploie habituellement ce type d'échantillonneur à partir d'un grand bateau ou d'une plateforme.

Carottier à vibration : Cet appareil minimise le compactage ou l'étalement lorsqu'on échantillonne des sédiments mous ou peu consolidés. Un moteur électrique crée une gamme de vibrations qui permettent au tube carottier de déplacer les sédiments et de progresser en provoquant un minimum de compactage. Le carottier à vibration peut prélever des carottes de 10 m ou plus de longueur (USEPA, 2001). Vu le poids de cet échantillonneur, il faut habituellement une grande embarcation pour le transporter, le déployer et le retirer des sédiments.

On trouvera des renseignements supplémentaires sur les méthodes d'échantillonnage des sédiments dans les documents de l'USEPA (1995; 2001; 2014), de l'USEPA (2007), de Clark (2003), du MEEQ (1996) et de la U.S. Navy (1997), de même que dans la section sur l'échantillonnage des sédiments du document du Florida Department of Environmental Protection (2009).

Renseignements essentiels

Selon la mollesse des sédiments, les carottes prélevées peuvent contenir des sédiments qui se sont étalés ou compactés au passage de l'appareil de carottage dans les sédiments. L'étalement (qui se produit quand les sédiments subissent une poussée latérale) et le compactage (qui se produit quand les sédiments sont poussés vers le bas pendant la descente du tube carottier) modifient tous deux l'intégrité physique de la carotte. Pour obtenir de plus amples renseignements sur l'étalement et le compactage, consulter l'Operating Procedure for Sediment Sampling (USEPA, 2014).

PRÉLÈVEMENT Le carottage peut être inefficace si l'appareil de carottage comprime l'échantillon, ce qui produit un volume d'échantillon insuffisant. Le problème dépend beaucoup du diamètre du tube carottier et de la composition des sédiments. En conséquence, le diamètre de l'appareil de carottage est déterminé par le type de substrat à échantillonner. Par exemple, si les sédiments ont une forte teneur en argile, l'utilisation d'un tube carottier de grand diamètre permettrait de prélever l'échantillon en le compactant au minimum. En revanche, si les sédiments sont essentiellement composés de sable et de matières meubles, il sera peut-être nécessaire d'utiliser un tube carottier de diamètre plus petit pour prévenir la perte d'échantillon. Même si la longueur du tube peut varier, le tube mesure généralement au moins 25 centimètres (cm) de plus que la carotte de sédiment qu'on désire obtenir.

IMPORTANT : Avant de commencer l'échantillonnage, consulter le laboratoire d'analyse au sujet des exigences à satisfaire en ce qui concerne le volume des échantillons, les temps de conservation, la sensibilité à la lumière, la température (p. ex. échantillons congelés ou refroidis), le transport (p. ex. intégrité horizontale) et la conservation. Concevoir un plan d'échantillonnage et d'analyse qui précise les temps de conservation des CPP, de même que les mesures recommandées pour éviter le dépassement des temps de conservation. Les méthodes d'échantillonnage, de traitement et d'expédition à utiliser pour les analytes dotés de temps de conservation courts peuvent déterminer certains aspects de la logistique sur le terrain.

LISTE DE CONTRÔLE POUR L'ÉCHANTILLONNAGE

Liste de contrôle de l'équipement

- Carottier par gravité, à piston ou à vibration.
- Tube de siphonnement.
- Gaine constituée d'un matériau approprié pour les CPP.
- Extracteur de carotte de type panier.
- Bouchons de gaine.
- Outil ou couteau pour couper la carotte.
- Pelles ou cuillères d'échantillonnage jetables en acier inoxydable ou en Téflon (c.-à-d. une matière compatible avec le CPP pour éviter la contamination de l'échantillon).
- Bols/bacs en acier inoxydable ou en verre, ou bacs en aluminium jetables.

MOR n° 11
Prélèvement de carottes de sédiments

- Contenants certifiés prénettoyés avec étiquettes.
- Glacière, matériel d'emballage et blocs réfrigérants (pour conserver les échantillons à une température ≤ 10 °C [mais supérieure au point de congélation] pendant le transport).
- Contenant pour le prélèvement et le transport des carottes.
- Cartes du site et cartes connexes.
- Journaux d'échantillonnage des sédiments.
- Stylos/crayons marqueurs à l'épreuve de l'eau.
- Gants non poudrés type nitrile.
- Ruban à mesurer.
- Appareil de mesure multiparamètre de la qualité de l'eau (si nécessaire).
- Système de positionnement global (GPS).
- Carte bathymétrique (description détaillée du terrain submergé) ou cartes nautiques (essentiellement pour une navigation sécuritaire), s'il y a lieu.
- Carnet de terrain.
- Appareil-photo.
- Bateau ou plateforme d'échantillonnage.
- Treuil ou appareil d'extraction d'échantillons (pour échantillonner en eau profonde ou pour utiliser avec de lourds dispositifs d'échantillonnage comme le Ponar, l'Ekman, le Shipek ou le van Veen).
- Dispositif de flottaison pour chaque membre du personnel.
- Trousse de premiers soins.
- Équipement de protection individuel.
- Matériel de décontamination, y compris des seaux, des brosses, du détergent surfactant et/ou des solvants organiques et un dispositif de confinement approprié pour l'eau de lavage.
- Plan du programme d'assurance de la qualité.
- Plan d'échantillonnage et d'analyse.

- Plan de santé et sécurité.

Considérations sur le matériel d'échantillonnage et les contenants à échantillons

Il faut tenir compte des matériaux qui peuvent entrer en contact avec l'échantillon de sédiments pendant le prélèvement (c.-à-d. le matériel d'échantillonnage, les contenants) et les traiter avec soin afin de réduire le plus possible le risque de contamination croisée ou d'altération de l'intégrité de l'échantillon. Par exemple, les contenants en plastique ou le matériel d'échantillonnage en métal peuvent constituer des sources de substances organiques et de métaux à l'état de trace, respectivement. De façon générale, on devrait se servir, pour le prélèvement d'échantillons de qualité, de matériaux relativement non réactifs (inertes) – verre, acier inoxydable et Téflon^{MD}. Normalement, les laboratoires fournissent des contenants à échantillons appropriés, prénettoyés. Il est essentiel de décontaminer et de nettoyer convenablement le matériel d'échantillonnage entre chaque utilisation, en particulier les tubes de carottage (gaine), pour empêcher toute contamination croisée.

Planification et préparation

- Passer en revue les renseignements propres au site, comme les modèles régionaux d'utilisation des terres; la topologie et la topographie du site; les renseignements généraux sur le bassin versant; les plans d'eau présents; la profondeur de l'eau; la répartition, l'épaisseur et le type de sédiments; la nature du rivage; les sources potentielles de contaminants au large et sur la rive; les habitats écologiques et les composantes valorisées de l'écosystème (CVE); l'usage de la zone d'étude pour la pêche, la récolte de crustacés et la navigation de plaisance ou les loisirs; l'utilisation actuelle et prévue de l'eau.
- Procéder à une reconnaissance du site pour aider à établir le plan du programme d'assurance de la qualité, le plan d'échantillonnage et d'analyse ainsi que le plan de santé et sécurité.

IMPORTANT : Avant de commencer l'échantillonnage, examiner la logistique sur le terrain – identifier les activités qui doivent être réalisées à bord de l'embarcation ou immédiatement sur le terrain par rapport à celles qui pourraient être effectuées plus tard sur terre, dans un laboratoire ou au bureau. Il est souvent plus prudent et plus efficace de conserver les échantillons sur le terrain, puis de les trier dans une roulotte de chantier ou au laboratoire.

- Établir le plan du programme d'assurance de la qualité.
 - Définir et préciser les objectifs en matière de qualité des données, y compris les types précis d'échantillons d'assurance et de contrôle de la qualité (AQ/CQ) nécessaires pour satisfaire à ces objectifs en matière de qualité des données.

- Déterminer les échantillons de contrôle de la qualité qui seront prélevés sur le terrain pour le projet, incluant des échantillons en duplicata, les blancs de terrain, les blancs d'équipement et les blancs de transport, puis en planifier le prélèvement.
 - Pour évaluer la variabilité des points d'échantillonnage, il convient généralement de prélever des duplicata à un taux de 10 %.
- Établir le plan d'échantillonnage et d'analyse.
- Dans la mesure du possible, définir clairement les limites de la zone d'étude afin de restreindre la zone d'échantillonnage et sélectionner les emplacements d'échantillonnage géocodés dans la zone d'étude. Puis, choisir des zones de référence qui correspondent bien à la zone d'étude et dont les conditions d'habitat sont semblables. Dans les systèmes lotiques (eaux courantes), la zone de référence est souvent située immédiatement en amont de la zone d'étude, hors de l'influence du site. Dans les systèmes lentiques (eaux statiques), il faudrait choisir un ou des plans d'eau à l'intérieur du même bassin versant, mais hors de la zone d'influence. Le mode de sélection et l'objet de chaque site de référence doivent être clairement énoncés.
 - Identifier les CPP et choisir les méthodes d'échantillonnage et d'analyse ainsi que le matériel en se fondant sur les conditions propres au site et sur les objectifs liés à la qualité des données.
 - Déterminer le volume minimal par échantillon ou par échantillon composite nécessaire aux analyses chimiques.
 - Définir la stratégie d'échantillonnage des sédiments. Parmi les éléments à définir dans le cadre du plan d'échantillonnage et d'analyse figurent les marées et l'accessibilité aux sédiments, les points d'échantillonnage, le nombre d'échantillons (p. ex. échantillons uniques ou en duplicata; échantillons ponctuels ou composites) et le volume d'échantillons à prélever pour chaque point d'échantillonnage. Le chapitre 10 du volume 1 (*Orientations*) fournit des renseignements additionnels sur ces aspects de l'échantillonnage des sédiments.
 - Passer en revue les caractéristiques et les types d'habitats de la zone d'étude et dessiner une carte des points d'échantillonnage qui fournit une couverture représentative.
 - Déterminer les méthodes de prélèvement, de traitement et d'expédition des échantillons en consultation avec le laboratoire d'analyse.

IMPORTANT : Avant de procéder à l'échantillonnage, consulter le laboratoire d'analyse à propos des exigences relatives au volume et à la conservation des échantillons, y compris les temps de conservation. Élaborer un plan d'échantillonnage et d'analyse énonçant précisément les pratiques qui seront utilisées pour empêcher le dépassement des temps de conservation fixés. Le plan d'échantillonnage et d'analyse devrait préciser le temps de conservation pour chaque CPP, surtout pour les CPP dont les temps de conservation, courts, peuvent déterminer certains aspects de la logistique sur le terrain. Collaborer avec le laboratoire en ce qui a trait aux méthodes d'expédition et au traitement.

- Tenir compte des procédures relatives à la décontamination du matériel. Dans la mesure du possible, utiliser des dispositifs d'échantillonnage jetables afin d'éliminer le risque de contamination croisée entre les points d'échantillonnage. En ce qui concerne les appareils qui seront réutilisés, le plan d'échantillonnage et d'analyse devrait énoncer avec précision les méthodes convenables de décontamination sur le terrain. Ces méthodes, qui varient selon les CPP, devraient être confirmées avec le laboratoire d'analyse avant l'échantillonnage. Tous les matériaux provenant de la décontamination (p. ex. eau de lavage) doivent être recueillis et éliminés de façon convenable.
 - Dresser la liste de l'équipement, des fournitures et des procédures liés à l'étiquetage, la conservation, la décontamination, la manipulation et l'expédition des échantillons.
- Établir le plan de santé et sécurité (y compris le plan d'urgence).
- Déterminer les exigences en matière de sécurité précisément associées aux besoins d'échantillonnage et planifier en conséquence. Ces exigences sont déterminées en fonction de ce qui suit : les caractéristiques de la zone d'étude, les CPP et les précautions prises pour la santé et la sécurité individuelles (p. ex. dispositifs de flottaison et autres articles pour la sécurité sur les bateaux, le cas échéant, vêtements et gants résistant aux produits chimiques, dispositifs de protection des voies respiratoires, dispositifs de protection des oreilles et des yeux, etc.).
 - Les exigences du plan de santé et sécurité, y compris les exigences concernant le matériel de protection individuelle (p. ex. vêtements et gants résistant aux produits chimiques, dispositifs de protection des voies respiratoires, casques de protection, dispositifs de protection des oreilles et des yeux, etc.), se fondent sur les caractéristiques du site et les CPP. Tout le personnel devrait être au courant des dangers éventuels associés à l'échantillonnage des sédiments. Ces dangers comprennent notamment les forts courants d'eau, le substrat glissant, les racines ou les objets pointus qui peuvent entraîner une chute ou causer d'autres blessures. Parmi les autres risques, mentionnons l'utilisation d'objets lourds sur les embarcations; la présence, sur certains échantillonneurs, de dispositifs de « déclenchement » susceptibles de s'enclencher brusquement (infligeant

des blessures aux opérateurs); les dangers en surplomb venant des treuils ou d'autres dispositifs utilisés sur l'embarcation. Si l'échantillonnage se fait en eau plus profonde que trois pieds, le personnel chargé de l'échantillonnage doit porter des dispositifs de flottaison¹⁴.

- Vérifier le bon fonctionnement et l'intégrité du matériel de protection individuelle, incluant les appareils respiratoires et les filtres.
 - Prévoir le port de casques de protection, de gants et de chaussures à embout d'acier au travail s'il y a risque de blessures à la tête, aux mains ou aux pieds.
 - Remettre un plan topographique et un plan concernant le bateau (si nécessaire) à un superviseur qui se trouve sur la terre ferme.
 - Le prélèvement d'échantillons dans des conditions extrêmement chaudes et humides est associé à un risque de déshydratation et de coup de chaleur. Par temps chaud, les membres de l'équipe d'échantillonnage doivent donc transporter une quantité suffisante d'eau ou d'autres liquides afin de se protéger contre la déshydratation.
- Réserver, commander et emballer tout le matériel nécessaire.
- Obtenir et préparer le matériel d'échantillonnage et d'entreposage, les contenants d'échantillons, les matériaux et les documents nécessaires.
 - Par souci d'efficacité et pour diminuer les activités de décontamination sur le terrain, il convient de nettoyer et de décontaminer tout le matériel d'échantillonnage (p. ex. tubes de carottage) au laboratoire ou au bureau de terrain avant de se rendre au site d'échantillonnage. Si nécessaire, réserver une embarcation et prendre des dispositions pour avoir à bord un conducteur et un opérateur de treuil qualifiés.
 - Préparer un carnet de terrain pour y noter toutes les activités liées à l'échantillonnage sur le terrain. Parmi les renseignements à inscrire, il y a les conditions atmosphériques, les progrès vers l'atteinte des objectifs d'échantillonnage, les dérogations au plan d'échantillonnage faites sur le terrain, les numéros d'identification des échantillons tels qu'indiqués sur les formulaires de chaîne de conservation du laboratoire, les observations sur les échantillons (incluant la longueur de la carotte et l'identification d'un bouchon d'argile) et le protocole d'expédition.

¹⁴ Le ministère des Pêches et Océans et d'autres organismes ont parfois leurs propres règles de sécurité en milieu de travail, notamment des règles à respecter pour le travail sur l'eau ou à proximité. Les règles de sécurité à respecter pour chaque projet doivent faire l'objet de recherches, puis être consignées dans le plan de santé et sécurité.

- S'il faut pénétrer dans une propriété privée, en obtenir la permission par écrit des propriétaires.
- Obtenir une attestation de compétence en premiers soins/RCR ainsi qu'une formation convenable en matière de sécurité pour tout le personnel sur le terrain.
- Avant de partir pour procéder à l'échantillonnage sur le terrain, il faudrait obtenir les prévisions météorologiques et/ou les rapports sur les conditions maritimes. Si les conditions sont mauvaises, il faut reporter la mission.

Pour un échantillonnage sécuritaire en hiver

En hiver, l'échantillonnage présente des dangers supplémentaires. Agir toujours avec prudence sur la glace. Ne pas prendre de risque inutile.

Vérifier l'épaisseur de la glace à l'aide d'une perche ou d'un ciseau à glace à chaque intervalle de quelques pas (la glace devrait être d'au moins 8 cm d'épaisseur). Avoir recours au système de surveillance mutuelle et transporter un câble d'une certaine longueur (avec un harnais attaché autour de votre taille) à utiliser comme cordage de sécurité. Éviter la glace structurée en nid d'abeille et les zones au-dessus de rapides. Il faut être conscient que la glace en aval des piliers d'un pont et/ou de décharges d'eau peut être mince en raison du régime de débit modifié et des agents de déglacage.

Prélèvement d'échantillons

- 1) Choisir un point d'échantillonnage de sédiments et procéder à une géolocalisation (c.-à-d. par GPS) et/ou à des mesures manuelles pour connaître l'emplacement physique à des fins de cartographie et de modélisation du site. Quand on procède à une localisation par diagraphie pour le prélèvement de sédiments en eau profonde, on doit s'assurer de fixer un point de référence vertical, en particulier dans l'eau courante.
- 2) Si c'est nécessaire, avant de prélever des sédiments à chaque emplacement, inscrire les mesures de la qualité de l'eau à la surface, à mi-profondeur et à moins d'un mètre du fond à l'aide d'un appareil de mesure multiparamètre, en veillant à ne pas perturber la couche de sédiments (l'équipement requis pour obtenir ce type de données en eau profonde comportera ses propres défis).
- 3) Dans les eaux courantes, afin de réduire au minimum le risque de perturber les sédiments, commencer l'échantillonnage à l'emplacement le plus en aval puis remonter progressivement vers l'amont. Se placer face au courant et approcher de l'emplacement à partir de l'aval.
- 4) Prendre des précautions pour éviter de perturber les sédiments (p. ex. par le souffle de l'hélice) avant l'échantillonnage.

- 5) Porter des vêtements de protection individuelle dans toutes les zones d'exposition potentielles (p. ex. gants, cuissardes et lunettes de protection).
- 6) Préparer le dispositif de carottage de sédiments pour son déploiement en s'assurant que la décontamination et l'assemblage de l'appareil sont convenablement effectués.

IMPORTANT : Si la zone de recherche est mal connue, il peut être indiqué de procéder à des prélèvements de reconnaissance avant le déploiement de carotteurs de substrat intrusifs. On peut utiliser des bennes pour vérifier la nature du substrat et déterminer l'équipement et la technique de prélèvement appropriés.

- 7) Déployer l'appareil de carottage de sédiments selon les consignes d'utilisation du fabricant.
- 8) Retirer l'appareil de carottage des sédiments selon les consignes d'utilisation du fabricant pour l'appareil en question.
- 9) Placer immédiatement un bouchon au fond de la gaine du carottier pour empêcher la perte d'échantillons en maintenant la carotte dans une position quasi verticale pour conserver son intégrité. Aussitôt que l'appareil d'échantillonnage est retiré, il faut l'inspecter pour déterminer si l'échantillon est acceptable. S'il est inacceptable, mettre l'échantillon de côté pour élimination ultérieure et redéployer le dispositif d'échantillonnage. Il est important de ne pas rejeter l'échantillon dans l'eau avant d'avoir terminé l'échantillonnage pour réduire au minimum la contamination des échantillons subséquents. Si l'échantillon est acceptable, verser, décanter ou siphonner l'eau excédentaire hors du dispositif d'échantillonnage. Il faudrait s'efforcer de réduire au minimum la succion de matériaux fins ou de perturber l'intégrité de la partie supérieure de la carotte.
- 10) Au moyen d'une scie à métaux ou d'un appareil pour couper la carotte, enlever la portion supérieure (en trop) de la gaine de la carotte qui ne contient pas de sédiments. Si on utilise une scie à métaux, s'assurer qu'aucune retaille de plastique ne tombe dans la carotte.
- 11) Mettre un bouchon à l'extrémité supérieure de la gaine de la carotte.
- 12) Étiqueter chaque gaine de carotte en y apposant la date, le moment de l'échantillonnage, le numéro d'identification de l'échantillon, les CPP, la longueur de la carotte, les initiales des préleveurs et la méthode de conservation.
- 13) Préciser le point d'échantillonnage au moyen d'un GPS et/ou de mesures manuelles par rapport à un emplacement connu.
- 14) Bien qu'il soit préférable de traiter les carottes sur le terrain (voir étape suivante), si on envoie directement au laboratoire d'analyse les sédiments intacts, il faut

s'assurer que les deux extrémités de la gaine de la carotte sont bien scellées et que les carottes sont entreposées et/ou transportées, autant que possible, dans une position verticale. Documenter l'état de la carotte à l'aide de photographies et d'une description écrite. Le transport des carottes doit se faire très précautionneusement pour éviter de perturber (mélanger) les sédiments et de se retrouver avec un échantillon non représentatif du fond échantillonné.

- 15) Si les échantillons de sédiments sont traités sur le terrain, les extruder en respectant les instructions du fabricant pour le dispositif particulier ou ouvrir la gaine à l'aide d'une spatule ou d'un outil de découpage de carotte. Une procédure doit être en place pour cette opération. Photographier la carotte et inscrire le numéro de la photo dans le journal d'échantillons.
- 16) Extruder et retirer l'échantillon de sédiments approprié (ou une portion d'échantillon d'un intervalle de profondeur désigné) en utilisant une spatule ou une cuillère.

IMPORTANT : Certaines substances chimiques et analyses sont sensibles au mélange actif qui est fait pour homogénéiser un échantillon composite. Par exemple, les composés organiques volatils (COV) se volatilisent si le sédiment est trop manipulé. On ne devrait pas prélever, d'un échantillon composite, des sous-échantillons d'analytes qui sont sensibles aux conditions de réduction-oxydation, comme le sulfure acide volatil (SAV) et les métaux extraits simultanément (MES). Pour ces paramètres sensibles, il faudrait prélever des échantillons ponctuels. Placer directement l'échantillon de sédiments à partir de la pelle d'échantillonnage ou du dispositif d'échantillonnage dans le récipient à échantillon en minimisant autant que possible la perturbation. Ne pas homogénéiser. En ce qui concerne les CPP qui ne sont habituellement pas sensibles au mélange, c'est une bonne pratique que de mélanger l'échantillon seulement jusqu'à ce qu'il soit homogénéisé – éviter de trop mélanger l'échantillon.

- 17) Pour échantillonner des COV ou d'autres analytes ou paramètres sensibles aux changements dans des conditions de réduction-oxydation ou sensibles à une manipulation excessive (p. ex. sulfure acide volatil/métaux extraits simultanément [SAV/MES] et tests de toxicité), placer directement l'échantillon de sédiments à partir du dispositif d'échantillonnage dans le contenant à échantillon en limitant le plus possible la perturbation.
- 18) Pour l'échantillonnage composite seulement, transférer la carotte de sédiments dans un bol ou un bac inerte en utilisant une cuillère ou un appareil de type plongeur. Si possible, éviter de prélever des sédiments dans la zone de frotis (c.-à-d. les parois intérieures de la gaine de carotte). Si c'est nécessaire, prélever des carottes additionnelles afin d'obtenir le volume voulu d'échantillons pour l'emplacement et transférer les carottes dans le bol ou le bac inerte. Si plusieurs carottes sont requises pour obtenir le volume requis d'échantillons, il faut

s'assurer de prélever les carottes au même endroit (c.-à-d. dans un rayon de 5 m des coordonnées de la station).

- 19) Enlever tous les matériaux sédimentaires visibles qui ne sont pas représentatifs (p. ex. brindilles, coquillages, feuilles, pierres, copeaux de bois et végétation). En général, une taille de particule de 2 millimètres (mm) ou moins sert de base pour différencier les matériaux sédimentaires des matériaux non sédimentaires (USEPA, 2001). Plus important encore, l'objectif est de prélever des sédiments représentatifs de la zone d'étude, quelle que soit la taille des particules. Inscrire dans le carnet de terrain tous les matériaux non représentatifs enlevés.
- 20) Photographier l'échantillon de sédiments et inscrire le numéro de la photo dans le journal d'échantillonnage de sédiments.
- 21) Pour les échantillons composites seulement, mélanger doucement chaque échantillon de carottes au moyen d'une pelle d'échantillonnage ou d'une cuillère jusqu'à ce que l'échantillon semble homogène; éviter de trop mélanger pour préserver le plus possible l'intégrité de l'échantillon. Si possible, ne pas mélanger les sédiments sur le terrain. Procéder à toutes les opérations d'homogénéisation en laboratoire si l'on croit que les tubes de carottage resteront intacts après le prélèvement. Les échantillons composites ne peuvent pas servir à l'analyse de COV.
- 22) Placer les sédiments homogénéisés dans des contenants à échantillons appropriés selon les protocoles applicables aux CPP.
- 23) Étiqueter chaque contenant en y apposant la date, le moment de l'échantillonnage, le numéro d'identification de l'échantillon, les CPP, l'intervalle de profondeur de l'échantillon de sédiment (p. ex. 0 à 5 cm, 10 à 20 cm), les initiales des préleveurs et les échantillons de carotte utilisés (pour l'échantillonnage composite seulement).
- 24) Inscrire les caractéristiques de l'échantillon et de son emplacement, y compris les caractéristiques lithologiques (couleur, texture, odeur); le contenu anoxique; la présence d'un reflet et/ou de débris; la date, l'heure et le nom de la personne qui inscrit l'échantillon; le numéro et les coordonnées du point d'échantillonnage; la désignation du projet; la profondeur relative de l'eau et l'altitude de la surface; l'estimation de la pénétration des sédiments; l'intervalle de profondeur des échantillons de sédiments; le pourcentage de récupération de l'échantillon; divers commentaires (problèmes au moment de l'échantillonnage et/ou les raisons pour lesquelles on a exclu des zones de l'échantillonnage).
- 25) Respecter les procédures liées à la conservation, à l'entreposage (c.-à-d. température d'entreposage supérieure à 0 °C, mais inférieure ou égale à 6 °C), à la chaîne de conservation et à l'expédition. Se reporter aux plans d'échantillonnage applicables pour vérifier s'il existe des procédures d'entreposage ou de transport particulières (p. ex. sensibilité à la lumière ou entreposage vertical).

- 26) Photographier chaque point d'échantillonnage et inscrire le numéro de la photographie dans le carnet de terrain.
- 27) Nettoyer et décontaminer tous les appareils d'échantillonnage et le matériel de soutien réutilisables qui peuvent s'être trouvés en contact avec l'échantillon entre chaque point d'échantillonnage. Généralement, un détergent surfactant doux suffit. Si des métaux organiques ou d'autres CPP inorganiques sont présents, il faut, pour une décontamination convenable, une solution de lavage d'acide nitrique à 10 %. Si on s'inquiète de la présence de CPP organiques, il faut procéder à un lavage à l'acétone et à un rinçage à l'eau. Remarque : Ne pas nettoyer les dispositifs d'échantillonnage en plastique ou en polychlorure de vinyle avec de l'acétone ou d'autres solvants organiques qui risquent de modifier l'intégrité structurelle du dispositif.

IMPORTANT : S'il reste un résidu huileux ou goudronneux après le lavage effectué avec une solution de détergent surfactant et d'eau désionisée, laver minutieusement le matériel avec un solvant organique (méthanol, acétone, hexane, etc.) en utilisant une brosse distincte pour enlever toute matière particulaire ou particule de surface. Recueillir l'eau de rinçage et l'éliminer convenablement.

BIBLIOGRAPHIE

- Clark, M.J.R. (éd.). 2003. *British Columbia Field Sampling Manual*, Water, Air and Climate Change Branch, Ministry of Water, Land, and Air Protection, Victoria, BC, Canada, 312 p.
- Conseil canadien des ministres de l'environnement. 1993. *Guide pour l'échantillonnage, l'analyse des échantillons et la gestion des données des lieux contaminés, Volume I: Rapport principal*, décembre 1993. Préparé dans le cadre du Programme national d'assainissement des lieux contaminés. PN 1102.
- Florida Department of Environmental Protection. 2009. *Status and Temporal Variability Monitoring Networks Sampling Manual*, Sediment Sampling Section, Tallahassee, Florida, janvier.
- Ministère de l'Environnement et de l'Énergie de l'Ontario. 1996. *Guidance on Sampling and Analytical Methods for use at Contaminated Sites in Ontario*, Direction de l'élaboration des normes, décembre.
- U.S. Environmental Protection Agency. 1995. *QA/QC Guidance for Sampling and Analysis of Sediments, Water, and Tissues for Dredged Materials Evaluations*, Chemical Evaluations, Office of Water, Office of Science and Technology, Standards and Applied Sciences Division, Washington, D.C., avril. USEPA 823-B-95-001.
- U.S. Environmental Protection Agency. 2001. *Methods for Collection, Storage and Manipulation of Sediments for Chemical and Toxicological Analyses: Technical Manual*, Office of Water, Washington, DC, octobre. EPA-823-B-01-002.
- U.S. Environmental Protection Agency. 2014. *Operating Procedure for Sediment Sampling, Region 4*, U.S. Environmental Protection Agency, Science and Ecosystem Support Division, Athens, Georgia, 21 août 2014. SESDPROC-200-R3. Internet : <http://www.epa.gov/region4/sesd/fbgstpl/>.
- U.S. Navy (Department of the Navy, U.S.A.). 1997. *Navy Environmental Compliance Sampling and Field Testing Procedures*. NAVSEA T0300-AZ-PRO-010.

MODE OPÉRATOIRE RECOMMANDÉ NOMBRE 12: PRÉLÈVEMENT D'ÉCHANTILLONS D'EAU INTERSTITIELLE

- PORTÉE** Le présent mode opératoire recommandé (MOR) fournit des instructions sur les méthodes à employer pour prélever des échantillons d'eau interstitielle afin d'assurer le contrôle de la qualité des activités sur le terrain ainsi que l'uniformité entre les équipes sur le terrain. Des renseignements additionnels sur l'échantillonnage de l'eau interstitielle sédimentaire figurent au chapitre 10 du volume 1 du *Guide sur la caractérisation environnementale des sites dans le cadre de l'évaluation des risques pour l'environnement et la santé humaine* (volume intitulé *Orientations*).
- APPLICATION** Le présent MOR décrit les méthodes à employer pour prélever des échantillons d'eau interstitielle aux fins de la caractérisation chimique et des essais de toxicité, à l'appui des évaluations des risques écologiques. Les méthodes conçues et utilisées pour l'échantillonnage de vastes plans d'eau douce sont, dans la plupart des cas, également applicables à l'échantillonnage de l'eau de mer. Il est cependant important de bien considérer les facteurs temps et accessibilité en raison de la fluctuation des marées.
- QUAND?** Habituellement, on prélève de l'eau interstitielle sédimentaire aux fins suivantes :
- 1) caractériser l'exposition potentielle des organismes benthiques à des contaminants potentiellement préoccupants (CPP) en phase aqueuse et les risques potentiels inhérents à cette exposition;
 - 2) identifier les zones de déversement d'eau souterraine;
 - 3) comprendre les modèles de devenir et de transport des CPP qui peuvent modifier les trajectoires d'exposition.
- POURQUOI?** Normalement, on procède à l'échantillonnage d'eau interstitielle pour évaluer les risques écologiques potentiels et/ou pour déterminer la forme géochimique, ou la spéciation, des CPP en phase aqueuse. Comme la spéciation géochimique affecte la biodisponibilité qui, à son tour, modifie la toxicité, il importe de tenir compte de l'exposition des organismes benthiques à l'eau interstitielle dans l'évaluation des risques écologiques. Les essais de toxicité de l'eau interstitielle peuvent compléter les données obtenues à partir d'évaluations de la toxicité des sédiments en vrac et de l'eau de surface.
- COMMENT?** L'eau interstitielle dans les sédiments fins, non compactés, convient mieux pour l'échantillonnage (United States Environmental Protection Agency [USEPA], 2001), bien qu'on puisse extraire avec succès de l'eau interstitielle de sédiments sablonneux, à gros grains. On peut prélever de l'eau interstitielle en recourant à des procédures *in situ* ou *ex situ*. Les procédures devraient réduire au minimum les changements dans les conditions des sédiments *in situ*

au point d'échantillonnage pour éviter de modifier la biodisponibilité chimique et la toxicité dans l'échantillon. Selon le document *Methods for Collection, Storage and Manipulation of Sediments for Chemical and Toxicological Analyses : Technical Manual* (USEPA 2001), **toutes les méthodes de prélèvement et de traitement des sédiments modifient à un certain point la chimie de l'eau interstitielle. Pour déterminer dans quelle mesure les modifications de la chimie de l'eau interstitielle représentent une importante préoccupation, les facteurs à considérer sont les conditions environnementales, la géochimie des CPP et les objectifs du programme d'échantillonnage.**

Même si les deux méthodes, *in situ* et *ex situ*, peuvent convenir aux objectifs d'un programme d'échantillonnage propre à un site, il est essentiel d'utiliser les mêmes procédures d'échantillonnage et le même matériel à tous les points d'échantillonnage du programme sur le terrain. Cette uniformité dans le cadre du programme sur le terrain fera en sorte que l'évaluateur de risques sera mieux à même de comparer la portée des résultats entre tous les points d'échantillonnage. En outre, la profondeur des sédiments desquels on extrait l'eau interstitielle en utilisant des procédures *in situ* ou *ex situ* devrait correspondre à la profondeur ciblée par le programme d'échantillonnage.

TYPES

In situ : Par rapport aux méthodes *ex situ*, les méthodes d'échantillonnage de l'eau interstitielle *in situ* sont moins sensibles aux artefacts liés à l'échantillonnage et à l'extraction (USEPA, 2001). Ainsi, les méthodes *in situ* sont plus susceptibles de maintenir l'intégrité chimique de l'échantillon. Cependant, les méthodes *in situ* produisent généralement des volumes d'eau interstitielle relativement petits et se limitent souvent à des profondeurs atteignables à gué ou par un plongeur. Ces restrictions d'ordre logistique limitent leur utilisation et leur applicabilité dans certaines études de surveillance des sédiments, en particulier en milieu marin. Les principales méthodes de prélèvement d'eau interstitielle *in situ* comprennent le recours à des plateaux de dialyse (« *peepers* ») déployés ou à des techniques d'aspiration.

Plateaux de dialyse

Les plateaux de dialyse consistent en de petites cellules recouvertes d'une membrane ou d'un tamis et insérées dans le sédiment. Le diamètre de pore d'un tamis est habituellement de 0,45 micron, ce qui équivaut à la définition opératoire des espèces de substances chimiques dissoutes. Ainsi, les échantillons récupérés après le passage à travers un filtre de 0,45 micron sont représentatifs des concentrations de CPP en phase dissoute ou aqueuse. On peut déployer des plateaux de dialyse dont le diamètre de pore du tamis est supérieur à 0,45 micron, mais on doit ensuite faire passer l'échantillon récupéré à travers un filtre de 0,45 micron (comme un disque filtrant intégré pour seringue) afin d'obtenir une mesure de la chimie des éléments dissous de l'eau interstitielle. De même, il convient de passer à travers un filtre de 0,45 micron les échantillons d'eau interstitielle qui semblent troubles au moment de la

récupération. Les plateaux de dialyse sont remplis d'eau exempte d'analytes (normalement de l'eau distillée ou désionisée) qui, quand l'appareil est déployé dans les sédiments, s'équilibre avec l'eau ambiante par diffusion passive. Le temps d'équilibrage dépend du diamètre de pore de la membrane ou du tamis, du volume du plateau de dialyse, du type de sédiments, de la concentration de CPP ainsi que de la température et des périodes de déploiement, qui se déclinent en jours ou en semaines (USEPA, 2001). D'habitude, le déploiement s'effectue pendant deux à quatre semaines, même si on peut procéder à des déploiements plus courts si le chercheur s'intéresse aux conditions hors d'équilibre (comme pour les études de séries temporelles). On peut déployer les plateaux de dialyse séparément ou en groupes.

Aspiration

Il existe toute une gamme de dispositifs d'aspiration pour le prélèvement d'eau interstitielle, y compris les mini-piézomètres, les lysimètres à succion et l'insertion directe d'aiguilles de seringue dans le sédiment. Un appareil d'aspiration typique consiste en une seringue ou un tube de longueur variable comportant des ports à la profondeur d'échantillonnage souhaitée. On insère l'appareil dans les sédiments à la profondeur désirée et on procède à une aspiration à la main, par ressort ou sous vide afin de récupérer directement l'échantillon d'eau interstitielle (Carr et Nipper, 2003). Il importe de souligner que, comme il est difficile d'extraire un échantillon à travers un filtre de 0,45 micron, l'eau interstitielle ainsi prélevée est habituellement extraite à travers un filtre à tamis plus large (comme un filtre en fibre de verre ou une fritte de verre) avant d'être passée à travers un filtre de 0,45 micron pour ne récupérer que la partie dissoute. Une variante de cette approche consiste à employer un contenant poreux ou un tube perforé muni de filtres. On insère le dispositif dans les sédiments pendant une certaine période, permettant à l'eau interstitielle de s'infiltrer dans la cellule avant que les échantillons ne soient retirés par aspiration (Carr et Nipper, 2003). Selon la résolution spatiale de l'échantillonnage, les méthodes d'aspiration peuvent produire de plus petits volumes d'échantillons que les plateaux de dialyse. Qui plus est, il est possible qu'il y ait des artefacts chimiques associés à la manipulation d'échantillons avec les méthodes d'aspiration, parce qu'elles exposent normalement l'eau interstitielle à des conditions oxygénées.

Ex situ : Il faut généralement recourir à des méthodes de prélèvement d'eau interstitielle *ex situ* lorsqu'on a besoin de volumes relativement grands (comme pour les essais de toxicité), qu'il est impossible de prélever de l'eau *in situ* ou lorsqu'on exige un échantillonnage rapide (USEPA, 2001). Même si on peut procéder à l'extraction *ex situ* sur le terrain ou en laboratoire, l'extraction en laboratoire, tout juste avant l'analyse ou l'essai, est préférable. L'extraction en laboratoire maintient l'échantillon dans son état géochimique d'origine pendant le transport et l'entreposage et peut être effectuée dans un sac scellé à gants renversés dans une atmosphère d'azote (N₂) inerte, au besoin. La centrifugation et le serrage (par pression pneumatique) constituent les

techniques les plus courantes pour le prélèvement d'eau interstitielle avec la méthode *ex situ* (Carr et Nipper, 2003). Pour le prélèvement *ex situ* utilisant la centrifugation, on procède normalement au prélèvement de sédiments en recourant à l'échantillonnage par grappillage ou par carottage. Comme les renseignements sur ces méthodes de prélèvement de sédiments se trouvent dans les MOR sur les sédiments du présent guide, les procédures de prélèvement décrites dans les prochains paragraphes mettent l'accent sur les prélèvements *in situ*.

Les documents *Operating Procedure for Porewater Sampling* (USEPA, 2013) et *Methods for Collection, Storage and Manipulation of Sediments for Chemical and Toxicological Analyses: Technical Manual* (USEPA, 2001), de même que le document de Carr et Nipper (2003), contiennent des renseignements additionnels sur les techniques d'échantillonnage de l'eau interstitielle décrites plus haut.

IMPORTANT : Une bonne compréhension des exigences et des limites du prélèvement d'échantillons *in situ* et *ex situ* aidera à mettre au point un plan d'échantillonnage approprié.

LISTE DE CONTRÔLE POUR L'ÉCHANTILLONNAGE DE L'EAU INTERSTITIELLE

Liste de contrôle de l'équipement

- Plateaux de dialyse (que l'on a préassemblés en les remplissant d'eau désionisée, en plaçant minutieusement un tamis ou un filtre sur l'ouverture et en les scellant dans un sac de plastique à fermeture éclair pour le déploiement) ou appareils d'échantillonnage par aspiration.
- Filtres à pores de 0,45 micron.
- Contenant propre pour l'eau de purge.
- Pompe péristaltique et tubulures en Téflon^{MD}.
- Sacs de plastique à fermeture éclair.
- Ruban.
- Seringue ou autopipette avec embouts nettoyés à l'acide.
- Contenants certifiés prénettoyés avec étiquettes.
- Glacière, matériel d'emballage et blocs réfrigérants (pour conserver les échantillons à une température ≤ 10 °C [mais supérieure au point de congélation] pendant le transport).

MOR n° 12
Prélèvement d'échantillons d'eau interstitielle

- Stylos/crayons marqueurs à l'épreuve de l'eau.
- Gants non poudrés type nitrile.
- Eau désionisée.
- Solution d'acide dilué (concentration molaire de 0,01).
- Sac scellé à gants renversés portable.
- Azote (N₂) ou argon (Ar) pour purger le sac scellé à gants renversés.
- Table de terrain.
- Carnet de terrain.
- Appareil-photo.
- Système de positionnement global (GPS).
- Carte bathymétrique (description détaillée du terrain submergé) ou cartes nautiques (essentiellement pour une navigation sécuritaire), s'il y a lieu.
- Cuissardes ou salopette étanche.
- Dispositifs de flottaison pour tout le personnel.
- Bateau.
- Trousse de premiers soins.
- Équipement de protection individuel.
- Matériel de décontamination, y compris des seaux, des brosses, du détergent surfactant et/ou des solvants organiques et un dispositif de confinement approprié pour l'eau de lavage.
- Plan du programme d'assurance de la qualité.
- Plan d'échantillonnage et d'analyse.
- Plan de santé et sécurité.

Planification et préparation

- Passer en revue les renseignements propres au site, comme les modèles régionaux d'utilisation des terres; la topologie et la topographie du site; les renseignements généraux sur le bassin versant; les plans d'eau présents; la profondeur de l'eau; la répartition, l'épaisseur et le type de sédiments; la nature du rivage; les sources potentielles de contaminants au large et sur la rive; les habitats écologiques et les composantes valorisées de l'écosystème (CVE); l'usage de la zone d'étude pour la pêche, la récolte de crustacés et la navigation de plaisance ou les loisirs; l'utilisation actuelle et prévue de l'eau.
- Procéder à une reconnaissance du site pour aider à établir le plan du programme d'assurance de la qualité, le plan d'échantillonnage et d'analyse et le plan de santé et sécurité.

IMPORTANT : Avant de commencer l'échantillonnage, examiner la logistique sur le terrain – identifier les activités qui doivent être réalisées à bord de l'embarcation ou immédiatement sur le terrain par rapport à celles qui pourraient être effectuées plus tard sur terre, dans un laboratoire ou au bureau. Il est souvent plus prudent et plus efficace de conserver les échantillons sur le terrain, puis de les trier dans une roulotte de chantier ou au laboratoire.

- Établir le plan du programme d'assurance de la qualité.
 - Définir et préciser les objectifs en matière de qualité des données, y compris les types précis d'échantillons d'assurance et de contrôle de la qualité (AQ/CQ) nécessaires pour satisfaire à ces objectifs en matière de qualité des données.
 - Déterminer les échantillons de contrôle de la qualité qui seront prélevés sur le terrain pour le projet, incluant des échantillons en duplicata, les blancs de terrain, les blancs d'équipement et les blancs de transport, puis en planifier le prélèvement.
 - Pour évaluer la variabilité des points d'échantillonnage, il convient généralement de prélever des duplicata à un taux de 10 %.
- Établir le plan d'échantillonnage et d'analyse.
 - Dans la mesure du possible, définir clairement les limites de la zone d'étude afin de restreindre la zone d'échantillonnage. Puis, choisir des zones de référence qui correspondent bien à la zone d'étude et dont les conditions d'habitat sont semblables. Dans les systèmes lotiques (eaux courantes), la zone de référence est souvent située immédiatement en amont de la zone d'étude, hors de l'influence du site. Dans les systèmes lenticules (eaux statiques), il faudrait choisir un ou des plans d'eau à l'intérieur du même bassin versant, mais hors de la zone d'influence. Le

mode de sélection et l'objet de chaque site de référence doivent être clairement énoncés.

- Identifier les CPP. Choisir les méthodes d'échantillonnage et d'analyse ainsi que le matériel en se fondant sur les conditions propres au site et sur les objectifs liés à la qualité des données.
- Déterminer le volume minimal par échantillon nécessaire pour l'analyse chimique.
- Définir la stratégie d'échantillonnage d'eau interstitielle. Déterminer de quelle façon les données sur l'eau interstitielle seront mises en corrélation dans l'espace avec les données correspondantes sur les sédiments. Le chapitre 10 du volume 1 (*Orientations*) présente des renseignements additionnels sur ces aspects de l'échantillonnage de l'eau interstitielle.

IMPORTANT : Consulter le laboratoire d'analyse à propos des exigences relatives au volume et à la conservation des échantillons, y compris les temps de conservation. Élaborer un plan d'échantillonnage et d'analyse énonçant précisément les pratiques qui seront utilisées pour empêcher le dépassement des temps de conservation fixés. Le plan d'échantillonnage et d'analyse devrait préciser le temps de conservation pour chaque CPP, surtout pour les CPP dont les temps de conservation, courts, pourraient déterminer certains aspects de la logistique sur le terrain. Collaborer avec le laboratoire en ce qui a trait aux méthodes d'expédition et au traitement.

- Passer en revue les caractéristiques et les types d'habitats de la zone d'étude et dessiner une carte des points d'échantillonnage qui fournit une couverture représentative ou qui répond aux objectifs du projet (p. ex. détermination des points chauds).
- Déterminer les méthodes de prélèvement, de traitement et d'expédition des échantillons en consultation avec le laboratoire d'analyse.
- Tenir compte des procédures relatives à la décontamination du matériel. Dans la mesure du possible, utiliser des dispositifs d'échantillonnage jetables afin d'éliminer le risque de contamination croisée entre les points d'échantillonnage. En ce qui concerne les appareils qui seront réutilisés, le plan d'échantillonnage et d'analyse devrait énoncer avec précision les méthodes convenables de décontamination sur le terrain. Ces méthodes, qui varient selon les CPP, devraient être confirmées avec le laboratoire d'analyse avant l'échantillonnage. Tous les matériaux provenant de la décontamination (p. ex. l'eau de lavage) doivent être recueillis et éliminés de façon convenable.
- Dresser la liste de l'équipement, des fournitures et des procédures liés à l'étiquetage, la conservation, la décontamination, la manipulation et l'expédition des échantillons.

- Établir le plan de santé et sécurité (y compris le plan d'urgence).
 - Déterminer les exigences en matière de sécurité précisément associées aux besoins d'échantillonnage et planifier en conséquence. Ces exigences sont déterminées en fonction de ce qui suit : les caractéristiques de la zone d'étude, les CPP et les précautions prises pour la santé et la sécurité individuelles (p. ex. dispositifs de flottaison et autres articles pour la sécurité sur les bateaux, le cas échéant, vêtements et gants résistant aux produits chimiques, dispositifs de protection des voies respiratoires, dispositifs de protection des oreilles et des yeux, etc.).
 - Les exigences du plan de santé et sécurité, y compris les exigences concernant le matériel de protection individuelle (p. ex. vêtements et gants résistant aux produits chimiques, dispositifs de protection des voies respiratoires, casques de protection, dispositifs de protection des oreilles et des yeux, etc.), se fondent sur les caractéristiques du site et les CPP. Tout le personnel devrait être au courant des dangers éventuels associés à l'échantillonnage de l'eau interstitielle. Ces dangers comprennent les forts courants d'eau, le substrat glissant, les racines ou les objets pointus qui peuvent entraîner une chute ou causer d'autres blessures. Parmi les autres risques, mentionnons l'utilisation d'objets lourds sur les embarcations; la présence, sur certains échantillonneurs, de dispositifs de « déclenchement » susceptibles de s'enclencher brusquement (infligeant des blessures aux opérateurs); les dangers en surplomb venant des treuils ou d'autre équipement utilisé sur l'embarcation. Si l'échantillonnage se fait dans des eaux de plus de trois pieds de profondeur, le personnel chargé de l'échantillonnage doit porter des dispositifs de flottaison¹⁵.
 - Vérifier le bon fonctionnement et l'intégrité du matériel de protection individuelle, incluant les appareils respiratoires et les filtres.
 - Prévoir le port de casques de protection, de gants et de chaussures à embout d'acier au travail s'il y a risque de blessures à la tête, aux mains ou aux pieds.
 - Remettre un plan topographique et un plan concernant le bateau (si nécessaire) à un superviseur qui se trouve sur la terre ferme.
 - Le prélèvement d'échantillons dans des conditions extrêmement chaudes et humides est associé à un risque de déshydratation et de coup de chaleur. Par temps chaud, les membres de l'équipe d'échantillonnage doivent donc

¹⁵ Le ministère des Pêches et Océans et d'autres organismes ont parfois leurs propres règles de sécurité en milieu de travail, notamment des règles à respecter pour le travail sur l'eau ou à proximité. Les règles de sécurité à respecter pour chaque projet doivent faire l'objet de recherches, puis être consignées dans le plan de santé et sécurité.

transporter une quantité suffisante d'eau ou d'autres liquides afin de se protéger contre la déshydratation.

- Réserver, commander et emballer tout le matériel nécessaire.
 - Obtenir et préparer le matériel d'échantillonnage et d'entreposage, les contenants à échantillons, les matériaux et les documents nécessaires.
 - Par souci d'efficacité et pour diminuer les activités de décontamination sur le terrain, il faudrait nettoyer et décontaminer tout le matériel d'échantillonnage au laboratoire ou au bureau de terrain avant de se rendre au site d'échantillonnage. Si possible, il faudrait disposer d'un équipement complet nettoyé et décontaminé pour chaque site d'échantillonnage.
 - Si nécessaire, réserver une et prendre des dispositions pour avoir à bord un conducteur qualifié.
 - Préparer un carnet de terrain pour y noter toutes les activités liées à l'échantillonnage sur le terrain. Parmi les renseignements à inscrire, il y a les conditions atmosphériques, les progrès vers l'atteinte des objectifs d'échantillonnage, les dérogations au plan d'échantillonnage faites sur le terrain, les numéros d'identification des échantillons tels qu'indiqués sur les formulaires de chaîne de conservation du laboratoire, les observations sur les échantillons, les agents de conservation utilisés et le protocole d'expédition.
- S'il faut pénétrer dans une propriété privée, en obtenir la permission par écrit des propriétaires.
- Obtenir une attestation de compétence en premiers soins/RCR ainsi qu'une formation convenable en matière de sécurité pour tout le personnel sur le terrain.
- Avant de partir pour procéder à l'échantillonnage sur le terrain, il faudrait obtenir les prévisions météorologiques et/ou les rapports sur les conditions maritimes. Si les conditions sont mauvaises, il faut reporter la mission.

Pour un échantillonnage sécuritaire en hiver

En hiver, l'échantillonnage présente des dangers supplémentaires. Agir toujours avec prudence sur la glace. Ne pas prendre de risque inutile.

Vérifier l'épaisseur de la glace à l'aide d'une perche ou d'un ciseau à glace à chaque intervalle de quelques pas (la glace devrait avoir au moins 8 cm d'épaisseur). Avoir recours au système de surveillance mutuelle et transporter un câble d'une certaine longueur (avec un harnais attaché autour de votre taille) à utiliser comme cordage de sécurité. Éviter la glace structurée en nid d'abeille et les zones au-dessus de rapides. Il faut être conscient que la glace en aval des piliers d'un pont et/ou de décharges d'eau peut être mince en raison du régime de débit modifié et des agents de déglacage.

IMPORTANT : Ne jamais compromettre sa sécurité ou celle d'un collègue sur le terrain pour prélever un échantillon. Toujours faire preuve de prévoyance pour éviter les dangers de chute et de noyade. Toujours porter l'équipement de sécurité approprié comme un dispositif de flottaison. Quand on utilise des treuils, des câbles et des dispositifs apparentés, il est important de porter des gants, un casque, des lunettes de sécurité et des bottes à embout d'acier. La personne qui conduit une embarcation destinée à l'échantillonnage doit être qualifiée et effectuer des manœuvres conformes à toutes les exigences des lois fédérales et provinciales.

PRÉLÈVEMENT D'ÉCHANTILLONS

Plateaux de dialyse

- 1) Pour les analytes sensibles aux changements de conditions de réduction-oxydation (redox), désoxygéner l'assemblage du plateau de dialyse avant le déploiement.
- 2) En ce qui concerne les échantillons d'eau interstitielle analysés pour la détection de métaux dissous, l'utilisation d'un diamètre de tamis plus grand que 0,45 micron nécessitera un refiltrage des échantillons au moyen d'un filtre de 0,45 microns avant leur transfert dans des contenants à échantillons.
- 3) Dans l'eau peu profonde, le déploiement peut se faire à la main, mais dans l'eau plus profonde, le recours à un plongeur est généralement nécessaire.
- 4) Prendre des mesures pour perturber le moins possible les sédiments (p. ex. par le souffle de l'hélice ou la circulation piétonnière) avant l'échantillonnage.
- 5) Déployer les plateaux de dialyse en les retirant d'un sac scellé sous l'eau, en les orientant sur la longueur plutôt qu'à la verticale (c.-à-d. en orientant le plateau de dialyse de façon à ce que le plan du tamis soit vertical plutôt qu'horizontal) et en les enfouissant dans les sédiments à une profondeur conforme aux buts et objectifs de l'étude.

- 6) Déployer les plateaux de dialyse pendant une période suffisamment longue pour que les échantillons atteignent un équilibre chimique avec l'eau interstitielle environnante. Ce processus peut prendre jusqu'à quatre semaines.
- 7) En ce qui a trait aux plateaux de dialyse déployés dans des sédiments de surface, envisager l'utilisation d'un traceur (comme le chlore [Cl]) pour déterminer si l'équilibre a été atteint dans le plateau de dialyse.

Remarque : Les échantillons d'eau interstitielle destinés aux analyses de composés organiques volatils (COV) doivent être prélevés à l'aide d'équipement d'échantillonnage en Téflon^{MD} ou en acier inoxydable. Ils doivent subir le moins d'agitation possible et les fioles doivent être remplies de façon à ce qu'il n'y ait pas d'espace de tête ni de bulles visibles dans l'échantillon. Les fioles doivent être en verre, avec un septum en Téflon^{MD}.

Les échantillons d'eau interstitielle destinés aux analyses de métaux doivent être prélevés à l'aide d'équipement d'échantillonnage en Téflon^{MD}, en polyéthylène haute densité (PEHD) ou en polycarbonate. Cet équipement doit être rigoureusement nettoyé à l'acide et rincé avant d'être utilisé.

- 8) Pour récupérer les plateaux de dialyse après la période d'équilibrage, retirer avec soin les sédiments sus-jacents, puis sceller immédiatement les plateaux de dialyse dans des sacs de plastique à fermeture éclair et les ramener à la surface de l'eau. Il faut s'efforcer de réduire au minimum la quantité d'eau qui pénètre dans les sacs de plastique en provenance de la colonne d'eau.
- 9) Les analytes d'eau interstitielle sont sensibles aux changements des conditions de réduction-oxydation, et il peut être nécessaire de stabiliser l'échantillon pour conserver les conditions de terrain avant l'expédition. La stabilisation peut comporter l'ajout d'un acide ou d'une base (selon le CPP ciblé) ou la précipitation du CPP avec des composés particuliers.
- 10) Dans une cellule purgée ou un sac scellé à gants renversés contenant du N₂ ou de l'argon, extraire l'eau interstitielle au moyen d'une seringue propre ou d'une pipette et placer l'eau interstitielle extraite dans un contenant à échantillon étiqueté. Il convient d'utiliser pour chaque échantillon une nouvelle seringue ou un nouvel embout de pipette (prénettoyés).
- 11) Si on utilise un traceur, prélever un échantillon d'eau de surface dans la zone d'étude pour comparer sa concentration de traceur avec celle des plateaux de dialyse.
- 12) Si on soupçonne la présence de concentrations élevées de substances chimiques dans certains échantillons, il faudrait entreposer ces échantillons séparément de ceux qui contiennent des contaminants à l'état de trace. Il

convient d'entreposer les échantillons de référence dans des boîtes isolantes séparées, prévues à cet effet.

- 13) Suivre les procédures appropriées en ce qui concerne les conditions d'entreposage (c.-à-d. température d'entreposage supérieure à 0 °C, mais inférieure ou égale à 6 °C), la chaîne de conservation et le transport.
- 14) Inscrire les données d'échantillonnage de l'eau interstitielle sur un formulaire d'échantillonnage et/ou dans le journal de terrain du projet.
- 15) Préciser le point d'échantillonnage au moyen d'un GPS et/ou de mesures manuelles par rapport à des emplacements connus.
- 16) Après chaque activité d'échantillonnage, nettoyer et décontaminer l'équipement d'échantillonnage et jeter les seringues et/ou les embouts de pipettes usagés. L'équipement à décontaminer comprend les plateaux de dialyse désassemblés, le sac scellé à gants renversés (s'il n'est pas jetable), la table de terrain, les autopipettes et autres plateaux ou contenants employés pour organiser le contenu du sac scellé à gants renversés. En général, un nettoyage avec un détergent surfactant doux suffit pour laver l'équipement d'échantillonnage, mais il peut être nécessaire d'utiliser des solvants organiques. Remarque : Ne pas nettoyer les appareils d'échantillonnage en plastique ou en polychlorure de vinyle (PVC) avec de l'acétone ou d'autres solvants organiques qui compromettront l'intégrité structurelle du dispositif d'échantillonnage. Rassembler et placer dans un contenant toute l'eau de lavage et les matériaux de décontamination pour les éliminer convenablement.

IMPORTANT : S'il reste un résidu huileux ou goudronneux après le lavage effectué avec une solution de détergent surfactant et d'eau désionisée, laver minutieusement le matériel avec un solvant organique (méthanol, acétone, etc.) en utilisant une brosse distincte pour enlever toute matière particulaire ou particule de surface. Recueillir l'eau de rinçage pour l'éliminer convenablement.

- 17) Dans les notes de terrain, consigner avec précision tous les renseignements concernant l'activité d'échantillonnage en vue de l'établissement subséquent du rapport d'échantillonnage.

Aspiration

- 1) Dans les eaux courantes, commencer l'échantillonnage à l'emplacement le plus en aval puis remonter progressivement vers l'amont. Cette façon de procéder minimisera le risque de mettre les sédiments en suspension et de compromettre le prélèvement des échantillons. Se placer face au courant et approcher de l'emplacement à partir de l'aval.

- 2) Dans les eaux statiques, échantillonner en dernier les zones où on soupçonne la présence de fortes concentrations de substances chimiques. Procéder à l'échantillonnage en partant des zones censées contenir les plus faibles concentrations pour aller vers les zones censées contenir les plus fortes diminuera le risque de contamination croisée, particulièrement si on doit réutiliser l'une ou l'autre des composantes de l'équipement d'échantillonnage.
- 3) Prendre des précautions pour éviter de perturber les sédiments (p. ex. par le souffle de l'hélice) avant le prélèvement.
- 4) Porter des gants non poudrés de style nitrile et en changer entre les points d'échantillonnage.
- 5) Enfoncez le dispositif d'échantillonnage à 2 ou 3 cm au-delà de la profondeur d'échantillonnage ciblée.
- 6) Exposer une section de 3 cm du filtre d'acier inoxydable (ou l'équivalent) qui correspond à l'intervalle de profondeur d'échantillonnage ciblé en tirant la pointe filtrante jusqu'à 3 cm au-delà de l'extrémité de l'enveloppe protectrice.
- 7) Commencer à prélever de l'eau interstitielle à partir de la profondeur grillagée au moyen d'une pompe péristaltique et d'un tube en Téflon^{MD} (en utilisant un nouveau tube pour chaque emplacement).
- 8) En se fondant sur les observations visuelles des sédiments fins et/ou de la turbidité que produit le dispositif d'échantillonnage, on peut juger nécessaire de purger l'eau interstitielle avant l'échantillonnage en recueillant de l'eau interstitielle dans un contenant distinct jusqu'à ce que, visuellement, elle apparaisse dépourvue de sédiments et de turbidité. Les facteurs à considérer pour déterminer dans quelle mesure il est possible de prélever suffisamment d'eau interstitielle pour la purge et l'analyse sont les caractéristiques du site, telles la distribution de la taille des particules des sédiments et les conditions de réduction-oxydation, ainsi que les objectifs de l'étude. L'échantillon d'eau interstitielle récupéré par aspiration devra être filtré à travers un filtre de 0,45 micron avant de procéder à l'analyse des CPP pour les espèces chimiques dissoutes. Transférer l'eau de purge dans un contenant approprié pour élimination.
- 9) Mettre les échantillons d'eau interstitielle de l'extrémité supérieure du tube dans des contenants appropriés fournis par le laboratoire pour l'analyse en s'assurant que la seringue ou le tube d'évacuation n'entre pas en contact avec le contenant à échantillon.
- 10) Inscrire sur l'étiquette de chaque contenant la date, l'heure, le moment de l'échantillonnage, l'identificateur de l'échantillon, les CPP, les initiales du préleveur et la méthode de conservation.

- 11) Retirer le dispositif d'échantillonnage et évaluer la profondeur de l'échantillon d'eau interstitielle.
- 12) Avant l'expédition et aussitôt que possible après le prélèvement, filtrer l'échantillon sur le terrain pour l'analyse des éléments dissous au moyen d'une pompe péristaltique et d'un filtre à tamis de 0,45 micron. Placer le filtrat ainsi obtenu dans un contenant à échantillon préconservé, convenablement étiqueté. Si les contenants de laboratoire contiennent des agents de conservation tels que des acides, on doit procéder au filtrage avant de transférer l'échantillon dans le contenant de laboratoire.
- 13) Si on soupçonne la présence de concentrations élevées de substances chimiques dans certains échantillons, il faudrait entreposer ces échantillons séparément de ceux qui contiennent des contaminants à l'état de trace. Il convient d'entreposer les échantillons de référence dans des boîtes isolantes séparées, prévues à cet effet.
- 14) Suivre les procédures appropriées en ce qui concerne les conditions d'entreposage (c.-à-d. température d'entreposage supérieure à 0 °C, mais inférieure ou égale à 6 °C), la chaîne de conservation et le transport.
- 15) Inscrire les données d'échantillonnage de l'eau interstitielle sur un formulaire d'échantillonnage et/ou dans le journal de terrain du projet.
- 16) Préciser le point d'échantillonnage au moyen d'un GPS et/ou de mesures manuelles par rapport à des emplacements connus.
- 17) Nettoyer et décontaminer tous les appareils d'échantillonnage réutilisables. Généralement, un détergent surfactant doux suffit, mais il est possible de devoir utiliser des solvants organiques. Remarque : Ne pas nettoyer les appareils d'échantillonnage en plastique ou en PVC avec de l'acétone ou d'autres solvants organiques qui compromettront l'intégrité structurelle du dispositif d'échantillonnage. Rassembler et placer dans un contenant toute l'eau de lavage et les matériaux de décontamination pour les éliminer convenablement.

Échantillonnage ex situ (par centrifugation ou pression pneumatique)

- 1) Récupérer l'échantillon instantané de sédiment ou la carotte de sédiment en suivant le MOR se rapportant aux sédiments.
- 2) En ce qui concerne les échantillons instantanés, transférer rapidement l'échantillon dans le contenant fourni par le laboratoire. Quant à la récupération *ex situ* d'analytes d'eau interstitielle sensibles à la réduction-oxydation, remplir complètement le contenant à échantillon afin de restreindre la diffusion d'oxygène dans l'échantillon de sédiment.

- 3) En ce qui concerne les carottes de sédiments, extraire ou récupérer d'une quelconque manière le sous-échantillon de sédiments pour qu'il soit extrait en laboratoire. Pour la récupération *ex situ* d'analytes d'eau interstitielle sensibles à la réduction-oxydation, extruder l'échantillon ou ouvrir la gaine du carottier de sédiments au moyen d'un sac scellé à gants renversés portatif. Remplir complètement le contenant à échantillon afin de restreindre la diffusion d'oxygène dans l'échantillon de sédiment.
- 4) Si on soupçonne la présence de concentrations élevées de substances chimiques dans certains échantillons, il faudrait entreposer ces échantillons séparément de ceux qui contiennent des contaminants à l'état de trace. Il convient d'entreposer les échantillons de référence dans des boîtes isolantes séparées, prévues à cet effet.
- 5) Suivre les procédures appropriées en ce qui concerne les conditions d'entreposage (c.-à-d. température d'entreposage supérieure à 0 °C, mais inférieure ou égale à 6 °C), la chaîne de conservation et le transport.
- 6) Inscrire les données d'échantillonnage sur un formulaire d'échantillonnage et/ou dans le journal de terrain du projet.
- 7) Préciser le point d'échantillonnage au moyen d'un GPS et/ou de mesures manuelles par rapport à des emplacements connus.
- 8) Après les activités d'échantillonnage, nettoyer et décontaminer tout l'équipement d'échantillonnage, et jeter les gaines de carottier (si utilisées). L'équipement à décontaminer compte entre autres les bennes ou le dispositif de carottage, les protecteurs de mains (s'ils ne sont pas jetables), la table de terrain ainsi que les plateaux ou contenants utilisés pour organiser le contenu du sac scellé à gants renversés (s'il n'est pas jetable). En général, un nettoyage avec un détergent surfactant doux suffit pour laver l'équipement d'échantillonnage, mais il peut être nécessaire d'utiliser des solvants organiques. Remarque : Ne pas nettoyer les appareils d'échantillonnage en plastique ou en PVC avec de l'acétone ou d'autres solvants organiques qui compromettront l'intégrité structurelle du dispositif d'échantillonnage. Rassembler et placer dans un contenant toute l'eau de lavage et les matériaux de décontamination pour les éliminer convenablement.
- 9) Dans les notes de terrain, consigner avec précision tous les renseignements concernant l'activité d'échantillonnage en vue de l'établissement subséquent du rapport d'échantillonnage.

BIBLIOGRAPHIE

Carr, R.S. et M. Nipper (éd.). 2003. *Porewater Toxicity Testing: Biological, Chemical, and Ecological Considerations*, Society of Environmental Toxicology and Chemistry Press, USA. Travaux de l'un atelier tenu du 18 au 22 mars 2000.

- Clauson F. *Standard Operating Procedure For Pore Water Sampling At The West Kingston Town Dump/ Uri Disposal Area Site*, Woodard & Curran, Inc., août 2002. Document révisé par K. Kasper. *SOP S-16*.
- United States Environmental Protection Agency. 2001. *Methods for Collection, Storage and Manipulation of Sediments for Chemical and Toxicological Analyses: Technical Manual*, Office of Water, Washington, DC, octobre. EPA-823-B-01-002.
- United States Environmental Protection Agency. 2013. *Operating Procedure for Pore Water Sampling*. Region 4, U.S. Environmental Protection Agency, Science and Ecosystem Support Division, Athens, Georgia, 28 février 2013. SESDPROC-513-R2.
Internet : <http://www.epa.gov/region4/sesd/fbqstp/>

MODE OPÉRATOIRE RECOMMANDÉ NOMBRE 13: ÉCHANTILLONNAGE DES VÉGÉTAUX

- PORTÉE** Le présent mode opératoire recommandé (MOR) fournit des instructions sur les méthodes à employer pour prélever des échantillons de végétaux représentatifs dans le but de procéder à leur caractérisation chimique. Il existe plusieurs méthodes pour prélever des échantillons de tissus de végétaux du jardin, d'autres végétaux terrestres ou de végétaux aquatiques, et des procédures particulières peuvent s'appliquer à chacune de ces méthodes. Des renseignements additionnels sur l'échantillonnage des végétaux figurent au chapitre 11 du volume 1 du *Guide sur la caractérisation environnementale des sites dans le cadre de l'évaluation des risques pour l'environnement et la santé humaine* (volume intitulé *Orientations*). Pour de plus amples renseignements, consulter la section 11 du *Manuel des protocoles d'échantillonnage pour l'analyse de la qualité de l'eau au Canada* (http://www.ccme.ca/files/Resources/fr_water/protocols_document_f_final_1.0.pdf).
- APPLICATION** Le présent MOR décrit les méthodes à employer pour prélever des échantillons de tissus de végétaux terrestres ou aquatiques aux fins d'analyses chimiques à l'appui des évaluations des risques pour la santé humaine et des risques écologiques.
- QUAND?** Les échantillons de végétaux peuvent être prélevés aux fins suivantes :
- 1) caractériser, à des fins d'évaluation des risques pour la santé humaine, l'exposition des humains à des contaminants potentiellement préoccupants (CPP) présents dans les légumes de jardin;
 - 2) caractériser, à des fins d'évaluation des risques écologiques, l'exposition de composantes valorisées de l'écosystème (CVE) à des CPP présents dans les végétaux indigènes.
- POURQUOI?** Les tissus de végétaux peuvent être échantillonnés pour caractériser la nature et l'ampleur des concentrations de CPP dans les végétaux terrestres ou aquatiques à l'appui des évaluations des risques pour la santé humaine et des risques écologiques. L'exposition alimentaire peut être mesurée indirectement à l'aide de l'analyse chimique d'aliments végétaux; elle peut aussi être modélisée si des interactions de niveau trophique supérieur doivent être prises en considération (c.-à-d. évaluation des risques écologiques).
- COMMENT?** Les échantillons de tissus de végétaux peuvent être prélevés à l'aide de diverses composantes végétales. Le choix du tissu végétal à échantillonner et de la méthode à privilégier pour l'échantillonnage repose sur ce qui suit : les CPP (c.-à-d. les pesticides ou les métaux); la composante végétale censée contenir les plus grandes concentrations de CPP; les types de récepteurs (p. ex. humains ou écologiques) et leur alimentation privilégiée; ainsi que le cycle

biologique des récepteurs relativement à la répartition ou le type de croissance du végétal ciblé (c.-à-d. utilisation saisonnière ou annuelle).

TYPES

Échantillons de végétaux du jardin (terrestres) : Ce type d'échantillon est généralement utilisé dans les évaluations des risques pour la santé humaine pour caractériser les scénarios résidentiels en ce qui a trait aux expositions alimentaires à des CPP. Les échantillons de tissus de végétaux du jardin sont censés être représentatifs de la partie ou des parties du végétal qui sont consommées et qui sont habituellement rincées avant d'être consommées. Les échantillons de tissus de végétaux du jardin comprennent la végétation qui est :

- * prélevée à partir d'un jardin résidentiel ou d'un champ agricole;
- * prélevée en tant qu'échantillons végétaux individuels plutôt que sous forme d'échantillons composites de multiples végétaux d'une même espèce;
- * composée d'un seul type de tissu végétal (c.-à-d. seulement des feuilles, seulement des fruits, seulement des racines) plutôt que d'une composition de plusieurs types de tissus végétaux.

Échantillons d'autres végétaux terrestres : Ce type d'échantillon est le plus souvent utilisé dans les évaluations des risques écologiques et parfois dans les évaluations des risques pour la santé humaine. Les échantillons sont habituellement composés de baies ou d'autres fruits, herbes, feuilles ou tubercules comestibles (en fonction des préférences alimentaires des récepteurs). Quand il est utilisé dans le cadre d'une évaluation des risques écologiques, ce type d'échantillon n'est pas rincé afin de simuler les schémas d'exposition réels des CVE. Quand il est utilisé dans le cadre d'une évaluation des risques pour la santé humaine, ce type d'échantillon est rincé pour simuler les scénarios d'exposition humaine par la consommation du produit.

Échantillons aquatiques : Ce type d'échantillon est habituellement utilisé dans les évaluations des risques écologiques pour mesurer ou modéliser l'exposition alimentaire aux CVE. Les échantillons de végétaux aquatiques comprennent la végétation qui est :

- * prélevée à partir d'un seul point d'échantillonnage;
- * composée de plusieurs végétaux provenant du même point d'échantillonnage;
- * composée de tous les types de tissus d'un même végétal ou de plusieurs végétaux prélevés au point d'échantillonnage.

Renseignements essentiels

Le plan d'échantillonnage et d'analyse doit préciser si les données seront utilisées uniquement aux fins d'évaluation des risques pour la santé humaine ou aux fins d'évaluation des risques pour la santé humaine et des risques écologiques. Si les données sont destinées uniquement à l'évaluation des risques pour la santé humaine, les échantillons doivent être prélevés au moment de la récolte normale des végétaux. Le plan d'échantillonnage et d'analyse doit préciser les procédures de manipulation (c.-à-d. lavage, pelage) applicables.

PRÉLÈVEMENT Avant de commencer le prélèvement, il faut tenir compte des CPP afin de définir les pratiques qui seront utilisées pour empêcher la contamination croisée de l'échantillon avec des résidus durant l'échantillonnage ou le traitement des produits. Si les métaux sont des CPP, il faut employer, dans la mesure du possible, de l'équipement d'échantillonnage en plastique, et aucun équipement d'échantillonnage ne doit contenir de plomb ou être peint. D'autres procédures détaillées pour différentes classes d'analytes ciblés sont décrites dans le *Guide supplémentaire sur l'évaluation des risques pour la santé humaine liés aux aliments d'origine locale* de Santé Canada (Santé Canada, 2010), dans la *Standard Operating Procedure for Garden Vegetable Sampling at Residences for Determination of Risk-based Exposure to Metals* de la région 8 (USEPA, 1999), dans l'*Aquatic Plant Sampling Protocols* de l'État de Washington (Ecology, 2001) et dans la *Standard Operating Procedure for Collection of Vegetation Samples* du Department of Agriculture des États-Unis (USDA, 2002).

LISTE DE CONTRÔLE POUR L'ÉCHANTILLONNAGE

Liste de contrôle de l'équipement pour l'échantillonnage de végétaux terrestres

- Outils pour le prélèvement de végétaux, incluant une pelle (sans plomb et non peinte) pour le prélèvement de tissus de racine, un râteau pour le prélèvement de tissus de végétaux aquatiques et une truelle (en plastique ou en acier).
- Scalpel ou cisailles de jardin en acier inoxydable.
- Sacs de plastique à fermeture éclair, sac en papier ou enveloppes selon les spécifications données par le laboratoire.
- Papier d'aluminium (si le laboratoire en demande l'utilisation pour empêcher les échantillons de tissus d'entrer en contact avec le plastique).
- Eau désionisée.
- Gants non poudrés type nitrile.

MOR n° 13
Échantillonnage des végétaux

- Seaux en plastique (capacité de 17 litres) et brosse à légumes (pour le lavage des légumes).
- Matériel de décontamination, y compris des seaux, des brosses, du détergent surfactant et/ou des solvants organiques et un dispositif de confinement approprié pour l'eau de lavage.
- Carnet de terrain et marqueurs permanents.
- Échelle graduée ou règle.
- Sacs à ordures.
- Glacière, matériel d'emballage et blocs réfrigérants (pour maintenir les échantillons à une température de 4 °C).
- Trousse de premiers soins.
- Équipement de protection individuel.
- Appareil-photo.
- Plan du programme d'assurance de la qualité.
- Plan d'échantillonnage et d'analyse.
- Plan de santé et sécurité.

Liste de contrôle de l'équipement pour l'échantillonnage de végétaux aquatiques

- Embarcation, si nécessaire, et un conducteur qualifié.
- Dispositifs de flottaison individuels.
- Carte bathymétrique (description détaillée du terrain submergé) ou cartes nautiques (essentiellement pour une navigation sécuritaire), s'il y a lieu.
- Données de terrain.
- Ligne de sondage lestée.
- Râteau lesté et ligne de récupération.
- Sacs en plastique à fermeture éclair.
- Papier d'aluminium (si le laboratoire en demande l'utilisation pour empêcher les échantillons de tissus d'entrer en contact avec le plastique).
- Presse-papiers.

MOR n° 13
Échantillonnage des végétaux

- Copie des procédures de contrôle.
- Eau désionisée.
- Gants non poudrés type nitrile.
- Matériel de décontamination, y compris des seaux, des brosses, du détergent surfactant et/ou des solvants organiques et un dispositif de confinement approprié pour l'eau de lavage.
- Carnet de terrain et marqueurs permanents.
- Sacs à ordures.
- Glacière, matériel d'emballage et blocs réfrigérants (pour maintenir les échantillons à une température de 4 °C).
- Trousse de premiers soins.
- Équipement de protection individuel.
- Appareil-photo.
- GPS
- Plan du programme d'assurance de la qualité.
- Plan d'échantillonnage et d'analyse.
- Plan de santé et sécurité.

Planification et préparation

IMPORTANT : Avant de commencer tout échantillonnage, communiquer avec le laboratoire d'analyse afin de déterminer si l'utilisation de papier d'aluminium dans les sacs en papier entraînera la contamination croisée des échantillons à analyser pour la détection de métaux ou d'autres CPP. Si c'est le cas, éviter d'utiliser du papier d'aluminium et placer simplement les végétaux dans un sac en plastique, puis congeler le sac. Comme c'est le cas avec d'autres échantillons du biote, les végétaux sont habituellement expédiés à l'état frais (non séchés) vers le laboratoire d'analyse. Discuter à l'avance des méthodes d'analyse des végétaux avec le personnel du laboratoire. Le personnel du laboratoire peut recommander le séchage (à basse température) de l'échantillon avant l'analyse. Le séchage est réalisé plus efficacement par le laboratoire que sur le terrain.

- Passer en revue les renseignements propres au site, comme les modèles régionaux d'utilisation des terres; la topologie et la topographie du site; les renseignements généraux sur le bassin versant; les plans d'eau présents; la

MOR n° 13
Échantillonnage des végétaux

profondeur de l'eau; la répartition, l'épaisseur et le type de sédiments; la nature du rivage; les sources potentielles de contaminants au large et sur la rive; les habitats écologiques et les composantes valorisées de l'écosystème (CVE); l'usage de la zone d'étude pour la pêche, la récolte de crustacés et la navigation de plaisance ou les loisirs; ainsi que l'utilisation actuelle et prévue de l'eau.

- Utiliser le levé de reconnaissance pour caractériser de façon générale la densité relative des végétaux, le nombre approximatif de points d'échantillonnage et la masse d'échantillons requise pour les analytes ciblés.
- Établir le plan du programme d'assurance de la qualité.
 - Définir et préciser les objectifs en matière de qualité des données, y compris les types précis d'échantillons d'assurance et de contrôle de la qualité (AQ/CQ) nécessaires pour satisfaire à ces objectifs en matière de qualité des données. Pour évaluer la variabilité des points d'échantillonnage, il convient généralement de prélever des échantillons en duplicata à un taux de 10 %.
- Établir le plan d'échantillonnage et d'analyse.
 - Procéder à un examen complet des objectifs du projet et des analytes cibles possibles.
 - Déterminer le type de végétaux et les types de tissus de végétaux les plus susceptibles de refléter l'exposition aux analytes cibles.
 - Déterminer la saison appropriée pour l'échantillonnage. Le moment idéal vient généralement quand les végétaux sont soumis à un stress lié au passage du stade de la floraison au stade de formation du fruit hâtif ou de la graine.
 - Déterminer si des espèces protégées par des règlements fédéraux, provinciaux ou territoriaux sont susceptibles d'être présentes. Si c'est le cas, le programme d'échantillonnage doit être conçu de manière à éviter ces espèces.
 - Passer en revue les caractéristiques et les types d'habitats de la zone d'étude et dessiner une carte des points d'échantillonnage qui fournit une couverture représentative des types d'habitats, des pratiques de récolte des récepteurs humains et/ou des comportements de recherche de nourriture des CVE.
 - Consulter le laboratoire d'analyse pour déterminer la masse minimale par échantillon ou par échantillon composite requise pour les analyses chimiques.

MOR n° 13
Échantillonnage des végétaux

- Consulter le laboratoire d'analyse pour déterminer le meilleur mode d'entreposage pour les matières végétales (certains suggéreront d'utiliser des sacs en papier pour prévenir la décomposition de l'échantillon). Passer en revue le plan d'échantillonnage et d'analyse et communiquer avec le laboratoire pour déterminer les étapes appropriées à suivre en vue de regrouper plusieurs végétaux par échantillon sous forme d'échantillon composite ou pour déterminer si des végétaux doivent être récoltés et expédiés en vue d'être regroupés plus tard sous forme d'échantillon composite. S'il est nécessaire de prélever plus d'un type de tissu ou de végétal pour répondre aux exigences en matière de poids minimal, clarifier les répercussions associées au prélèvement d'un échantillon composite pour les analyses chimiques. Enfin, clarifier la procédure à privilégier pour éliminer les particules du sol des tissus végétaux, en particulier des racines, et déterminer si l'échantillon doit être rincé ou non avant l'expédition au laboratoire d'analyse.

IMPORTANT : Consulter le laboratoire d'analyse à propos des exigences relatives au volume des échantillons et à la conservation des échantillons, y compris les temps de conservation. Élaborer un plan de santé et sécurité énonçant précisément les pratiques qui seront utilisées pour empêcher le dépassement des temps de conservation fixés. Le plan d'échantillonnage et d'analyse devrait préciser le temps de conservation pour chaque CPP, surtout pour les CPP dont les temps de conservation, courts, peuvent déterminer certains aspects de la logistique sur le terrain. Collaborer avec le laboratoire en ce qui a trait aux méthodes d'expédition et au traitement.

- Dresser la liste de l'équipement, des fournitures et des procédures liés à l'étiquetage, la conservation, la décontamination, la manipulation et l'expédition des échantillons.
- Établir le plan de santé et sécurité (y compris le plan d'urgence).
 - Déterminer les exigences en matière de sécurité précisément associées aux besoins d'échantillonnage et planifier en conséquence. Ces exigences sont déterminées en fonction de ce qui suit : les caractéristiques de la zone d'étude, les CPP et les précautions prises pour la santé et la sécurité individuelles (p. ex. vêtements et gants résistant aux produits chimiques, dispositifs de protection des voies respiratoires, dispositifs de protection des oreilles et des yeux, etc.).
 - Vérifier le bon fonctionnement et l'intégrité du matériel de protection individuelle, incluant les appareils respiratoires et les filtres.
 - Si une solution de formaldéhyde doit être utilisée, elle doit être expédiée conformément aux exigences applicables aux marchandises dangereuses et traitée suivant les exigences du Système d'information sur les matières dangereuses utilisées au travail (SIMDUT) (p. ex. conserver la solution

MOR n° 13
Échantillonnage des végétaux

dans l'armoire pour produits chimiques dangereux et l'utiliser sous une hotte à aspiration, tout en fournissant des fiches signalétiques la concernant).

- Prévoir le port de casques de protection, de gants et de chaussures à embout d'acier au travail s'il y a risque de blessures à la tête, aux mains ou aux pieds.
 - Remettre un plan topographique et un plan concernant le bateau (si nécessaire) à un superviseur qui se trouve sur la terre ferme.
 - Le prélèvement d'échantillons dans des conditions extrêmement chaudes et humides est associé à un risque de déshydratation et de coup de chaleur. Par temps chaud, les membres de l'équipe d'échantillonnage doivent donc transporter une quantité suffisante d'eau ou d'autres liquides afin de se protéger contre la déshydratation.
- Réserver, commander et emballer tout le matériel nécessaire.
- Obtenir et préparer le matériel d'échantillonnage et d'entreposage, les contenants à échantillons, les matériaux et les documents nécessaires.
 - Vérifier le bon fonctionnement et l'intégrité de l'équipement.
 - Il convient de nettoyer et de décontaminer tout le matériel d'échantillonnage au laboratoire ou au bureau de terrain avant de se rendre au site d'échantillonnage. Si possible, il faudrait disposer d'un équipement complet nettoyé et décontaminé pour chaque site d'échantillonnage.
 - Préparer un carnet de terrain pour documenter toutes les activités liées à l'échantillonnage sur le terrain. Parmi les renseignements à inscrire, il y a les conditions atmosphériques, les progrès vers l'atteinte des objectifs d'échantillonnage, les dérogations au plan d'échantillonnage faites sur le terrain, les numéros d'identification des échantillons tels qu'indiqués sur les formulaires de chaîne de conservation du laboratoire, les observations sur les échantillons, les agents de conservation utilisés et le protocole d'expédition.
- Déterminer si des permis sont requis pour le prélèvement de végétaux et obtenir tout permis requis auprès des organismes de réglementation territoriaux, provinciaux ou fédéraux appropriés.
- S'il faut pénétrer dans une propriété privée, en obtenir la permission par écrit des propriétaires.

- Obtenir une attestation de compétence en premiers soins/RCCR ainsi qu'une formation convenable en matière de sécurité pour tout le personnel sur le terrain.

Prélèvement d'échantillons

IMPORTANT : Ne jamais compromettre sa sécurité ou celle d'un collègue sur le terrain pour prélever un échantillon. Il faut toujours faire preuve de prévoyance pour éviter les dangers de chute et de noyade. Toujours porter l'équipement de sécurité approprié comme un dispositif de flottaison. Quand on utilise des treuils, des câbles et des dispositifs apparentés, il est important de porter des gants, un casque, des lunettes de sécurité et des bottes à embout d'acier. La personne qui conduit une embarcation destinée au transport ou à l'échantillonnage doit être qualifiée et effectuer des manœuvres conformes à toutes les exigences des lois fédérales et provinciales.

- 1) D'après le plan d'échantillonnage et d'analyse, déterminer les parties du végétal qui sont ciblées pour l'échantillonnage, et ce, pour chaque espèce. Les sous-sections ci-dessous contiennent des instructions concernant le prélèvement d'échantillons de légumes-feuilles, de légumes-racines, de fruits et de plantes aquatiques.
- 2) Prélever les échantillons au hasard à partir de toutes les parties de la zone et prélever une masse d'échantillons suffisante.
- 3) Étiqueter chaque échantillon en apposant une étiquette d'identification sur le contenant ou l'emballage de l'échantillon. Toutes les inscriptions sur l'étiquette de l'échantillon doivent être faites au moyen d'un crayon à encre noire indélébile.
- 4) Chaque étiquette d'échantillon doit comprendre l'information suivante :
 - nom du projet
 - identification du site
 - numéro de l'échantillon
 - date de l'échantillonnage
 - moment de l'échantillonnage
 - agent de conservation utilisé
 - nom du préleveur
 - type d'analyse requise
- 5) Les échantillons peuvent être expédiés en entier au laboratoire pour traitement (p. ex. coupe). Si ce n'est pas possible, procéder sur le terrain en utilisant des scalpels en acier inoxydable ou des cisailles de jardin si la matière est trop épaisse.

MOR n° 13
Échantillonnage des végétaux

- 6) Emballer l'échantillon dans du papier d'aluminium et sceller celui-ci dans un sac à fermeture éclair étiqueté.
- 7) Entreposer immédiatement l'échantillon à 4 °C pour réduire au minimum la décomposition de l'échantillon pendant l'entreposage et le transport. Il est fortement recommandé de recourir à un service de livraison 24 heures pour l'expédition des échantillons.

Légumes-feuilles (p. ex. laitue, épinard, coriandre; s'applique aussi aux plantes herbacées échantillonnées à des fins environnementales)

- 1) Préciser le point d'échantillonnage au moyen d'un GPS et/ou de mesures manuelles par rapport à un emplacement connu. Aussi, photographier chaque point d'échantillonnage et inscrire le numéro de la photographie dans le carnet de terrain.
- 2) En portant des gants non poudrés de style nitrile, sélectionner un végétal et indiquer l'emplacement du végétal sur la carte de la zone d'étude; prélever le végétal de la même façon qu'il aurait été récolté par des récepteurs humains ou environnementaux.
- 3) Si les échantillons doivent être rincés avant l'analyse, nettoyer le tissu végétal dans un seau propre de 17 litres rempli d'eau désionisée et agiter délicatement l'échantillon ou enlever les particules de sol de la surface du végétal. Habituellement, les échantillons ne sont pas rincés s'ils sont prélevés à des fins d'évaluation des risques écologiques.
- 4) Retirer le tissu végétal du seau et secouer l'échantillon délicatement de manière à enlever le surplus d'eau. Photographier l'échantillon et consigner le numéro de la photographie dans un carnet de terrain. Emballer l'échantillon dans du papier d'aluminium et sceller celui-ci dans un sac à fermeture éclair étiqueté.
- 5) Congeler l'échantillon ou le conserver à 4 °C avant de l'envoyer au laboratoire pour analyse chimique.
- 6) Une fois l'échantillonnage terminé, laver tous les outils ayant servi à l'échantillonnage avec de l'eau du robinet et un détergent doux sans phosphate, puis rincer trois fois avec de l'eau désionisée. Jeter tout le matériel d'échantillonnage jetable dans un sac à déchets et éliminer celui-ci conformément au plan de santé et de sécurité du projet.

Légumes-racines (p. ex. pommes de terre, carottes, oignons; s'applique aussi à d'autres racines, comme les tubercules de quenouilles, qui peuvent être échantillonnées à des fins environnementales)

MOR n° 13
Échantillonnage des végétaux

- 1) Suivre les étapes décrites ci-dessus pour les légumes-feuilles, sauf qu'il faut retirer de terre l'ensemble du végétal, couper le dessus de celui-ci et le secouer ensuite pour enlever autant de terre que possible si ce tissu n'est pas échantillonné.
- 2) Si les échantillons doivent être rincés avant l'analyse, nettoyer le végétal dans un seau rempli d'eau désionisée en utilisant une brosse à légumes pour enlever toutes les particules de sol. Rincer la racine avec de l'eau désionisée, puis emballer la racine dans du papier d'aluminium et la sceller dans un sac à fermeture éclair étiqueté. Habituellement, les échantillons ne sont pas rincés s'ils sont prélevés à des fins d'évaluation des risques écologiques.
- 3) Suivre les étapes décrites ci-dessus en ce qui a trait à l'entreposage, à l'expédition et à la décontamination.

Fruits (p. ex. courges, fèves, tomates; s'applique aussi aux baies et aux autres fruits pouvant être échantillonnés à des fins environnementales)

- 1) Suivre les étapes décrites ci-dessus pour les légumes-feuilles et les légumes-racines, sauf qu'on doit retirer manuellement le fruit à partir d'une vigne ou d'une tige ou le couper à l'aide d'un scalpel, d'une ébouteuse ou de cisailles décontaminées.
- 2) Immerger le végétal dans un seau contenant de l'eau désionisée et enlever tout résidu de sol (si l'échantillon est utilisé pour une évaluation des risques pour la santé humaine). Pour les fruits comme le maïs, utiliser un couteau en acier inoxydable pour retirer les grains et leur permettre de tomber directement dans le sac à fermeture éclair.
- 3) Suivre les étapes décrites ci-dessus en ce qui a trait à l'entreposage, à l'expédition et à la décontamination.

Végétation aquatique

- 1) En portant des gants non poudrés de type nitrile, utiliser un râteau ou un outil de jardin pour prélever la totalité du végétal du milieu aquatique (s'applique aussi bien à la végétation émergente qu'à la végétation submergée). Secouer le végétal pour enlever l'excès d'eau.
- 2) Examiner les végétaux pour déceler la présence d'invertébrés (p. ex. escargots, petits ménés, autres biotes) qui peuvent être enlevés à la main.
- 3) Suivre les étapes décrites ci-dessus en ce qui a trait à l'entreposage, à l'expédition et à la décontamination.

BIBLIOGRAPHIE

- Ecology. 2001. *Aquatic Plant Sampling Protocols*, Washington State Department of Ecology Environmental Assessment Program, Olympia, Washington 98504-7710, juin 2001. N° du plan d'eau WA-25-5010. N° de publication 01-03-017. Internet : <http://www.ecy.wa.gov/biblio/0103017.html>.
- Santé Canada. 2007. *L'évaluation des risques pour les sites contaminés fédéraux au Canada: Guide supplémentaire sur l'évaluation des risques pour la santé humaine liés aux aliments d'origine locale (ÉRSH_{aliments})*, version 1.1 (provisoire), août 2007. Préparé par la Division des lieux contaminés.
- United States Department of Agriculture. 2002. *Collection of Garden Vegetables*, Animal and Plant Health Inspection Service, Washington, D. C. SOP n° EM-07. Document téléchargé en mars 2009 à http://www.aphis.usda.gov/plant_health/plant_pest_info/emt/downloads/07-vegetation.pdf.
- United States Environmental Protection Agency. 1999. *Garden Vegetable Sampling at Residences for Determination of Risk-based Exposure to Metals*, Washington, D.C., 10 septembre. ISSI, SOP n° ISSI-VBI70-06 Rev. #0.

MODE OPÉRATOIRE RECOMMANDÉ NOMBRE 14: ÉCHANTILLONNAGE DES INVERTÉBRÉS TERRESTRES

- PORTÉE** Le présent mode opératoire recommandé (MOR) fournit des orientations générales sur la manière de prélever des échantillons représentatifs de tissus d'invertébrés terrestres dans le but de les soumettre à des analyses chimiques. Les invertébrés terrestres comprennent des organismes provenant d'un vaste éventail de taxons, allant des plus primitifs (vers) aux plus évolués (insectes).
- Il existe plusieurs méthodes pour le prélèvement d'échantillons de tissus d'invertébrés, et des procédures particulières peuvent s'appliquer à chacune de ces méthodes. Cependant, les descriptions détaillées des procédures rarement utilisées dépassent la portée du présent MOR. Des renseignements additionnels sur l'échantillonnage des tissus d'invertébrés terrestres figurent au chapitre 11 du volume 1 du *Guide sur la caractérisation environnementale des sites dans le cadre de l'évaluation des risques pour l'environnement et la santé humaine* (volume intitulé *Orientations*).
- APPLICATION** Le présent MOR décrit les méthodes à suivre pour le prélèvement d'échantillons de tissus d'invertébrés pour l'analyse chimique à l'appui des évaluations des risques écologiques.
- QUAND?** Les échantillons de tissus d'invertébrés terrestres sont habituellement prélevés pour caractériser les concentrations de contaminants potentiellement préoccupants (CPP) chez les invertébrés terrestres, de manière à permettre l'estimation des expositions alimentaires pour des composantes valorisées de l'écosystème (CVE) dans les évaluations des risques écologiques.
- POURQUOI?** L'échantillonnage de tissus d'invertébrés terrestres est habituellement réalisé pour évaluer la biodisponibilité de CPP dans le sol et pour obtenir des mesures directes de l'exposition alimentaire de CVE invertivores pour l'évaluation des risques écologiques.
- COMMENT?** Le choix de la méthode d'échantillonnage des invertébrés terrestres dépend surtout des organismes ciblés (p. ex. vers, araignées, insectes), des CPP, du type d'habitat à caractériser pour l'exposition (p. ex. forêts ou prairies) ainsi que de la sensibilité de l'organisme ciblé à la méthode d'échantillonnage (c.-à-d. pièges à fosse ou excavation de terre).
- TYPES** *Pièges à fosse* : L'utilisation de pièges à fosse est la méthode privilégiée pour le prélèvement d'invertébrés terrestres vivant en surface plutôt que dans la terre.

Excavation de terre : L'excavation de terre est la méthode privilégiée pour le prélèvement d'invertébrés terrestres vivant dans la terre ou sous la surface du sol, tels les vers.

D'autres renseignements sur ces méthodes et sur d'autres méthodes de piégeage sont présentés dans *Ecological Methods with Particular Reference to the Study of Insect Populations* (Southwood, 1978) et dans l'article « Inventory Methods for Terrestrial Arthropods », paru dans le n° 14 de la revue *Standards for Components of British Columbia's Biodiversity* (BCMOE, 1998).

PRÉLÈVEMENT Un point important à prendre en considération dans l'échantillonnage des tissus d'invertébrés terrestres est la méthode de prélèvement et d'expédition des échantillons. Avant de commencer l'échantillonnage, communiquer avec le laboratoire d'analyse pour s'assurer que l'équipement d'échantillonnage n'entraînera pas la contamination croisée des échantillons.

IMPORTANT : Tous les invertébrés terrestres secrètent des toxines pour leur défense, et l'exposition à ces toxines peut causer une réaction allergique chez certaines personnes.

En cas de morsure, de piqûre ou d'exposition à des poils urticants ou à des toxines de diploptides :

- Laver immédiatement la zone exposée avec de l'eau chaude et un savon antibactérien. Utiliser l'eau la plus chaude possible, sans pour autant brûler la peau. L'eau chaude est plus efficace et aide à neutraliser le venin.
- En cas d'exposition à des poils urticants, laver la zone avec de l'eau chaude et un savon antibactérien. **Ne pas toucher** à son visage ni à ses yeux avant d'avoir obtenu une assistance médicale pour retirer tous les poils.
- Consulter un professionnel de la santé si on soupçonne une réaction allergique ou en cas d'exposition à des poils urticants.
- Avant de consulter un professionnel de la santé, s'assurer de noter le nom de l'espèce d'invertébré terrestre à laquelle on a été exposé afin d'obtenir un traitement adéquat.

Remarque : L'information ne remplace pas un diagnostic médical et un traitement.

LISTE DE CONTRÔLE POUR L'ÉCHANTILLONNAGE DES TISSUS D'INVERTÉBRÉS TERRESTRES

Liste de contrôle de l'équipement

- Pelle, tarière à main ou outil de jardin en acier inoxydable pour l'excavation de la terre (l'acier inoxydable est préférable à moins que l'équipement n'entre pas en contact avec les organismes à échantillonner – par exemple, on peut utiliser une pelle pour ramasser une pleine pelletée de terre, puis cueillir les vers de terre à la main).
- Gants non poudrés de style nitrile pour la manipulation des invertébrés.

MOR n° 14
Échantillonnage des invertébrés terrestres

- Pinces pour manipuler les invertébrés.
- Plateau de tri muni d'un tamis ou de mailles ou bol en acier inoxydable.
- Carnet de terrain et marqueurs permanents.
- Guide d'identification des invertébrés.
- Contenants en plastique avec couvercles pour les pièges à fosse.
- Système de positionnement global (GPS) et ruban de signalisation pour marquer l'emplacement des pièges à fosse.
- Équipement de protection individuelle.
- Seau de décontamination (17 litres) avec brosse.
- Matériel de décontamination, y compris des seaux, des brosses, du détergent surfactant et/ou des solvants organiques et un dispositif de confinement approprié pour l'eau de lavage.
- Eau désionisée.
- Papier d'aluminium.
- Grands sacs en plastique à fermeture éclair.
- Échelle graduée ou règle.
- Sacs à ordures.
- Glacière, matériel d'emballage et blocs réfrigérants (pour maintenir les échantillons à une température de 4 °C).
- Trousse de premiers soins.
- Appareil-photo.
- Plan du programme d'assurance de la qualité.
- Plan d'échantillonnage et de sécurité.
- Plan de santé et sécurité.

IMPORTANT : Communiquer à l'avance avec le laboratoire d'analyse pour déterminer si l'utilisation de papier d'aluminium à l'intérieur de sacs en plastique risque d'entraîner la contamination croisée des échantillons qui seront analysés pour les métaux ou d'autres analytes ciblés. Si c'est le cas, éviter d'utiliser du papier d'aluminium et placer simplement les poissons dans un sac en plastique, puis congeler le sac.

Planification et préparation

- Passer en revue les renseignements propres au site, comme les modèles régionaux d'utilisation des terres; la topologie et la topographie du site; les renseignements généraux sur le bassin versant; les plans d'eau présents; la profondeur de l'eau; la répartition, l'épaisseur et le type de sédiments; la nature du rivage; les sources potentielles de substances chimiques au large et sur la rive; les habitats écologiques et les composantes valorisées de l'écosystème (CVE); l'usage de la zone d'étude pour la pêche, la récolte de crustacés et la navigation de plaisance ou les loisirs; ainsi que l'utilisation actuelle et prévue de l'eau.
- Procéder à une reconnaissance du site pour aider à établir le plan du programme d'assurance de la qualité, le plan d'échantillonnage et d'analyse et le plan de santé et sécurité.
- Utiliser le levé de reconnaissance pour caractériser de façon générale la densité relative des invertébrés, le nombre approximatif de points d'échantillonnage et la masse d'échantillons requise pour les CPP.
- Établir le plan du programme d'assurance de la qualité.
 - Définir et préciser les objectifs en matière de qualité des données, y compris les types précis d'échantillons d'assurance et de contrôle de la qualité (AQ/CQ) nécessaires pour satisfaire à ces objectifs en matière de qualité des données. Pour évaluer la variabilité des points d'échantillonnage, il convient généralement de prélever des échantillons en duplicata à un taux de 10 %.
- Établir le plan d'échantillonnage et d'analyse.

Renseignements essentiels

- Le plan d'échantillonnage et d'analyse doit préciser les types d'invertébrés ciblés et indiquer si les invertébrés ciblés vivent en surface ou sous terre. Le plan doit aussi préciser dans quelle mesure il faut produire des échantillons composites (c.-à-d. utiliser uniquement des vers de terre ou utiliser plutôt tous les invertébrés observés).
- Un guide sur les invertébrés est utile pour détecter et trier les invertébrés selon un niveau taxonomique approprié.

- Déterminer les cycles biologiques des organismes ciblés pour vérifier si les organismes sont actifs et disponibles pour l'échantillonnage durant le moment de l'année visé et dans les conditions atmosphériques observées. Consulter les ressources Web disponibles concernant les invertébrés terrestres sur le site de la Commission biologique du Canada pour obtenir

les clés et des renseignements sur le cycle biologique (http://biologicalsurvey.ca/?lang=fr_CA).

- Déterminer si des espèces protégées par des règlements fédéraux, provinciaux ou territoriaux sont susceptibles d'être présentes. Si c'est le cas, choisir une méthode d'échantillonnage pouvant réduire au minimum les conséquences indésirables pour ces espèces.
- Passer en revue les caractéristiques et les types d'habitats de la zone d'étude et dessiner une carte des points d'échantillonnage qui fournit une couverture représentative des types d'habitats avec l'exposition.
- Consulter le laboratoire d'analyse pour déterminer la masse minimale par échantillon ou par échantillon composite requise pour les analyses chimiques.
- Déterminer si les échantillons de tissus obtenus par excavation de terre seront purgés du sol ingéré (c.-à-d. dépuración). Si la dépuración est nécessaire, prévoir une période d'au moins 24 heures pour permettre l'élimination du sol par les organismes vivants ciblés qui sont soumis à des analyses chimiques. Communiquer avec le laboratoire pour déterminer les temps de conservation appropriés et pour s'assurer que le temps nécessaire pour la dépuración ne compromettra pas les analyses chimiques.
- Déterminer si les invertébrés seront lavés pour éliminer l'excès de terre et, si c'est le cas, préciser la méthode qui réduit au minimum la manipulation et qui utilise de l'eau désionisée.
- Déterminer les méthodes de prélèvement, de traitement et d'expédition des échantillons en consultation avec le laboratoire d'analyse. Discuter de la méthode de préparation désirée (p. ex. dépuración) pour l'analyse chimique.
- Dresser la liste de l'équipement, des fournitures et des procédures liés à l'étiquetage, la conservation, la décontamination, la manipulation et l'expédition des échantillons.

IMPORTANT : Consulter le laboratoire d'analyse à propos des exigences relatives au volume et à la conservation des échantillons, y compris les temps de conservation. Élaborer un plan d'échantillonnage et d'analyse énonçant précisément les pratiques qui seront utilisées pour empêcher le dépassement des temps de conservation fixés. Le plan d'échantillonnage et d'analyse devrait préciser le temps de conservation pour chaque CPP, surtout pour les CPP dont les temps de conservation, courts, peuvent déterminer certains aspects de la logistique sur le terrain. Collaborer avec le laboratoire en ce qui a trait aux méthodes d'expédition et au traitement.

- Établir le plan de santé et sécurité (y compris le plan d'urgence).
 - Déterminer les exigences en matière de sécurité précisément associées aux besoins d'échantillonnage et planifier en conséquence. Ces exigences sont déterminées en fonction de ce qui suit : les caractéristiques de la zone d'étude, les CPP et les précautions prises pour la santé et la sécurité individuelles (p. ex. dispositifs de flottaison et autres articles pour la sécurité sur les bateaux, le cas échéant, vêtements et gants résistant aux produits chimiques, dispositifs de protection des voies respiratoires, dispositifs de protection des oreilles et des yeux, etc.).
 - Vérifier le bon fonctionnement et l'intégrité du matériel de protection individuelle, incluant les appareils respiratoires et les filtres.
 - Si une solution de formaldéhyde doit être utilisée, elle doit être expédiée conformément aux exigences applicables aux marchandises dangereuses et traitée suivant les exigences du Système d'information sur les matières dangereuses utilisées au travail (SIMDUT) (p. ex. conserver la solution dans l'armoire pour produits chimiques dangereux et l'utiliser sous une hotte à aspiration, tout en fournissant des fiches signalétiques la concernant).
 - Prévoir le port de casques de protection, de gants et de chaussures à embout d'acier au travail s'il y a risque de blessures à la tête, aux mains ou aux pieds.
 - Déposer un plan topographique avec un superviseur qui se trouve sur la terre ferme.
 - Le prélèvement d'échantillons dans des conditions extrêmement chaudes et humides est associé à un risque de déshydratation et de coup de chaleur. Par temps chaud, les membres de l'équipe d'échantillonnage doivent donc transporter une quantité suffisante d'eau ou d'autres liquides afin de se protéger contre la déshydratation.

- Réserver, commander et emballer tout le matériel nécessaire.
 - Obtenir et préparer le matériel d'échantillonnage et d'entreposage, les contenants à échantillons, les matériaux et les documents nécessaires.
 - Par souci d'efficacité et pour diminuer les activités de décontamination sur le terrain, il faudrait nettoyer et décontaminer tout le matériel d'échantillonnage au laboratoire ou au bureau de terrain avant de se rendre au site d'échantillonnage. Si possible, il faudrait disposer d'un équipement complet nettoyé et décontaminé pour chaque site d'échantillonnage.
- Déterminer si des permis sont requis pour le piégeage ou la manipulation d'insectes, et obtenir tout permis requis auprès des organismes de réglementation territoriaux, provinciaux ou fédéraux appropriés.
- S'il faut pénétrer dans une propriété privée, en obtenir la permission par écrit des propriétaires.
- Obtenir une attestation de compétence en premiers soins/RCR ainsi qu'une formation convenable en matière de sécurité pour tout le personnel sur le terrain.

IMPORTANT : Les échantillons biologiques prélevés pour analyse chimique ne doivent pas être conservés au moyen d'un agent chimique, tandis que les échantillons biologiques prélevés pour analyse taxonomique doivent être conservés au moyen d'agents chimiques. Communiquer à l'avance avec le laboratoire de taxonomie pour déterminer l'agent de conservation approprié et le type de contenant à utiliser avec ce dernier. Si les deux types d'échantillons doivent être prélevés, conserver les deux types d'échantillons biologiques dans des contenants distincts et clairement identifiés.

Prélèvement d'échantillons

Utilisation de pièges à fosse (pour prélever des invertébrés vivant en surface)

- 1) Établir une grille de piégeage ou tout autre plan d'échantillonnage approprié pour les emplacements de pièges à fosse. Utiliser un système GPS et/ou du matériel de signalisation pour marquer l'emplacement des pièges.
- 2) À l'aide d'une pelle ou d'une tarière à main, creuser un trou un peu plus profond et large que le contenant en plastique qui sera utilisé. Placer le contenant dans le trou de manière à ce que le couvercle soit égal (ou légèrement inférieur) à la surface du sol. Tasser fermement le sol autour du contenant.
- 3) Suspendre une assiette ou un couvercle en plastique ou en bois environ 2,5 centimètres (cm) au-dessus du piège pour protéger celui-ci contre la pluie. Ces couvercles doivent être lestés avec une pierre et supportés par des tiges carrées en bois ou des tiges en aluminium de 7,5 cm à 15 cm fixées à angles droits autour de

l'embouchure du piège de manière à former un X. Ces tiges de soutien doivent toucher l'embouchure du piège pour assurer la capture efficace des spécimens. Placées de cette façon, les tiges de soutien permettront de tenir fermement en place le couvercle et d'intercepter les spécimens qui se déplacent à proximité du piège en les dirigeant dans le piège. Les couvercles servent à tenir les débris à l'extérieur du piège et empêchent l'entrée d'animaux et de précipitations par le dessus du piège.

- 4) Enregistrer l'emplacement du piège au moyen d'un GPS et/ou de mesures manuelles par rapport à un emplacement connu. Utiliser du ruban de signalisation ou des drapeaux fluorescents pour offrir un marquage visible au technicien de terrain au moment de vérifier les pièges. Photographier l'emplacement de chaque piège et inscrire le numéro de la photographie dans le carnet de terrain.
- 5) Vérifier les pièges tous les matins et tous les soirs. Si des invertébrés sont capturés, retirer les spécimens et trier ceux-ci selon le niveau taxonomique approprié, photographier l'échantillon, placer les organismes dans un sac à fermeture éclair étiqueté recouvert de papier d'aluminium, puis congeler ou stocker le sac à 4 °C pour expédition au laboratoire aux fins d'analyse chimique. Il est recommandé de manipuler le moins possible les spécimens. Les échantillons biologiques destinés à une analyse taxonomique doivent être conservés chimiquement, car la congélation peut endommager les tissus et nuire à l'identification subséquente.
- 6) Toujours porter des gants secs non poudrés de style nitrile.
- 7) Toujours se laver les mains en profondeur – avant et après la manipulation des invertébrés – avec du savon antibactérien et de l'eau.
- 8) Décontaminer tout le matériel d'échantillonnage avec de l'eau du robinet afin d'éliminer les particules de terre, puis utiliser un surfactant et rincer avec de l'eau désionisée, tel que décrit dans le plan d'échantillonnage et d'analyse.
- 9) Dans les notes de terrain, consigner avec précision tous les renseignements concernant l'activité d'échantillonnage en vue de l'établissement subséquent du rapport d'échantillonnage.

Excavation de terre (pour capturer des invertébrés vivant dans le sol)

- 1) Préciser le point d'échantillonnage au moyen d'un GPS et/ou de mesures manuelles par rapport à un emplacement connu. Photographier chaque point d'échantillonnage et inscrire le numéro de la photographie dans le carnet de terrain.
- 2) Déterminer la profondeur appropriée pour le prélèvement d'échantillon par l'excavation de terre et utiliser la pelle ou la tarière à main pour creuser jusqu'à

cette profondeur. Ajuster la zone d'échantillonnage à chaque emplacement afin de tenir compte de la masse minimale requise pour l'analyse chimique.

- 3) Toujours porter des gants secs non poudrés de style nitrile.
- 4) Après l'excavation de chaque point d'échantillonnage à l'aide d'une pelle, placer les matériaux de sol dans un tamis, un plateau ou un bol et, en brisant délicatement les morceaux de sol, retirer les invertébrés au fur et à mesure qu'ils sont observés et les placer dans un contenant à échantillon.
- 5) Si une dépuración est requise, placer les organismes vivants dans un bac de tri avec du papier filtre humide (utiliser de l'eau désionisée) et attendre 24 heures pour que la terre ingérée soit excrétée avant les analyses chimiques.
- 6) Combiner les tissus d'invertébrés, si nécessaire, en échantillons composites afin d'atteindre la masse minimale requise pour l'analyse chimique. Les décisions relatives à l'identité des organismes à regrouper dans un échantillon composite varient en fonction des objectifs de l'étude. Par exemple, s'il est possible que les données soient utilisées pour établir des facteurs de bioaccumulation pour le site, la proximité de chaque organisme avec l'échantillon de sol connexe aura une incidence sur les décisions liées à la composition de l'échantillon composite. D'un autre côté, si les échantillons d'invertébrés sont utilisés pour caractériser l'exposition des oiseaux ou des mammifères, il serait peut-être indiqué de grouper tous les types d'invertébrés susceptibles d'être consommés dans l'ensemble de la zone de recherche de nourriture des oiseaux ou des mammifères. Dans la mesure du possible, déterminer sur le terrain le taxon des invertébrés à l'aide de guides. Noter le nombre approximatif des différents types d'organismes compris dans chaque échantillon composite.
- 7) Si le plan d'échantillonnage et d'analyse le recommande, laver les invertébrés avec de l'eau désionisée pour enlever la terre excédentaire. Cependant, les organismes doivent être manipulés le moins possible.
- 8) Toujours se laver les mains en profondeur – avant et après la manipulation des invertébrés – avec du savon antibactérien et de l'eau.
- 9) Photographier l'échantillon, consigner la photographie et placer l'échantillon dans un sac à fermeture éclair étiqueté et recouvert de papier d'aluminium. Congeler ou conserver l'échantillon à 4 °C pour l'expédition. Éviter d'écraser ou de compacter les échantillons. Les échantillons biologiques destinés à une analyse taxonomique doivent être conservés chimiquement, car la congélation peut endommager les tissus et nuire à l'identification subséquente.
- 10) Décontaminer tout le matériel d'échantillonnage avec de l'eau du robinet afin d'éliminer les particules de terre, puis utiliser un surfactant et rincer avec de l'eau désionisée, tel que décrit dans le plan d'échantillonnage et d'analyse.

- 11) Dans les notes de terrain, consigner avec précision tous les renseignements concernant l'activité d'échantillonnage en vue de l'établissement subséquent du rapport d'échantillonnage.

BIBLIOGRAPHIE

Commission biologique du Canada. 1994. *Terrestrial Arthropod Biodiversity: Planning a Study and Recommended Sampling Techniques - A Brief Prepared by the Biological Survey of Canada (Terrestrial Arthropods)*, Ottawa, 1994. Réimprimé en 2007. Internet : http://biologicalsurvey.ca/?lang=fr_CA.

Ministère de l'Environnement, des Terres et des Parcs de la Colombie-Britannique. 1998. *Inventory Methods for Terrestrial Arthropods, Standards for Components of British Columbia's Biodiversity No. 40*. Préparé par la Resources Inventory Branch pour le Terrestrial Ecosystems Task Force Resources Inventory Committee, 19 octobre 1998, version 2.0. Internet <http://www.for.gov.bc.ca/hts/risc/pubs/tebiodiv/terranth/assets/arthropod.pdf>.

Southwood, T. R. E. 1978. *Ecological Methods with Particular Reference to the Study of Insect Populations*, 2^e édition, Chapman and Hall, London.

MODE OPÉRATOIRE RECOMMANDÉ NOMBRE 15: PRÉLÈVEMENT ET TRAITEMENT DES INVERTÉBRÉS BENTHIQUES

- PORTÉE** Le présent mode opératoire recommandé (MOR) fournit des instructions sur les méthodes à employer pour prélever et traiter les invertébrés benthiques dans des environnements d'eau douce, estuarienne ou marine afin d'assurer le contrôle de la qualité des activités sur le terrain ainsi que l'uniformité entre les techniciens. Des renseignements additionnels sur le prélèvement et le traitement des invertébrés benthiques figurent au chapitre 11 du volume 1 du *Guide sur la caractérisation environnementale des sites dans le cadre de l'évaluation des risques pour l'environnement et la santé humaine* (volume intitulé *Orientations*). Pour de plus amples renseignements, consulter également la section 9 du *Manuel des protocoles d'échantillonnage pour l'analyse de la qualité de l'eau au Canada* (http://www.ccme.ca/files/Resourcess/fr_water/protocols_document_f_final_1.0.pdf).
- APPLICATION** Le présent MOR décrit les méthodes à suivre pour prélever et traiter des invertébrés benthiques sur le terrain en vue d'une analyse des tissus et d'une analyse taxonomique (en appui à l'évaluation de la communauté benthique) aux fins de l'évaluation des risques pour la santé humaine et des risques écologiques.
- QUAND?** L'échantillonnage d'invertébrés benthiques est fréquemment utilisé dans les évaluations des risques écologiques pour évaluer la structure de la communauté d'invertébrés benthiques ainsi que pour estimer l'exposition des composantes valorisées de l'écosystème (CVE) qui consomment des invertébrés. L'évaluation de la communauté benthique est couramment utilisée dans les évaluations des risques écologiques afin d'évaluer la condition environnementale dans le cadre de l'approche triade de la qualité des sédiments (p. ex. voir le document d'Environnement Canada et du ministère de l'Environnement de l'Ontario [2007] pour obtenir des conseils sur l'utilisation de cette méthode pour évaluer des sédiments contaminés). L'échantillonnage et l'analyse des tissus de certains invertébrés aquatiques (p. ex. moules, myes et crabes) peuvent aussi servir à l'évaluation des risques pour la santé humaine en vue d'estimer l'exposition des personnes qui consomment de tels organismes.
- POURQUOI?** L'évaluation des invertébrés benthiques est considérée comme faisant partie intégrale de l'évaluation des sédiments contaminés au Canada. L'analyse de la structure de la communauté benthique est souvent utilisée dans les évaluations des risques écologiques pour évaluer la condition biologique de la zone d'étude par rapport à celle des zones de référence. L'échantillonnage et le traitement d'invertébrés benthiques peuvent être réalisés pour caractériser l'exposition d'invertébrés benthiques et de CVE consommant de tels organismes à des contaminants potentiellement préoccupants (CPP). L'échantillonnage et l'analyse chimique d'invertébrés benthiques peuvent aussi être réalisés en vue d'estimer la bioaccumulation et les effets indésirables possibles de la bioamplification.

COMMENT? Les échantillons d'invertébrés benthiques peuvent être prélevés à l'aide de différentes méthodes. Le choix de la méthode d'échantillonnage pour les environnements d'eau douce, estuarienne et marine dépend surtout des organismes ciblés, de l'habitat présent dans la zone d'étude et de la profondeur de l'eau.

TYPES **Pièges à organismes :** Les pièges offerts sur le marché pour les ménés, les crabes ou les homards sont faits de fils ou de treillis. Les pièges sont munis de goulottes qui permettent aux gros macroinvertébrés d'entrer, mais pas de sortir. Plusieurs de ces pièges (p. ex. pièges à vairons) sont faciles à construire. Les pièges sont déployés à la surface des sédiments et récupérés au moins une fois par jour. Les pièges à vairons sont efficaces pour capturer les espèces mobiles de macroinvertébrés. Des casiers à crabes ou à homards commerciaux peuvent être nécessaires pour le prélèvement de plus gros macroinvertébrés (p. ex. crabe nordique ou dormeur, homard). Il est important de prendre note que les casiers placés dans des endroits visibles risquent d'être déplacés ou vandalisés et qu'il faut donc prendre des mesures pour protéger l'équipement et les échantillons.

Échantillonneur de sédiments : Au moment de récupérer le dispositif de prélèvement d'échantillons, le sédiment prélevé est soit placé directement dans un contenant à échantillon et préservé, soit versé dans un seau à tamisage, dans une boîte à tamis ou dans une épuisette pour en éliminer les sédiments fins et ainsi réduire le volume de l'échantillon (ce qui est particulièrement utile pour les échantillons devant être expédiés). Une grille maillée de calibre 30 est courante pour l'eau douce, tandis qu'une grille maillée de plus petit calibre – p. ex. 0,5 à 0,1 millimètre (mm) – peut être plus utile pour l'échantillonnage en milieu marin. Les invertébrés et les sédiments restants qui s'accumulent dans le tamis sont rincés dans un contenant à échantillon prélavé et étiqueté pour l'entreposage en attendant le traitement (sur le terrain ou en laboratoire) et l'analyse. Les MOR pour l'échantillonnage de sédiments compris dans ce guide fournissent de l'information additionnelle sur les techniques d'échantillonnage des sédiments.

Récolte à la main : Dans les replats de marée ou les ruisseaux peu profonds, la façon la plus efficace de prélever des mollusques tels que des panopes du Pacifique, des myes et des moules consiste souvent à les récolter à la main ou à l'aide d'un râteau. Certains mollusques (p. ex. moules) peuvent aussi être prélevés à marée basse. La détection des zones susceptibles d'être excavées se fait par inspection visuelle. L'eau doit être suffisamment peu profonde pour permettre de voir le fond, de préférence à marée descendante. Les emplacements ciblés sont détectés en cherchant des trous dans la vase ou le sable, lesquels trous indiquent que des mollusques ont filtré l'eau. Des taches vaseuses et foncées peuvent indiquer un endroit où une mye a filtré de l'eau de mer et laissé une « tache » de vase à la surface. Les moules peuvent coloniser des éléments fixes situés dans la zone intertidale, tels des rochers, des jetées ou

des quais. Pour la collecte des myes dans la région du Pacifique (p. ex. panopes du Pacifique), l'utilisation d'une pelle pleine longueur est parfois nécessaire.

Épuisette : Dans les ruisseaux et les autres cours d'eau peu profonds, les épuisettes sont souvent utilisées pour prélever des échantillons d'invertébrés représentant différents habitats tels que des seuils, des rapides, des berges et des amas de feuilles. Les épuisettes sont offertes en plusieurs tailles et en différentes longueurs pour permettre les prélèvements dans différents substrats et dans différentes profondeurs de cours d'eau.

Filet troubleau : Dans les cours d'eau, on prélève parfois les échantillons d'invertébrés benthiques à l'aide de filets troubleaux en positionnant le fond du filet dans le lit du cours d'eau perpendiculairement à l'écoulement de l'eau et en se servant d'un pied ou d'une main pour déloger les organismes du substrat en amont du filet.

Échantillonneurs de Surber et de Hess : Ces deux dispositifs d'échantillonnage sont utilisés pour prélever des échantillons d'épibenthos dans les cours d'eau. La base de l'échantillonneur est enfouie dans le substrat, alors que le corps de maille de l'échantillonneur est dirigé vers l'amont et le filet de prélèvement est dirigé en aval. De gros éléments de substrat sont prélevés en amont de l'échantillonneur et maintenus dans le courant à l'avant du filet de prélèvement, alors que les macroinvertébrés sont décollés de la surface à l'aide d'une brosse en acier.

Des renseignements additionnels sur les dispositifs et les méthodes d'échantillonnage d'invertébrés benthiques sont présentés en référence à la fin du présent MOR (p. ex. Réseau canadien de biosurveillance aquatique [RCBA]; Florida Department of Environmental Protection, 2009; Jones *et al.*, 2004; United States Environmental Protection Agency [USEPA], 2000; USEPA, 2013).

Renseignements essentiels

Déterminer à l'avance le niveau de tri taxonomique requis sur le terrain. Communiquer avec le laboratoire d'analyse pour déterminer les techniques appropriées d'entreposage et de conservation pour tous les principaux taxons.

PRÉLÈVEMENT L'échantillonnage et le tri sur le terrain sont des éléments importants en ce qui a trait au prélèvement et au traitement de tissus d'invertébrés benthiques. Le niveau de tri taxonomique désiré sur le terrain doit être déterminé avant le début du programme d'échantillonnage. Parfois, le niveau de tri est déterminé par les analyses de données prévues. Le protocole du Réseau canadien de biosurveillance aquatique (RCBA) précise que le niveau des familles de l'organisation taxonomique est suffisant pour le benthos, tandis que d'autres

protocoles peuvent exiger la détermination du genre ou du genre et de l'espèce. Le protocole du RCBA a été élaboré pour l'eau douce; si le protocole doit être utilisé dans des environnements marins ou estuariens, le plan d'échantillonnage et d'analyse doit décrire de façon explicite les modifications à apporter au protocole. Si des échantillons sont soumis au laboratoire pour y subir un tri taxonomique additionnel, les méthodes de manipulation et d'entreposage des échantillons doivent avoir été l'objet d'une discussion préalable avec le laboratoire. De plus, avant de commencer le programme d'échantillonnage, si un échantillonnage et une analyse de tissus sont prévus (p. ex. analyse de la teneur en CPP ou en lipides), déterminer la masse minimale d'échantillons et les méthodes à utiliser pour le traitement et l'expédition.

LISTE DE CONTRÔLE POUR L'ÉCHANTILLONNAGE

Liste de contrôle de l'équipement

Pièges à organismes

- Pièges à vairons, casiers à crabes, casiers à homards ou autres types de pièges à organismes.
- Corde et/ou ficelle.
- Bouée pour le marquage en surface.
- Piquets, drapeaux et/ou système de positionnement global (GPS).
- Bols ou plateaux de tri en acier inoxydable.
- Pinces.
- Échelle graduée ou règle.
- Eau désionisée.
- Sacs ou contenants prélavés et étiquetés pour échantillons.
- Matériel de décontamination, y compris des seaux, des brosses, du détergent surfactant et/ou des solvants organiques et un dispositif de confinement approprié pour l'eau de lavage.
- Papier d'aluminium.
- Solution de fixation (p. ex. formol tamponné) au besoin pour l'identification taxonomique.
- Glacière, matériel d'emballage et glace ou glace sèche (pour les échantillons de tissus destinés à des analyses chimiques).

- Gants non poudrés type nitrile.
- Carnet de terrain et marqueurs permanents.
- Cuissardes.
- Équipement de protection individuel.
- Trousse de premiers soins.
- Appareil-photo.
- Plan du programme d'assurance de la qualité.
- Plan d'échantillonnage et d'analyse.
- Plan de santé et sécurité.

Échantillonneurs de sédiments

- Échantillonneurs de sédiments tels que Ponar, petit Ponar ou benne Van Veen.
- Seau à tamisage ou épuisette munie d'un cadre en forme de D (la taille du maillage varie en fonction du système). Une grille maillée de calibre 30 est courante pour l'eau douce, tandis qu'une grille maillée de plus petit calibre – p. ex. 0,5 à 0,1 millimètre (mm) – peut être plus utile pour l'échantillonnage en milieu marin.
- Solution de fixation (p. ex. formol tamponné) pour l'étude de la communauté benthique.
- Glacière, matériel d'emballage et glace ou glace sèche (pour les échantillons de tissus destinés à des analyses chimiques).
- Bols ou plateaux de tri en acier inoxydable.
- Pincettes.
- Échelle graduée ou règle.
- Eau désionisée.
- Matériel de décontamination, y compris des seaux, des brosses, du détergent surfactant et/ou des solvants organiques et un dispositif de confinement approprié pour l'eau de lavage.
- Sacs ou contenants prélavés et étiquetés pour échantillons.
- Papier d'aluminium.

- Gants non poudrés type nitrile.
- Carnet de terrain et marqueurs permanents.
- Cuissardes.
- Équipement de protection individuelle.
- Embarcation, si nécessaire, et dispositifs de flottaison pour tout le personnel de terrain.
- Carte bathymétrique (description détaillée du terrain submergé) ou cartes nautiques (essentiellement pour une navigation sécuritaire), s'il y a lieu.
- Trousse de premiers soins.
- Appareil-photo.
- Plan du programme d'assurance de la qualité.
- Plan d'échantillonnage et d'analyse.
- Plan de santé et sécurité.

Récolte à la main

- Râteau, truelle de jardin ou pelle propre pour les myes et les moules, couteau à huîtres ou levier pour les organismes incrustés.
- Seaux ou contenants prélavés et étiquetés pour échantillons.
- Eau désionisée.
- Matériel de décontamination, y compris des seaux, des brosses, du détergent surfactant et/ou des solvants organiques et un dispositif de confinement approprié pour l'eau de lavage.
- Sacs ou contenants prélavés et étiquetés pour échantillons.
- Papier d'aluminium.
- Glacière, matériel d'emballage et glace ou glace sèche (pour les échantillons de tissus destinés à des analyses chimiques).
- Échelle graduée ou règle.
- Gants non poudrés type nitrile.
- Carnet de terrain et marqueurs permanents.

- Cuissardes.
- Équipement de protection individuelle.
- Trousse de premiers soins.
- Appareil-photo.
- Plan du programme d'assurance de la qualité.
- Plan d'échantillonnage et d'analyse.
- Plan de santé et sécurité.

Épuisette

- Épuisette munie d'un cadre en forme de D avec tamis de calibre 30 et poignée graduée (0,1 m).
- Eau désionisée.
- Pincettes.
- Échelle graduée ou règle.
- Sacs ou contenants prélavés et étiquetés pour échantillons.
- Papier d'aluminium.
- Bols ou plateaux de tri en acier inoxydable.
- Matériel de décontamination, y compris des seaux, des brosses, du détergent surfactant et/ou des solvants organiques et un dispositif de confinement approprié pour l'eau de lavage.
- Glacière, matériel d'emballage et glace ou glace sèche (pour les échantillons de tissus destinés à des analyses chimiques).
- Solution de fixation (p. ex. formol tamponné) pour l'étude de la communauté benthique.
- Gants non poudrés type nitrile.
- Carnet de terrain et marqueurs permanents.
- Cuissardes.
- Équipement de protection individuelle.

- Trousse de premiers soins.
- Appareil-photo.
- Plan du programme d'assurance de la qualité.
- Plan d'échantillonnage et d'analyse.
- Plan de santé et sécurité.

Filet troubleau

- Pinces.
- Filet troubleau aquatique de forme carrée (taille des pores du tamis 900 microns)
- Bols ou plateaux de tri en acier inoxydable.
- Glacière, matériel d'emballage et glace ou glace sèche (pour les échantillons de tissus destinés à des analyses chimiques).
- Échelle graduée ou règle.
- Cuissardes.
- Équipement de protection individuelle.
- Carnet de terrain et marqueurs permanents.
- Solution de fixation (p. ex. formol tamponné) pour l'étude de la communauté benthique.
- Gants non poudrés type nitrile.
- Eau désionisée.
- Matériel de décontamination, y compris des seaux, des brosses, du détergent surfactant et/ou des solvants organiques et un dispositif de confinement approprié pour l'eau de lavage.
- Sacs ou contenants prélavés et étiquetés pour échantillons.
- Papier d'aluminium.
- Trousse de premiers soins.
- Appareil-photo.

- Plan du programme d'assurance de la qualité.
- Plan d'échantillonnage et d'analyse.
- Plan de santé et sécurité.

IMPORTANT : Communiquer à l'avance avec le laboratoire d'analyse pour déterminer si l'utilisation de papier d'aluminium à l'intérieur de sacs en plastique risque d'entraîner la contamination croisée des échantillons qui seront analysés pour les métaux ou d'autres analytes ciblés. Si c'est le cas, éviter d'utiliser du papier d'aluminium et placer simplement les poissons dans un sac en plastique, puis congeler le sac.

Planification et préparation

- Passer en revue les renseignements propres au site, comme les modèles régionaux d'utilisation des terres; la topologie et la topographie du site; les renseignements généraux sur le bassin versant; les plans d'eau présents; la profondeur de l'eau; la répartition, l'épaisseur et le type de sédiments; la nature du rivage; les sources potentielles de contaminants au large et sur la rive; les habitats écologiques et les composantes valorisées de l'écosystème (CVE); l'usage de la zone d'étude pour la pêche, la récolte de crustacés et la navigation de plaisance ou les loisirs; ainsi que l'utilisation actuelle et prévue de l'eau.
- Procéder à une reconnaissance du site afin d'aider à établir le plan du programme d'assurance de la qualité, le plan d'échantillonnage et d'analyse et le plan de santé et sécurité.

IMPORTANT : Avant de commencer l'échantillonnage, examiner la logistique sur le terrain – identifier les activités qui doivent être réalisées à bord de l'embarcation ou immédiatement sur le terrain par rapport à celles qui pourraient être effectuées plus tard sur terre, dans un laboratoire ou au bureau. Il est souvent plus prudent et plus efficace de conserver les échantillons sur le terrain, puis de les trier dans une roulotte de chantier ou au laboratoire.

- Établir le plan du programme d'assurance de la qualité.
 - Définir et préciser les objectifs en matière de qualité des données, y compris les types précis d'échantillons d'assurance et de contrôle de la qualité (AQ/CQ) nécessaires pour satisfaire à ces objectifs en matière de qualité des données.
 - Les procédures d'assurance de la qualité, comme celles décrites par l'ICES (2004), doivent être précisées dans le plan du programme d'assurance de la qualité.

MOR n° 15

Prélèvement et traitement des invertébrés benthiques

- Déterminer les échantillons de contrôle de la qualité qui seront prélevés sur le terrain pour le projet, incluant des échantillons en duplicata, les blancs de terrain, les blancs d'équipement et les blancs de transport, puis en planifier le prélèvement.
- Pour évaluer la variabilité des points d'échantillonnage, il convient généralement de prélever des duplicata à un taux de 10 %.
- Établir le plan d'échantillonnage et d'analyse.
 - Déterminer les cycles biologiques des organismes ciblés pour vérifier si les organismes sont actifs et disponibles pour l'échantillonnage durant le moment de l'année visé et dans les conditions atmosphériques observées.
 - Déterminer si des espèces protégées par des règlements fédéraux, provinciaux ou territoriaux sont susceptibles d'être présentes. Communiquer avec le laboratoire en ce qui a trait aux méthodes d'expédition et de traitement.
 - Pour une analyse de la teneur d'un tissu en contaminants, consulter le laboratoire pour connaître la masse minimale requise pour l'analyse et pour déterminer s'il y a des risques de contamination lors de l'utilisation d'agents de conservation.
 - Passer en revue les caractéristiques et les types d'habitats de la zone d'étude et dessiner une carte des points d'échantillonnage qui fournit une couverture représentative des types d'habitats avec l'exposition. Déterminer les types d'habitats appropriés pour l'organisme ciblé et le nombre d'échantillons ou de dragues par type d'habitat nécessaires pour obtenir la masse minimale requise pour l'analyse prévue.

IMPORTANT : Consulter le laboratoire d'analyse à propos des exigences liées au volume et à la conservation des échantillons, y compris les temps de conservation. Élaborer un plan de santé et sécurité énonçant précisément les pratiques qui seront utilisées pour ne pas dépasser les temps de conservation fixés. Le plan d'échantillonnage et d'analyse devrait préciser le temps de conservation pour chaque CPP, surtout pour les CPP dont les temps, courts, peuvent déterminer certains aspects de la logistique sur le terrain. Collaborer avec le laboratoire en ce qui a trait aux méthodes d'expédition et au traitement.

- Sans égard pour la méthode utilisée pour prélever les organismes (p. ex. myes, moules, homards, crabes), déterminer si les organismes devront subir une dépuración avant leur envoi au laboratoire pour analyse. Si l'objectif principal du prélèvement de ces organismes est d'évaluer les risques associés à la consommation humaine, la dépuración est appropriée

puisque la plupart des gens rincent à plusieurs reprises les myes, les moules, les homards et les crabes avant de les faire cuire. Si l'objectif principal est d'évaluer les risques écologiques basés sur des comparaisons avec des valeurs de référence toxicologiques fondées sur des tissus et provenant de la documentation scientifique, les pratiques de dépuración doivent être cohérentes avec celles de l'étude sous-jacente ayant servi à établir les valeurs de référence toxicologiques. Si l'objectif principal est d'évaluer les risques associés à la consommation par les espèces sauvages, les échantillons ne doivent pas être soumis à une dépuración, étant donné que les espèces sauvages consomment habituellement les invertébrés immédiatement après leur capture. Si la dépuración est nécessaire, prévoir une période d'au moins 24 heures pour permettre l'élimination des sédiments par les organismes vivants ciblés qui sont soumis à des analyses chimiques.

- Déterminer les méthodes de prélèvement, de traitement et d'expédition des échantillons en consultation avec le laboratoire d'analyse. Discuter de la méthode de préparation désirée (p. ex. dépuración) pour l'analyse chimique.
- Pour les échantillons destinés à une étude taxonomique, consulter le laboratoire concernant les agents de conservation appropriés (p. ex. éthanol à 90 %, formol à 10 %, autre) pour les types d'échantillons à prélever.
- Dresser la liste de l'équipement, des fournitures et des procédures liés à l'étiquetage, la conservation, la décontamination, la manipulation et l'expédition des échantillons.

IMPORTANT : Les échantillons biologiques prélevés pour analyse chimique *ne doivent pas* être conservés au moyen d'un agent chimique, tandis que les échantillons biologiques prélevés pour analyse taxonomique *doivent* être conservés au moyen d'agents chimiques. Communiquer à l'avance avec le laboratoire de taxonomie pour déterminer l'agent de conservation approprié et le type de contenant à utiliser avec ce dernier. Conserver les deux types d'échantillons biologiques dans des contenants distincts et clairement identifiés.

- Établir le plan de santé et sécurité (y compris le plan d'urgence).
 - Déterminer les exigences en matière de sécurité précisément associées aux besoins d'échantillonnage et planifier en conséquence. Ces exigences sont déterminées en fonction de ce qui suit : les caractéristiques de la zone d'étude, les CPP et les précautions prises pour la santé et la sécurité individuelles (p. ex. dispositifs de flottaison et autres articles pour la sécurité sur les bateaux, le cas échéant, vêtements et gants résistant aux

produits chimiques, dispositifs de protection des voies respiratoires, dispositifs de protection des oreilles et des yeux, etc.).

- Vérifier le bon fonctionnement et l'intégrité du matériel de protection individuelle, incluant les appareils respiratoires et les filtres.
 - Si une solution de formaldéhyde doit être utilisée, elle doit être expédiée conformément aux exigences applicables aux marchandises dangereuses et traitée suivant les exigences du Système d'information sur les matières dangereuses utilisées au travail (SIMDUT) (p. ex. conserver la solution dans l'armoire pour produits chimiques dangereux et l'utiliser sous une hotte à aspiration, tout en fournissant des fiches signalétiques la concernant).
 - Prévoir le port de casques de protection, de gants et de chaussures à embout d'acier au travail s'il y a risque de blessures à la tête, aux mains ou aux pieds.
 - Remettre un plan topographique et un plan concernant le bateau (si nécessaire) à un superviseur qui se trouve sur la terre ferme.
 - Le prélèvement d'échantillons dans des conditions extrêmement chaudes et humides est associé à un risque de déshydratation et de coup de chaleur. Par temps chaud, les membres de l'équipe d'échantillonnage doivent donc transporter une quantité suffisante d'eau ou d'autres liquides afin de se protéger contre la déshydratation.
- Réserver, commander et emballer tout le matériel nécessaire.
- Obtenir et préparer le matériel d'échantillonnage et d'entreposage, les contenants à échantillons, les matériaux et les documents nécessaires.
 - Par souci d'efficacité et pour diminuer les activités de décontamination sur le terrain, il faudrait nettoyer et décontaminer tout le matériel d'échantillonnage au laboratoire ou au bureau de terrain avant de se rendre au site d'échantillonnage. Si possible, il faudrait disposer d'un équipement complet nettoyé et décontaminé pour chaque site d'échantillonnage.
 - Si nécessaire, réserver une embarcation et prendre des dispositions pour avoir à bord un conducteur qualifié.
 - Préparer un carnet de terrain pour documenter toutes les activités liées à l'échantillonnage sur le terrain. Parmi les renseignements à inscrire, il y a les conditions atmosphériques, les progrès vers l'atteinte des objectifs d'échantillonnage, les dérogations au plan d'échantillonnage faites sur le terrain, les numéros d'identification des échantillons tels qu'indiqués sur les formulaires de chaîne de conservation du laboratoire, les observations

sur les échantillons, les agents de conservation utilisés et le protocole d'expédition.

- Déterminer si des permis sont requis pour le prélèvement d'organismes et obtenir tout permis requis auprès des organismes de réglementation territoriaux, provinciaux ou fédéraux appropriés.
- S'il faut pénétrer dans une propriété privée, en obtenir la permission par écrit des propriétaires.
- Obtenir une attestation de compétence en premiers soins/RCR ainsi qu'une formation convenable en matière de sécurité pour tout le personnel sur le terrain.

Prélèvement d'échantillons

Considérations générales

- 1) Le prélèvement d'échantillons par temps froid, particulièrement autour de plans d'eau froide, est associé à un risque d'hypothermie et de gelure. Les membres de l'équipe d'échantillonnage doivent porter des vêtements adéquats afin de se protéger contre le froid.
- 2) Prévoir le port de casques de protection, de gants et de chaussures à embout

IMPORTANT : Ne pas échantillonner de tissus d'invertébrés benthiques en période de crue ou de sécheresse pour éviter que les échantillons soient soumis à des influences hydrologiques atypiques et pour obtenir des échantillons représentatifs des types de communautés cibles échantillonnées.

d'acier au travail s'il y a risque de blessures à la tête, aux mains ou aux pieds.

- 3) L'étiquette des contenants à échantillons doit présenter le nom du site tel qu'il apparaît sur le formulaire de demande d'analyse de laboratoire, la date et l'heure du prélèvement de l'échantillon ainsi que le nom du préleveur ou toute autre information exigée par le laboratoire. Chaque étiquette d'échantillon doit comprendre l'information suivante :
 - nom du projet
 - identification du site
 - numéro de l'échantillon
 - date de l'échantillonnage
 - moment de l'échantillonnage
 - agent de conservation utilisé

- nom du préleveur
 - type d'analyse requise
- 4) Tous les échantillons de biote prélevés pour analyse chimique ou biologique doivent être refroidis immédiatement et entreposés à 4 °C.
 - 5) Les contenants à échantillons doivent être placés dans des sacs en plastique transparents pour réduire au minimum le risque de souiller le contenant de transport et pour protéger le personnel du laboratoire.
 - 6) Les contenants en verre doivent être protégés contre les risques de bris. Tous les échantillons de sédiments doivent être refroidis et conservés dans des glacières ou des contenants similaires à une température inférieure ou égale à 10 °C (mais supérieure au point de congélation). Remarque : Les températures préférables pour le transport des échantillons varient selon les types d'échantillons (échantillons de sédiments ou biologiques).
 - 7) Prendre note des agents de conservation utilisés et de la façon dont les échantillons ont été emballés sur le terrain et ont été expédiés au laboratoire.
 - 8) Dans les notes de terrain, consigner avec précision tous les renseignements concernant l'activité d'échantillonnage en vue de l'établissement subséquent du rapport d'échantillonnage. Il est important de ne pas rejeter l'échantillon dans l'eau avant d'avoir terminé l'échantillonnage afin de réduire au minimum la contamination des échantillons subséquents.

Pièges à organismes (peuvent être utilisés pour prélever des écrevisses ou d'autres macroinvertébrés benthiques aux fins d'analyse des tissus)

- 1) À la lumière d'une reconnaissance de la zone d'étude, sélectionner les emplacements pour la mise en place des pièges avant le début du programme d'échantillonnage. Considérer les besoins des organismes visés en matière d'habitat et placer les pièges en conséquence. Les pièges peuvent être utilisés avec succès dans les habitats lenticques et lotiques. Dans les eaux peu profondes, les zones qui présentent des débris submergés (p. ex. billes, roches) ou de la végétation émergente peuvent être les plus productives.
- 2) Déployer des pièges en attachant de la corde ou de la ficelle sur les pièges puis en plaçant les pièges sur la surface de sédiments. Pour faciliter la détection à partir de la surface, il peut être utile d'attacher une bouée à chaque piège à l'aide d'une corde ou d'une ficelle, particulièrement dans les grands plans d'eau. Étant donné que les appâts peuvent représenter une source d'exposition chimique, leur utilisation n'est pas recommandée. Si un appât est utilisé, un échantillon de l'appât doit être analysé pour les mêmes substances cibles que celles analysées pour les tissus d'échantillons.
- 3) Marquer l'emplacement des pièges à l'aide de piquets, de dispositifs de signalisation et/ou d'un système de positionnement global (GPS).

MOR n° 15

Prélèvement et traitement des invertébrés benthiques

Photographier l'emplacement de chaque piège et inscrire le numéro de la photographie dans le carnet de terrain.

- 4) Vérifier les pièges au moins une fois par jour. Porter des gants non poudrés de style nitrile et récolter les écrevisses ou les autres invertébrés piégés. Les cages à homards ou à crabes peuvent être vérifiées moins fréquemment (c.-à-d. à intervalle d'un à trois jours).
- 5) Peser et trier sur place les organismes selon leur niveau taxonomique, puis les placer dans des sacs ou des contenants à échantillons prélavés et étiquetés. Photographier chaque échantillon et inscrire le numéro de la photographie dans le carnet de terrain.
- 6) Congeler ou conserver l'échantillon à 4 °C jusqu'à l'expédition. Communiquer au préalable avec le laboratoire d'analyse pour déterminer les limites appropriées pour le délai de conservation. Les échantillons biologiques destinés à une analyse taxonomique doivent être conservés au moyen d'agents de conservation, car la congélation peut endommager les tissus et nuire à l'identification.
- 7) Suivre les procédures de décontamination appropriées en fonction de l'équipement et des analytes ciblés, tant dans l'eau de surface que dans les sédiments.

IMPORTANT : Ne jamais compromettre sa sécurité ou celle d'un collègue sur le terrain pour prélever un échantillon. Toujours porter l'équipement de sécurité approprié comme un dispositif de flottaison. Quand on utilise des treuils, des câbles et des dispositifs apparentés, il est important de porter des gants, un casque, des lunettes de sécurité et des bottes à embout d'acier. La personne qui conduit une embarcation destinée au transport ou à l'échantillonnage doit être qualifiée et effectuer des manœuvres conformes à toutes les exigences des lois fédérales et provinciales.

Échantillonneurs de sédiments (peuvent être utilisés pour prélever des invertébrés benthiques pour l'analyse des tissus ou pour l'analyse de la taxonomie benthique dans n'importe quel habitat, mais ils sont particulièrement utiles dans les habitats marins ou d'eau douce plus profonds, où les autres méthodes ne peuvent pas être utilisées. Les échantillonneurs de sédiments appropriés pour divers habitats et différentes conditions sont décrits au chapitre 10 et dans les MOR connexes).

- 1) Si les dispositifs d'échantillonnage de sédiments sont utilisés à répétition, il faut veiller à éviter toute contamination croisée. Le prélèvement d'échantillons doit se faire en commençant par les zones où les concentrations de CPP sont les plus faibles (c.-à-d. les zones de référence ou les portions de la zone d'étude les plus éloignées des zones sources), puis en continuant avec les zones où les concentrations de CPP sont plus élevées.
- 2) Pour réduire au minimum le risque de prélever des sédiments en suspension dans les systèmes lotiques, commencer l'échantillonnage à l'emplacement le plus en aval, puis continuer en se dirigeant vers l'amont.
- 3) Marquer les points d'échantillonnage à l'aide de piquets, de dispositifs de signalisation et/ou d'un système de positionnement global (GPS). Photographier chaque point d'échantillonnage et inscrire le numéro de la photographie dans le carnet de terrain.
- 4) Prendre des précautions pour éviter de perturber les sédiments avant l'échantillonnage.
- 5) Porter des gants propres non poudrés de type nitrile à chaque point d'échantillonnage. Les gants ne doivent pas toucher à l'échantillon de sédiment et doivent être changés quand leur propreté est compromise.
- 6) Préparer l'échantillonneur pour son déploiement, notamment en s'assurant que le dispositif d'échantillonnage est bien décontaminé et fonctionne convenablement.
- 7) Abaisser l'échantillonneur au niveau du substrat en s'assurant qu'il repose bien à plat sur le substrat et en évitant de remuer le sédiment de façon excessive.
- 8) Activer le dispositif en suivant les consignes d'utilisation du fabricant et en le sortant délicatement de l'eau. Vérifier le bon fonctionnement du dispositif au moment où l'échantillonneur atteint la surface de l'eau (maintenir l'échantillonneur en position aussi horizontale que possible). S'il apparaît que le dispositif ne s'est pas activé correctement, vérifier l'acceptabilité de l'échantillon en inspectant l'échantillon. Si l'échantillon est inacceptable, jeter l'échantillon et décontaminer l'échantillonneur avant de le redéployer.
- 9) Vider ou décanter l'excès d'eau à l'extérieur de l'échantillonneur. Veiller à réduire au minimum la perte de matières à grains fins.

- 10) Ouvrir lentement l'échantillonneur et transférer les sédiments prélevés dans un seau à tamisage avec une cuillère en acier inoxydable. Au moment de récupérer le dispositif de prélèvement d'échantillons, on peut transférer les sédiments prélevés directement dans un contenant à échantillon et les préserver ou encore verser les sédiments dans un seau à tamisage, dans une boîte à tamis ou dans une épuisette pour en éliminer les sédiments fins et ainsi réduire le volume de l'échantillon (ce qui est particulièrement utile pour les échantillons devant être expédiés) avant son transfert dans un contenant à échantillon.
- 11) Si l'échantillon est placé dans un seau à tamisage, on peut enlever l'excès de sédiments en rinçant et en remuant vigoureusement le seau jusqu'à ce qu'il reste uniquement de gros débris et organismes. Si l'échantillon est placé sur un plateau perforé, on peut enlever l'excès de sédiments en rinçant jusqu'à ce qu'il reste uniquement de gros débris et organismes. On peut placer les plus petites quantités de sédiments dans une épuisette et les rincer pour en éliminer les sédiments fins.
- 12) Si on utilise un seau à tamisage, un plateau perforé ou une épuisette, on peut employer des gants et des pinces propres et recourir à des rinçages additionnels pour transférer les organismes dans des contenants à échantillons prélavés et étiquetés.

REMARQUE : Pour prélever des échantillons représentatifs de la communauté benthique, il est important que le processus de tamisage soit réalisé par du personnel de terrain expérimenté.

- 13) Pour obtenir le volume d'échantillons additionnel nécessaire, continuer de prélever des échantillons de sédiment à partir du même emplacement et répéter les étapes 6 à 12.
- 14) Les échantillons biologiques destinés à une analyse taxonomique doivent être conservés au moyen d'agents de conservation, car la congélation peut endommager les tissus et nuire à l'identification subséquente. Pour l'échantillonnage de la communauté benthique marine, les échantillons de sédiments sont tamisés à bord de l'embarcation, transférés dans des contenants et fixés immédiatement avec du formol tamponné. Le tri est habituellement effectué en laboratoire après que les échantillons ont été lavés et transférés dans de l'alcool à 70 % pour la conservation.
- 15) Tous les autres types d'échantillons peuvent être congelés ou conservés à 4 °C en attendant l'expédition.
- 16) Suivre les procédures appropriées liées aux conditions d'entreposage (c.-à-d. entreposage à 4 °C), à la chaîne de conservation et à l'expédition.
- 17) Après les activités d'échantillonnage, nettoyer et décontaminer tout l'équipement d'échantillonnage. En général, un nettoyage au moyen d'un

détergent doux sans phosphate suivi d'un rinçage avec de l'eau désionisée suffit. Recueillir l'eau de décontamination et la mettre dans un lieu confiné pour l'éliminer convenablement.

Récolte à la main (principalement utilisée pour le prélèvement de mollusques dans des replats de marée ou dans de l'eau peu profonde pour l'analyse des tissus)

- 1) Avant de commencer, déterminer les points d'échantillonnage et le moment de l'échantillonnage, selon la fluctuation des marées et l'exposition de zones présentant des myes et des moules le long du rivage.
- 2) À l'aide d'un râteau, d'une truelle de jardin ou d'une pelle, excaver les myes ou les moules, puis les placer dans un seau propre. Il est possible que le prélèvement des moules qui colonisent des objets fixes (p. ex. rochers, jetées, quais) puisse se faire à la main (ou à l'aide d'un couteau en acier inoxydable, au besoin).
- 3) Préciser le point d'échantillonnage sur une carte, idéalement à l'aide d'un GPS. Photographier chaque point d'échantillonnage et inscrire le numéro de la photographie dans le carnet de terrain.
- 4) Trier les myes et les moules, puis mesurer la longueur et le poids de chaque spécimen. Placer les échantillons dans des sacs ou des contenants prélavés et étiquetés pour échantillons. Photographier chaque échantillon et inscrire le numéro de la photographie dans le carnet de terrain. Conserver l'échantillon sur de la glace jusqu'à son expédition.
- 5) Suivre les procédures appropriées liées aux conditions d'entreposage (c.-à-d. entreposage à 4 °C), à la chaîne de conservation et au transport.
- 6) Après les activités d'échantillonnage, nettoyer et décontaminer tout l'équipement d'échantillonnage. En général, un nettoyage au moyen d'un détergent doux sans phosphate suivi d'un rinçage avec de l'eau désionisée suffit. Recueillir l'eau de décontamination et la mettre dans un lieu confiné pour l'éliminer convenablement.

Épuisettes / filets troubleaux (peuvent être utilisés pour prélever des organismes épibenthiques en vue de l'étude de la communauté benthique dans des zones d'eau douce; peuvent aussi être utilisés pour prélever ces organismes pour l'analyse des tissus; les épuisettes peuvent aussi être utilisées dans certains habitats estuariens ou marins peu profonds)

- 1) Utiliser un système de positionnement global (GPS) et/ou des drapeaux de signalisation pour marquer le centre du point d'échantillonnage. Photographier chaque point d'échantillonnage et inscrire le numéro de la photographie dans le carnet de terrain. Inclure une description du site, de l'habitat, du substrat, de l'intégration, du pourcentage de couverture et des autres facteurs liés à l'habitat à utiliser dans l'analyse de la communauté.

- 2) L'utilisation d'épuisettes ou de filets troubleaux pour prélever des tissus de macroinvertébrés aquatiques aux fins d'analyse est plus efficace dans les types d'habitats productifs, tels que les amas de feuilles, les chicots, la végétation aquatique, les racines et les affleurements rocheux. L'utilisation d'échantillonneurs de Surber et de Hess est plus efficace dans les zones turbulentes des cours d'eau douce. Les habitats qui se trouvent dans des zones où la vitesse de l'eau est supérieure à 0,2 mètre par seconde doivent être préférés à ceux qui se trouvent dans des zones où la vitesse est moins élevée, car les macroinvertébrés sont plus faciles à capturer dans le filet puisqu'ils dérivent vers l'aval quand ils sont délogés.
- 3) Pour réduire au minimum le risque de prélèvement de sédiments en suspension dans les systèmes lotiques, commencer l'échantillonnage à l'emplacement le plus en aval puis continuer en se dirigeant vers l'amont. Se tenir face au courant et s'approcher du site en partant d'une section en aval tout en tirant le filet derrière soi (c.-à-d. que le filet doit être en aval du mouvement des pieds, de sorte que les organismes délogés par les pieds sont capturés par le filet).
- 4) Avec une épuisette, effectuer plusieurs (au moins trois) passages dans chaque site de drague de 0,5 m avec une épuisette munie d'un cadre en forme de D dans les habitats les plus productifs. Déloger les matériaux avec les pieds ou encore en draguant ou sondant les sédiments, puis attraper les organismes en les laissant dériver dans le filet et en dirigeant le filet vers les matériaux déplacés. Avec un filet troubleau, déloger les matériaux à l'aide des pieds tout en tenant le filet directement en aval pour attraper les matériaux à la dérive. Commencer en aval et marcher ou donner des coups de filet en avant dans les types d'habitats les plus productifs pour capturer des invertébrés. Le protocole du RCBA pour l'analyse des communautés benthiques précise que chaque échantillon est prélevé en donnant des coups de filet pendant une durée de 3 minutes en suivant un parcours en zigzag; sans égard au protocole du RCBA ou à tout autre protocole utilisé, il est essentiel que le niveau d'effort soit comparable à chaque point d'échantillonnage afin que les résultats obtenus pour la communauté puissent être comparés entre les points d'échantillonnage.
- 5) Il faut porter une paire de gants propres non poudrés de type nitrile avant de manipuler les échantillons de macroinvertébrés provenant de chaque site. Les gants doivent être changés quand leur propreté est compromise.
- 6) Retirer les organismes du filet entre chaque point d'échantillonnage. Placer les échantillons dans des contenants à échantillons prélevés et étiquetés et mettre les contenants sur de la glace sèche avant de les retourner dans la zone de traitement.
- 7) Étiqueter chaque contenant à échantillon avec un numéro d'identification du projet ou un code de projet ainsi qu'avec la date, l'heure de l'échantillonnage,

le numéro d'identification de l'échantillon, les analytes ciblés et les initiales des préleveurs.

- 8) Dans la zone de traitement, drainer et peser les échantillons. Photographier chaque échantillon et inscrire le numéro de la photographie dans le carnet de terrain. Congeler ou entreposer les échantillons à 4 °C. Les échantillons biologiques destinés à une analyse taxonomique doivent être conservés au moyen d'agents de conservation, car la congélation peut endommager les tissus et nuire à l'identification.
- 9) Les échantillons provenant des zones où les concentrations de CPP sont les plus élevées doivent être conservés séparément de ceux qui contiennent possiblement des contaminants à l'état de traces. Les échantillons de la zone de référence doivent être conservés dans des glacières et des contenants d'expédition distincts.
- 10) Suivre les procédures appropriées liées aux conditions d'entreposage (c.-à-d. entreposage à 4 °C), à la chaîne de conservation et au transport.
- 11) Après les activités d'échantillonnage, nettoyer et décontaminer tout l'équipement d'échantillonnage. En général, un nettoyage au moyen d'un détergent doux sans phosphate suivi d'un rinçage avec de l'eau désionisée suffit. Recueillir l'eau de décontamination et la mettre dans un lieu confiné pour l'éliminer convenablement.

BIBLIOGRAPHIE

- Réseau Canadien de Biosurveillance Aquatique (RCBA) (eaux douces). Internet : <http://www.ec.gc.ca/rcba-cabin/default.asp?lang=Fr&n=72AD8D96-1>.
- Environnement Canada et ministère de l'Environnement de l'Ontario. 2007. *Cadre décisionnel pour Canada-Ontario concernant l'évaluation des sédiments contaminés des Grands Lacs*. PIBS 6223f
- Florida Department of Environmental Protection. 2009. *Status and Temporal Variability Monitoring Networks Sampling Manual*, Watershed Monitoring Section, janvier, Tallahassee, Floride.
- ICES. 2004. *Biological monitoring: General guidelines for Quality Assurance*, éd. par H. Rees, ICES Techniques in Marine Environmental Sciences, n° 32, 44 p.
- Jones, C. K.M. Somers, B. Craig, et T.B. Reynoldson. 2004. *Réseau de surveillance biologique du benthos de l'Ontario : Protocole, version 1.0*, mai 2004. Internet : <http://www.svca.on.ca/downloads/benthos/V%201.0%20OBBN%20Protocol%20Manual.pdf>
- United States Environmental Protection Agency. 2000. *Estuarine and Coastal Marine Waters: Bioassessment and Biocriteria Technical Guidance*, Office of Water. Washington, D.C. EPA-822-B-00-024. Internet : <http://www.epa.gov/waterscience/biocriteria/States/estuaries/estuaries.pdf>
- United States Environmental Protection Agency. 2013. *Operating Procedure for Multi-Habitat Macroinvertebrate Sampling in Wadeable Freshwater Streams*, Region 4, U.S. Environmental Protection Agency, Science and Ecosystem Support Division, 4 décembre 2013, Athens, Georgia. SESDPROC-508-R3. Internet <http://www.epa.gov/region4/sesd/fbqstp/>.

MODE OPÉRATOIRE RECOMMANDÉ NOMBRE 16: ÉCHANTILLONNAGE DES POISSONS

- PORTÉE** Le présent mode opératoire recommandé (MOR) fournit des instructions sur les méthodes à employer pour prélever des échantillons de poissons dans différents types de plans d'eau (p. ex. en eau douce, en mer, système lentique, système lotique, eau peu profonde, eau profonde). Des renseignements additionnels sur le prélèvement de tissus de poissons figurent au chapitre 11 du volume 1 du *Guide sur la caractérisation environnementale des sites dans le cadre de l'évaluation des risques pour l'environnement et la santé humaine* (volume intitulé *Orientations*). Pour de plus amples renseignements, consulter également la section 8 du *Manuel des protocoles d'échantillonnage pour l'analyse de la qualité de l'eau au Canada* (http://www.ccme.ca/files/Resourcess/fr_water/protocols_document_f_final_1.0.pdf).
- APPLICATION** Le présent MOR décrit les procédures de manipulation, la méthodologie et l'équipement nécessaires pour prélever efficacement des échantillons de poissons à l'appui des évaluations des risques pour la santé humaine et des risques écologiques.
- QUAND?** Les échantillons de poissons sont habituellement prélevés aux fins suivantes :
- 1) caractériser la bioaccumulation de contaminants potentiellement préoccupants (CPP) dans le milieu aquatique aux fins des évaluations des risques pour la santé humaine et des risques écologiques;
 - 2) modéliser la bioaccumulation dans les composantes valorisées de l'écosystème (CVE) qui consomment des poissons (c.-à-d. poissons, oiseaux et mammifères piscivores);
 - 3) caractériser les risques potentiels pour la santé humaine liés à la consommation de poissons capturés à des fins récréatives, commerciales ou de subsistance;
 - 4) réaliser une analyse taxonomique des poissons et caractériser la situation générale de la communauté de poissons dans la zone d'étude.
- POURQUOI?** Il est essentiel de caractériser de façon exacte les concentrations de CPP dans des tissus de poissons – représentant les espèces, la taille et les méthodes de préparation ciblées par l'humain et les récepteurs écologiques – afin d'estimer avec précision les risques liés à la consommation de poissons. Les risques pour les poissons en tant que tels peuvent aussi être évalués en comparant les concentrations mesurées dans les tissus de poissons aux seuils de protection pour les poissons trouvés dans la littérature et en évaluant la composition de la communauté, les rapports entre les sexes et l'état des poissons.

COMMENT? Il existe plusieurs techniques pour prélever des échantillons de poissons. Le choix de la méthode d'échantillonnage dépend surtout de ce qui suit : les objectifs de l'étude; la taille des poissons ciblés; les préférences des espèces de poissons ciblées en matière d'utilisation de l'habitat (p. ex. poissons se nourrissant sur le fond ou dans la colonne d'eau); les caractéristiques de l'habitat (p. ex. lacs, rivières d'eaux vives, petits étangs, estuaires, haute mer).

TYPES *Échantillonnage au moyen de verveux* : C'est une technique privilégiée en eaux peu profondes (c.-à-d. à moins d'un mètre de profond; en eaux peu profondes, les verveux créent un entonnoir dans lesquels les poissons peuvent entrer, mais dont ils ne peuvent pas sortir).

Échantillonnage au moyen de sennes : Cette technique est privilégiée pour le prélèvement de tissus de poissons destinés à l'analyse chimique quand le plan d'eau est exempt de barrières physiques ou de substrats susceptibles d'en compromettre l'utilisation. Cette technique est aussi privilégiée pour recueillir les petites proies ou jeunes poissons qui risquent d'être blessés par la pêche à l'électricité.

Pêche à l'électricité : Cette méthode est utilisée pour l'analyse des communautés de poissons (p. ex. inventaire de non-rétention) et pour l'analyse chimique de tissus, particulièrement quand des préoccupations relatives à la sûreté et des barrières physiques empêchent l'utilisation de sennes. La pêche à l'électricité peut représenter un danger en raison du courant électrique si la conductivité de l'eau est élevée (p. ex. eaux marines); les espèces de poissons ciblées ou non ciblées peuvent subir des dommages internes voire en mourir.

Pêche à la canne et au moulinet : Cette méthode est utilisée pour l'évaluation des risques pour la santé humaine quand l'objectif est d'échantillonner des poissons qui correspondent aux espèces capturées à des fins récréatives et consommées par l'humain. L'échantillonnage par la pêche à la canne et au moulinet peut être particulièrement utile dans les rivières au courant rapide, quand les autres méthodes peuvent poser problème. C'est aussi une bonne méthode lorsqu'on cible une espèce particulière ou un intervalle de grosseur donné, car la survie des prises est élevée après la remise à l'eau. Cependant, en plus de demander beaucoup de travail, cette méthode ne permet pas toujours de capturer un nombre adéquat d'échantillons.

Pièges à vairons : Les modèles de pièges à vairons disponibles sur le marché sont de forme conique ou cylindrique et sont constitués de fils ou de treillis. Les pièges sont munis de goulottes qui permettent aux invertébrés d'entrer, mais non de sortir. Il est également facile de construire des pièges à vairons en utilisant les plans disponibles auprès de différentes sources et des matériaux habituellement en vente dans n'importe quelle quincaillerie. Les pièges sont déployés à la surface des sédiments et récupérés au moins une fois par jour. Étant donné que les appâts peuvent représenter une source d'exposition chimique, leur utilisation n'est pas recommandée. Si un appât est utilisé, un

échantillon de l'appât doit être analysé pour les mêmes substances cibles que celles analysées pour les tissus d'échantillons.

Pêche au filet maillant : Les filets maillants sont couramment utilisés dans les lacs, les portions de rivières à faible courant et en milieu marin. Ces filets présentent des sections de treillis de monofilaments qui peuvent avoir des ouvertures de différentes dimensions et qui capturent les poissons par leur opercule. Il s'agit d'une méthode très efficace pour la capture de poissons, mais elle ne permet pas de cibler une espèce en particulier et est associée à un taux de mortalité élevé chez les poissons capturés. Les filets peuvent être mis en place à la surface de l'eau, à mi-eau ou au fond de l'eau en variant le poids de la ralingue supérieure et de la ralingue inférieure (parties supérieure et inférieure des filets).

Pour obtenir de l'information supplémentaire sur l'échantillonnage des tissus de poissons, consulter l'*Operating Procedure for Field Fish Sampling* de la United States Environmental Protection Agency (USEPA, 2011), le document *Fisheries Techniques* de l'American Fisheries Society (AFS, 1996) et le document *Fish Collection Methods and Standards* du Resources Information Standards Committee de la Colombie-Britannique (RISC, 1997). Pour de l'information sur l'euthanasie des poissons, consulter les *Lignes directrices sur : le soin et l'utilisation des poissons en recherche, en enseignement et dans les tests* du Conseil canadien de protection des animaux (CCPA, 2005) et le matériel de formation du ministère des Pêches et des Océans

(http://www.ccac.ca/Documents/Education_fr/POC/3_Euthanasie_des_poissons_a_nageoires.pdf).

Renseignements essentiels

- Durant la reconnaissance du site, déterminer la profondeur de l'eau et le type de substrat afin de choisir la méthode d'échantillonnage la plus appropriée.
- Si la pêche à l'électricité est privilégiée, s'assurer de bien connaître les exigences particulières à respecter en matière de sécurité pour éviter de nuire inutilement aux poissons et pour protéger le personnel qui procède à l'échantillonnage. Analyser les dangers liés à la pêche à l'électricité et les précautions à prendre dans le plan de santé et de sécurité.
- Lors de la capture d'un poisson, enregistrer sa longueur, son poids et toute autre observation pertinente.

PRÉLÈVEMENT Avant de commencer le programme d'échantillonnage, il est important de documenter toutes les méthodes qui seront utilisées dans un plan d'échantillonnage et d'analyse. Par exemple, la masse minimale des échantillons et les méthodes utilisées pour le traitement et l'expédition des échantillons de poissons (en fonction des CPP) sont définies dans ce plan. Si des échantillons de filets sont nécessaires (p. ex. pour l'évaluation des risques pour la santé humaine), il est important de communiquer avec le laboratoire d'analyse avant l'échantillonnage pour déterminer si les poissons doivent être mis en filet sur le terrain ou en laboratoire. De plus, l'analyse de la teneur en lipides peut être requise pour normaliser les concentrations tissulaires de composés chimiques lipophiles. Par conséquent, des dispositions doivent être prises à l'avance avec le laboratoire si une telle analyse est requise.

LISTE DE CONTRÔLE POUR L'ÉCHANTILLONNAGE

Liste de contrôle de l'équipement

Verveux

- Permis d'échantillonnage.
- Journaux de terrain.
- Verveux.
- Perches ou barres à clous en polychlorure de vinyle (PVC) (au moins 1 m de hauteur, 4 pour chaque filet).
- Bouées.
- Corde.
- Salopettes étanches.
- Dispositif de flottaison pour chaque membre du personnel.
- Seaux/viviers.
- Agents de conservation recommandés par le laboratoire (pour la conservation des échantillons de référence destinés à une analyse taxonomique ultérieure).
- Sacs ou contenants prélavés et étiquetés pour échantillons.
- Matériel de décontamination, y compris des seaux, des brosses, du détergent surfactant et/ou des solvants organiques et un dispositif de confinement approprié pour l'eau de lavage.
- Papier d'aluminium.

MOR n° 16
Échantillonnage des poissons

- Glacière, matériel d'emballage et glace ou glace sèche (pour les échantillons de tissus destinés à des analyses chimiques).
- Gants non poudrés type nitrile.
- Échelle graduée, ichtyomètre, règles.
- Guide d'identification des poissons ou clés taxonomiques de terrain.
- Système de positionnement global (GPS).
- Carte bathymétrique (description détaillée du terrain submergé) ou cartes nautiques (essentiellement pour une navigation sécuritaire), s'il y a lieu.
- Bloc-notes, crayons, marqueurs, etc.
- Trousse de premiers soins.
- Équipement de protection individuel.
- Appareil-photo.
- Plan du programme d'assurance de la qualité.
- Plan d'échantillonnage et d'analyse.
- Plan de santé et sécurité.

Sennes

- Permis d'échantillonnage.
- Journaux de terrain.
- Senne avec ralingue inférieure et ralingue supérieure.
- Perches (deux pour chaque senne) pour la pêche à la senne avec des perches.
- Embarcation, au besoin, pour la pêche à la senne à partir du rivage ou en eaux profondes et conducteur qualifié.
- Salopettes étanches.
- Dispositifs de flottaison individuels.
- Seaux/viviers.
- Guide d'identification des poissons ou clés taxonomiques de terrain.

MOR n° 16
Échantillonnage des poissons

- Agents de conservation recommandés par le laboratoire (pour la conservation des échantillons de référence destinés à une analyse taxonomique ultérieure).
- Sacs ou contenants prélavés et étiquetés pour échantillons.
- Matériel de décontamination, y compris des seaux, des brosses, du détergent surfactant et/ou des solvants organiques et un dispositif de confinement approprié pour l'eau de lavage.
- Papier d'aluminium.
- Glacière, matériel d'emballage et glace ou glace sèche (pour les échantillons de tissus destinés à des analyses chimiques).
- Gants non poudrés type nitrile.
- Échelle graduée, ichtyomètre, règles.
- GPS.
- Carte bathymétrique (description détaillée du terrain submergé) ou cartes nautiques (essentiellement pour une navigation sécuritaire), s'il y a lieu.
- Bloc-notes, crayons, marqueurs, etc.
- Trousse de premiers soins.
- Équipement de protection individuelle.
- Appareil-photo.
- Plan du programme d'assurance de la qualité.
- Plan d'échantillonnage et d'analyse.
- Plan de santé et sécurité.

Pêche à l'électricité

- Permis d'échantillonnage.
- Journaux de terrain.
- Dispositif dorsal ou fixé au bateau qui provoque des décharges électriques.
- Embarcation, si nécessaire, avec conducteur qualifié.
- Épuisettes, filets de blocage / senne.

MOR n° 16
Échantillonnage des poissons

- Gants en caoutchouc isolés.
- Salopettes étanches.
- Dispositifs de flottaison individuels.
- Seaux/viviers.
- Guide d'identification des poissons ou clés taxonomiques de terrain.
- Agents de conservation recommandés par le laboratoire (pour la conservation des échantillons de référence destinés à une analyse taxonomique ultérieure).
- Sacs ou contenants prélavés et étiquetés pour échantillons.
- Papier d'aluminium.
- Matériel de décontamination, y compris des seaux, des brosses, du détergent surfactant et/ou des solvants organiques et un dispositif de confinement approprié pour l'eau de lavage.
- Glacière, matériel d'emballage et glace ou glace sèche (pour les échantillons de tissus destinés à des analyses chimiques).
- Gants non poudrés type nitrile.
- Échelle graduée, ichtyomètre, règles.
- GPS.
- Carte bathymétrique (description détaillée du terrain submergé) ou cartes nautiques (essentiellement pour une navigation sécuritaire), s'il y a lieu.
- Bloc-notes, crayons, marqueurs, etc.
- Trousse de premiers soins.
- Équipement de protection individuelle.
- Appareil-photo.
- Plan du programme d'assurance de la qualité.
- Plan d'échantillonnage et d'analyse.
- Plan de santé et sécurité.

Pêche à la canne et au moulinet

- Embarcation, si nécessaire, avec conducteur qualifié.
- Carte bathymétrique (description détaillée du terrain submergé) ou cartes nautiques (essentiellement pour une navigation sécuritaire), s'il y a lieu.
- Canne(s) à pêche.
- Appâts pour les espèces ciblées.
- Ligne de pêche de la taille et de la solidité appropriées.
- Pinces.
- Échelle graduée, ichtyomètre, règles.
- Seaux/viviers.
- Agents de conservation recommandés par le laboratoire (pour la conservation des échantillons de référence destinés à une analyse taxonomique ultérieure).
- Sacs ou contenants prélavés et étiquetés pour échantillons.
- Matériel de décontamination, y compris des seaux, des brosses, du détergent surfactant et/ou des solvants organiques et un dispositif de confinement approprié pour l'eau de lavage.
- Papier d'aluminium.
- Glacière, matériel d'emballage et glace ou glace sèche (pour les échantillons de tissus destinés à des analyses chimiques).
- Gants non poudrés type nitrile.
- Guide d'identification des poissons ou clés taxonomiques de terrain.
- Trousse de premiers soins.
- Équipement de protection individuelle.
- Appareil-photo.
- Plan du programme d'assurance de la qualité.
- Plan d'échantillonnage et d'analyse.
- Plan de santé et sécurité.

Pièges à vairons

- Pièges à vairons.
- Bouée et corde pour le marquage en surface.
- Pieux, matériel de signalisation ou système de positionnement global (GPS).
- Carte bathymétrique (description détaillée du terrain submergé) ou cartes nautiques (essentiellement pour une navigation sécuritaire), s'il y a lieu.
- Seaux/viviers.
- Appâts si nécessaire.
- Embarcation, si nécessaire, avec conducteur qualifié.
- Agents de conservation recommandés par le laboratoire (pour la conservation des échantillons de référence destinés à une analyse taxonomique ultérieure).
- Échelle graduée ou règle.
- Eau désionisée.
- Sacs ou contenants prélavés et étiquetés pour échantillons.
- Matériel de décontamination, y compris des seaux, des brosses, du détergent surfactant et/ou des solvants organiques et un dispositif de confinement approprié pour l'eau de lavage.
- Papier d'aluminium.
- Glacière, matériel d'emballage et glace ou glace sèche (pour les échantillons de tissus destinés à des analyses chimiques).
- Gants non poudrés type nitrile.
- Carnet de terrain et marqueurs permanents.
- Guide d'identification des poissons ou clés taxonomiques de terrain.
- Cuissardes.
- Trousse de premiers soins.
- Équipement de protection individuelle.
- Appareil-photo.

- Plan du programme d'assurance de la qualité.
- Plan d'échantillonnage et d'analyse.
- Plan de santé et de sécurité.

IMPORTANT : Communiquer à l'avance avec le laboratoire d'analyse pour déterminer si l'utilisation de papier d'aluminium à l'intérieur de sacs en plastique risque d'entraîner la contamination croisée des échantillons qui seront analysés pour les métaux ou d'autres analytes ciblés. Si c'est le cas, éviter d'utiliser du papier d'aluminium et placer simplement les poissons dans un sac en plastique, puis congeler le sac.

IMPORTANT : Consulter le laboratoire d'analyse à propos des exigences liées au volume et à la conservation des échantillons, y compris les temps de conservation. Élaborer un plan d'échantillonnage et d'analyse énonçant précisément les pratiques qui seront utilisées pour empêcher le dépassement des temps de conservation fixés. Le plan d'échantillonnage et d'analyse devrait préciser le temps de conservation pour chaque CPP, surtout pour les CPP dont les temps de conservation, courts, peuvent déterminer certains aspects de la logistique sur le terrain. Collaborer avec le laboratoire en ce qui a trait aux méthodes d'expédition et au traitement.

Planification et préparation

- Passer en revue les renseignements propres au site, comme les modèles régionaux d'utilisation des terres; la topologie et la topographie du site; les renseignements généraux sur le bassin versant; les plans d'eau présents; la profondeur de l'eau; la répartition, l'épaisseur et le type de sédiments; la nature du rivage; les sources potentielles de contaminants au large et sur la rive; les habitats écologiques et les composantes valorisées de l'écosystème (CVE); l'usage de la zone d'étude pour la pêche, la récolte de crustacés et la navigation de plaisance ou les loisirs; ainsi que l'utilisation actuelle et prévue de l'eau.
- Si on envisage de recourir à la pêche à l'électricité, il faut déterminer la conductivité de l'eau au moment de la reconnaissance de la zone d'étude afin de s'assurer qu'elle est dans la plage des conditions recommandées par le fabricant de l'équipement.
- Au moment de la reconnaissance, explorer plusieurs zones de référence possibles afin de sélectionner celles qui se rapprochent le plus des conditions observées dans la zone d'étude (mais sans les CPP) et qui sont sécuritaires et accessibles. La caractérisation de l'eau *in situ* (pH, oxygène dissous, conductivité, température) peut aussi aider à détecter des zones de référence comparables.

MOR n° 16
Échantillonnage des poissons

- Établir le plan du programme d'assurance de la qualité.
 - Définir et préciser les objectifs en matière de qualité des données, y compris les types précis d'échantillons d'assurance et de contrôle de la qualité (AQ/CQ) nécessaires pour satisfaire à ces objectifs en matière de qualité des données. Pour évaluer la variabilité des points d'échantillonnage, il convient généralement de prélever des duplicata à un taux de 10 %.

- Établir le plan d'échantillonnage et d'analyse.
 - Passer en revue l'information disponible sur la zone d'étude afin de déterminer les espèces de poissons susceptibles d'être présentes et celles qui correspondent aux objectifs de qualité de données du projet.
 - Déterminer si des espèces protégées par des règlements fédéraux, provinciaux ou territoriaux sont susceptibles d'être présentes. Si c'est le cas, choisir une méthode d'échantillonnage qui pourra réduire au minimum les conséquences indésirables pour ces espèces.
 - Déterminer les méthodes de prélèvement, de traitement et d'expédition des échantillons en consultation avec le laboratoire d'analyse. Discuter de la méthode de préparation désirée (c.-à-d. poisson entier ou filet) pour l'analyse chimique et/ou la détermination de l'âge. Inclure cette information dans le plan d'échantillonnage et d'analyse.
 - Au moment de préparer le plan d'échantillonnage et d'analyse, il faut tenir compte du fait que, bien que la mise en place de filets/pièges plus grands permette de capturer plus de poissons, un temps d'installation plus long augmente le risque de mortalité chez les espèces ciblées et non ciblées ainsi que le risque de prédation et de voir des poissons s'échapper.
 - Le plan d'échantillonnage et d'analyse doit donner des précisions sur l'échantillonnage de la qualité de l'eau et sur les mesures à prendre dans le cadre du programme d'échantillonnage¹⁶.
 - Dresser la liste de l'équipement, des fournitures et des procédures liés à l'étiquetage, la conservation, la décontamination, la manipulation et l'expédition des échantillons.

- Établir le plan de santé et sécurité (y compris le plan d'urgence).
 - Déterminer les exigences en matière de sécurité précisément associées aux besoins d'échantillonnage et planifier en conséquence. Ces exigences sont

¹⁶ pH, conductivité, oxygène dissous, température, turbidité, débit, etc.

MOR n° 16
Échantillonnage des poissons

déterminées en fonction de ce qui suit : les caractéristiques de la zone d'étude, les CPP et les précautions prises pour la santé et la sécurité individuelles (p. ex. dispositifs de flottaison et autres articles pour la sécurité sur les bateaux, le cas échéant, vêtements et gants résistant aux produits chimiques, dispositifs de protection des voies respiratoires, dispositifs de protection des oreilles et des yeux, etc.).

- Vérifier le bon fonctionnement et l'intégrité du matériel de protection individuelle, incluant les appareils respiratoires et les filtres.
 - Si une embarcation doit être utilisée pour l'échantillonnage, le plan de santé et sécurité doit énoncer des règles de sécurité propres à l'embarcation.
 - Si une solution de formaldéhyde est utilisée, elle doit être expédiée conformément aux exigences applicables aux marchandises dangereuses et traitée suivant les exigences du Système d'information sur les matières dangereuses utilisées au travail (SIMDUT) (p. ex. conserver la solution dans l'armoire pour produits chimiques dangereux et l'utiliser sous une hotte à aspiration, tout en fournissant des fiches signalétiques la concernant).
 - Prévoir le port de casques de protection, de gants et de chaussures à embout d'acier au travail s'il y a risque de blessures à la tête, aux mains ou aux pieds.
 - Remettre un plan topographique et un plan concernant le bateau (si nécessaire) à un superviseur qui se trouve sur la terre ferme.
 - Le prélèvement d'échantillons dans des conditions extrêmement chaudes et humides est associé à un risque de déshydratation et de coup de chaleur. Par temps chaud, les membres de l'équipe d'échantillonnage doivent donc transporter une quantité suffisante d'eau ou d'autres liquides afin de se protéger contre la déshydratation.
- Réserver, commander et emballer tout le matériel nécessaire.
- Réserver une embarcation et prendre des dispositions pour avoir à bord un conducteur qualifié.
 - Obtenir et préparer le matériel d'échantillonnage et d'entreposage, les contenants à échantillons, les matériaux et les documents nécessaires.
 - Par souci d'efficacité et pour diminuer les activités de décontamination sur le terrain, il faudrait nettoyer et décontaminer tout le matériel d'échantillonnage au laboratoire ou au bureau de terrain avant de se rendre

au site d'échantillonnage. Si possible, il faudrait disposer d'un équipement complet nettoyé et décontaminé pour chaque site d'échantillonnage.

- Préparer un carnet de terrain pour documenter toutes les activités liées à l'échantillonnage sur le terrain. Parmi les renseignements à inscrire, il y a les conditions atmosphériques, les progrès vers l'atteinte des objectifs d'échantillonnage, les dérogations au plan d'échantillonnage faites sur le terrain, les numéros d'identification des échantillons tels qu'indiqués sur les formulaires de chaîne de conservation du laboratoire, les observations sur les échantillons, les agents de conservation utilisés et le protocole d'expédition.
- Déterminer si des permis sont requis et obtenir tout permis requis auprès des organismes de réglementation territoriaux, provinciaux ou fédéraux appropriés.
- S'il faut pénétrer dans une propriété privée, en obtenir la permission par écrit des propriétaires.
- Obtenir une attestation de compétence en premiers soins/RCR ainsi qu'une formation convenable en matière de sécurité pour tout le personnel sur le terrain.

Prélèvement d'échantillons

- 1) Il convient de respecter certaines règles de sécurité lors du prélèvement d'échantillons. Tout le personnel de terrain doit bien connaître le plan de santé et sécurité du projet. Les membres de l'équipage doivent posséder une attestation de compétence en premiers soins/RCR.
- 2) Si l'échantillonnage nécessite l'utilisation d'une embarcation, il convient d'obtenir les prévisions météorologiques ou les conditions maritimes avant de partir. Si les conditions sont mauvaises, il faut reporter le programme d'échantillonnage.
- 3) La tenue de dossiers complets, exacts et lisibles est une composante essentielle des activités d'échantillonnage sur le terrain. Tout au long de l'activité d'échantillonnage, documenter toutes les activités, conditions, dérogations au plan d'échantillonnage et d'analyse dans les notes de terrain et au moyen de photographies. Les notes de terrain doivent également rendre compte des agents de conservation utilisés et de la façon dont les échantillons ont été emballés sur le terrain et ont été expédiés au laboratoire.
- 4) Enfiler de nouveaux gants propres, sans poudre et jetables chaque fois qu'un nouvel endroit est échantillonné.
- 5) Des mesures de la qualité de l'eau doivent être prises et enregistrées avant l'échantillonnage pour chaque point de prélèvement de poissons.

MOR n° 16
Échantillonnage des poissons

- 6) L'étiquette des contenants d'échantillons doit indiquer le nom du site tel qu'il apparaît sur le formulaire de demande d'analyse de laboratoire, la date et l'heure du prélèvement de l'échantillon ainsi que le nom du préleveur ou toute autre information exigée par le laboratoire. Chaque étiquette d'échantillon doit comprendre l'information suivante :
 - nom du projet
 - identification du site
 - numéro de l'échantillon
 - date de l'échantillonnage
 - moment de l'échantillonnage
 - type de conservation utilisée (chimique, glace sèche ou congélation)
 - nom du préleveur
 - type d'analyse requise
- 7) Les échantillons de poissons prélevés aux fins d'analyse chimique ou biologique doivent être immédiatement refroidis et conservés dans des glacières ou des contenants similaires à 4 °C.
- 8) Les contenants à échantillons doivent être placés dans des sacs en plastique transparents pour réduire au minimum le risque de souiller le contenant de transport et pour protéger le personnel du laboratoire.
- 9) Les contenants en verre doivent être protégés contre les risques de bris.
- 10) Dans les notes de terrain, consigner avec précision tous les renseignements concernant l'activité d'échantillonnage en vue de l'établissement subséquent du rapport d'échantillonnage.

Méthodes pour le prélèvement de poissons

Verveux

- 1) À moins qu'une composante particulière de la communauté ne soit ciblée, sélectionner des points d'échantillonnage présentant une variété d'habitats afin de faire une évaluation aussi large que possible de la communauté de poissons.
- 2) Établir des points d'échantillonnage avec des habitats comparables (p. ex. importance des seuils/rapides/bassins, abris au-dessus du cours d'eau, substrat, couverture végétale, profondeur, etc.) pour assurer la comparabilité des données.
- 3) Utiliser un système de positionnement global (GPS) et/ou des drapeaux de signalisation pour marquer le centre du point d'échantillonnage. Photographier chaque point d'échantillonnage et inscrire le numéro de la photographie dans le carnet de terrain.

MOR n° 16
Échantillonnage des poissons

- 4) En fonction de la profondeur de l'eau, choisir un filet de taille appropriée. Les grands filets (ouverture d'environ 1,0 m x 1,5 m) doivent être utilisés dans les plans d'eau dont la profondeur est supérieure à 0,75 m. Les petits filets (ouverture d'environ 0,5 m x 1,0 m) doivent être utilisés dans les plans d'eau dont la profondeur est inférieure à 0,75 m.
- 5) Placer les filets avec l'ouverture face à la rive/végétation et avec l'entonnoir perpendiculaire au courant/débit ou à la rive/végétation.
- 6) Placer les ailes à un angle de 45° par rapport à l'ouverture du filet.
- 7) Une fois le filet mis en place, s'assurer que les entonnoirs sont sous l'eau.
- 8) Utiliser une corde pour attacher une bouée afin de rendre le filet plus visible pour les navigateurs.
- 9) Laisser le filet en place pendant 24 à 48 heures avant de prélever les échantillons. Si le filet est mis en place dans une zone de marée, il doit être vérifié avant qu'il soit exposé à une marée descendante. Consigner l'heure de la mise en place et l'heure où le filet est enlevé, noter le débit et les marées durant la mise en place du filet et noter la condition générale du filet au moment de sa récupération, c.-à-d. présence de débris dans le filet, de déchirures, etc.
- 10) Recueillir les poissons en commençant à l'ouverture, en tenant simultanément le filet à la verticale tout en le remuant. Il faut ensuite sortir de l'eau les cerceaux successifs tout en gardant l'ouverture du filet hors de l'eau. Cette procédure permettra de déplacer les poissons vers l'extrémité du filet tout en les empêchant de s'échapper.
- 11) Conserver tous les poissons dans des seaux ou des cuves remplis d'eau de la zone d'étude et utiliser un système d'aération si une période de conservation prolongée est nécessaire ou si un grand nombre de poissons doit être prélevé.
- 12) Tous les poissons, excluant les larves, doivent être prélevés, comptés et identifiés au niveau de l'espèce à l'aide de clés taxonomiques normalisées propres à la région échantillonnée (si disponibles). Consigner la longueur totale et le poids frais des poissons, puis dénombrer et photographier les lésions externes, anomalies et parasites.
- 13) Si l'étude exige que tous les poissons soient identifiés au niveau de l'espèce, les spécimens qui ne peuvent pas être identifiés sur le terrain doivent être conservés à l'aide d'un agent de conservation chimique recommandé par le laboratoire et conservés dans des contenants étiquetés en vue d'être identifiés au laboratoire

MOR n° 16
Échantillonnage des poissons

- 14) Déterminer les poissons à inclure dans chaque échantillon. Photographier chaque échantillon et inscrire le numéro de la photographie dans le carnet de terrain. Emballer le poisson dans du papier d'aluminium, puis placer le poisson dans un contenant à échantillon prélavé et étiqueté.
- 15) Étiqueter tous les contenants d'échantillons en indiquant le point d'échantillonnage, la date, l'heure et les initiales du préleveur ainsi que le code d'identification de l'échantillon et/ou le numéro de la station.
- 16) Remettre à l'eau les poissons vivants non utilisés (c.-à-d. tout poisson qui ne fera pas l'objet d'une analyse chimique ou d'une identification taxonomique) à l'endroit où ils ont été prélevés.
- 17) Si les objectifs du projet l'exigent, conserver des échantillons de référence (c.-à-d. un spécimen de chaque espèce prélevée), excluant les espèces menacées ou en voie de disparition ou toute autre espèce préoccupante. Conserver les échantillons dans des contenants étiquetés à l'aide d'un agent de conservation chimique recommandé par le laboratoire.
- 18) Congeler ou entreposer les échantillons à 4 °C jusqu'au moment de l'expédition. Communiquer au préalable avec le laboratoire d'analyse pour déterminer le délai de conservation approprié. Les échantillons biologiques destinés à une analyse taxonomique doivent être conservés au moyen d'agents de conservation, car la congélation peut endommager les tissus et nuire à l'identification.

Pêche à la senne

- 1) L'échantillonnage doit être effectué quand les débits saisonniers sont normaux et la clarté de l'eau est élevée.
- 2) À moins qu'une composante particulière de la communauté ne soit ciblée, sélectionner des points d'échantillonnage présentant une variété d'habitats afin de faire une évaluation aussi large que possible de la communauté de poissons.
- 3) Établir des points d'échantillonnage avec des habitats comparables (p. ex. importance des seuils/rapides/bassins, abris au-dessus du cours d'eau, substrat, profondeur, etc.) pour assurer la comparabilité des données sur la communauté de poissons.
- 4) Utiliser un système de positionnement global (GPS) et/ou des drapeaux de signalisation pour marquer le centre du point d'échantillonnage. Photographier chaque point d'échantillonnage et inscrire le numéro de la photographie dans le carnet de terrain.

MOR n° 16
Échantillonnage des poissons

- 5) Placer le filet dans l'eau perpendiculairement au débit ou au courant (le cas échéant) en positionnant la ralingue supérieure à la surface et la ralingue inférieure au niveau du substrat du cours d'eau, puis placer une perche à chaque extrémité. La longueur des perches doit être au moins égale à la hauteur du filet, et les perches doivent être à un angle de 45° par rapport à la direction du mouvement au moment de tirer sur la senne.
- 6) Chaque perche est tenue par une personne différente, de chaque côté du filet. Tirer la senne contre le courant, en laissant les perches directement le long de la berge et même sous elle si la berge est sapée. La ralingue inférieure doit demeurer en contact avec le fond pour empêcher les poissons de s'échapper sous le filet, et la ralingue supérieure doit demeurer à la surface de l'eau ou au-dessus de celle-ci.
- 7) Après le prélèvement, les deux personnes qui manipulent la senne marchent sur la rive et tirent immédiatement la ralingue inférieure vers le haut. S'il n'y a pas assez d'espace pour tirer la senne sur la rive, les deux manipulateurs peuvent soulever en même temps la ralingue inférieure au-dessus de la surface de l'eau. Une fois le filet hors de l'eau, les poissons capturés doivent être transférés immédiatement dans des contenants remplis d'eau.
- 8) Enregistrer le niveau d'effort déployé à chaque point d'échantillonnage et essayer de déployer un effort similaire à tous les points d'échantillonnage.
- 9) Conserver tous les poissons dans des seaux ou des cuves remplis d'eau de la zone d'étude et utiliser un système d'aération si une période de conservation prolongée est nécessaire ou si un grand nombre de poissons doit être prélevé.
- 10) Tous les poissons, excluant les larves, doivent être prélevés, comptés et identifiés au niveau de l'espèce à l'aide de clés taxonomiques normalisées propres à la région échantillonnée (si disponibles). Consigner la longueur totale et le poids frais des poissons, puis dénombrer et photographier les lésions externes, anomalies et parasites.
- 11) Si l'étude exige que tous les poissons soient identifiés au niveau de l'espèce, les spécimens qui ne peuvent pas être identifiés sur le terrain doivent être conservés à l'aide d'un agent de conservation chimique recommandé par le laboratoire et placés dans des contenants étiquetés en vue d'être identifiés au laboratoire.
- 12) Déterminer les poissons à inclure dans chaque échantillon. Photographier chaque échantillon et inscrire le numéro de la photographie dans le carnet de terrain. Emballer le poisson dans du papier d'aluminium, puis placer le poisson dans un contenant à échantillon prélavé et étiqueté.

MOR n° 16
Échantillonnage des poissons

- 13) Étiqueter tous les contenants à échantillons en indiquant le point d'échantillonnage, la date, l'heure et les initiales du préleveur ainsi que le code d'identification de l'échantillon et/ou le numéro de la station.
- 14) Remettre à l'eau les poissons vivants non utilisés (c.-à-d. tout poisson qui ne fera pas l'objet d'une analyse chimique ou d'une identification taxonomique) à l'endroit où ils ont été prélevés.
- 15) Si les objectifs du projet l'exigent, conserver des échantillons de référence (c.-à-d. un spécimen de chaque espèce prélevée), excluant les espèces menacées ou en voie de disparition ou toute autre espèce préoccupante. Conserver les échantillons à l'aide d'un agent de conservation chimique recommandé par le laboratoire et les placer dans des contenants étiquetés.
- 16) Congeler ou entreposer les échantillons à 4 °C jusqu'au moment de l'expédition. Communiquer au préalable avec le laboratoire d'analyse pour déterminer le délai de conservation approprié. Les échantillons biologiques destinés à une analyse taxonomique doivent être conservés au moyen d'agents de conservation, car la congélation peut endommager les tissus et nuire à l'identification.

Pêche à l'électricité

- 1) L'échantillonnage doit être effectué quand les débits saisonniers sont normaux et la clarté de l'eau est élevée.
- 2) À moins qu'une composante particulière de la communauté ne soit ciblée, sélectionner des points d'échantillonnage présentant une variété d'habitats afin de faire une évaluation la plus large possible de la communauté de poissons.
- 3) Établir des points d'échantillonnage avec des habitats comparables (p. ex. importance des seuils/rapides/bassins, abris au-dessus du cours d'eau, substrat, profondeur, etc.) pour assurer la comparabilité des données sur la communauté de poissons.
- 4) Documenter les points d'échantillonnage avec un système GPS et des cartes topographiques. Photographier le point d'échantillonnage et consigner le numéro de la photographie dans un carnet de terrain.
- 5) Placer les filets de blocage et capturer les poissons avec un appareil dorsal qui émet du courant électrique en commençant dans les zones troubles peu profondes. Progresser de l'aval vers l'amont en échantillonnant tous les principaux types d'habitats.

IMPORTANT : Ne pas recourir à la pêche à l'électricité si la conductivité du plan d'eau est en dehors de la plage acceptable des conditions recommandées par le fabricant.

MOR n° 16
Échantillonnage des poissons

- 6) Enregistrer le niveau d'effort déployé à chaque point d'échantillonnage et essayer de déployer un effort similaire à tous les points d'échantillonnage.
- 7) Conserver tous les poissons dans des seaux ou des cuves remplis d'eau de la zone d'étude et utiliser un système d'aération si une période de conservation prolongée est nécessaire ou si un grand nombre de poissons doit être prélevé.
- 8) Tous les poissons, excluant les larves, doivent être prélevés, comptés et identifiés au niveau de l'espèce à l'aide de clés taxonomiques normalisées propres à la région échantillonnée (si disponibles). Consigner la longueur totale et le poids frais des poissons, puis dénombrer et photographier les lésions externes, anomalies et parasites.
- 9) Si l'étude exige que tous les poissons soient identifiés au niveau de l'espèce, les spécimens qui ne peuvent pas être identifiés sur le terrain doivent être conservés à l'aide d'un agent de conservation chimique recommandé par le laboratoire et placés dans des contenants étiquetés en vue d'être identifiés au laboratoire
- 10) Déterminer les poissons à inclure dans chaque échantillon. Photographier l'échantillon et consigner le numéro de la photographie dans le carnet de terrain. Emballer le poisson dans du papier d'aluminium, puis placer le poisson dans un contenant à échantillon prélavé et étiqueté.
- 11) Étiqueter tous les contenants à échantillons en indiquant le point d'échantillonnage, la date, l'heure et les initiales du préleveur ainsi que le code d'identification de l'échantillon et/ou le numéro de la station.
- 12) Remettre à l'eau les poissons vivants non utilisés (c.-à-d. tout poisson qui ne fera pas l'objet d'une analyse chimique ou d'une identification taxonomique) à l'endroit où ils ont été prélevés.
- 13) Si les objectifs du projet l'exigent, conserver des échantillons de référence (c.-à-d. un spécimen de chaque espèce prélevée), excluant les espèces menacées ou en voie de disparition ou toute autre espèce préoccupante. Conserver les échantillons à l'aide d'un agent de conservation chimique recommandé par le laboratoire et les placer dans des contenants étiquetés.
- 14) Congeler ou entreposer les échantillons à 4 °C jusqu'au moment de l'expédition. Communiquer au préalable avec le laboratoire d'analyse pour déterminer le délai de conservation approprié. Les échantillons biologiques destinés à une analyse taxonomique doivent être conservés au moyen d'agents de conservation, car la congélation peut endommager les tissus et nuire à l'identification.

Pêche à la canne et au moulinet

- 1) Sélectionner les habitats appropriés et concentrer les efforts de pêche à la ligne sur un échantillon représentatif d'habitats en se déplaçant de l'amont vers l'aval dans les habitats lotiques.
- 2) Documenter les points d'échantillonnage avec un système GPS et des cartes topographiques. Photographier le point d'échantillonnage et consigner le numéro de la photographie dans un carnet de terrain.
- 3) À moins que chaque poisson capturé ne soit soumis à des analyses, conserver tous les poissons dans des seaux ou des cuves remplis d'eau de la zone d'étude et utiliser un système d'aération si une période de conservation prolongée est nécessaire ou si un grand nombre de poissons doit être prélevé.
- 4) Tous les poissons, excluant les larves, doivent être prélevés, comptés et identifiés au niveau de l'espèce (si possible) à l'aide de clés taxonomiques normalisées propres à la région échantillonnée (si disponibles). Consigner la longueur totale et le poids frais des poissons, puis dénombrer et photographier les lésions externes, anomalies et parasites.
- 5) Si l'étude exige que tous les poissons soient identifiés au niveau de l'espèce, les spécimens qui ne peuvent pas être identifiés sur le terrain doivent être conservés à l'aide d'un agent de conservation chimique recommandé par le laboratoire et placés dans des contenants étiquetés en vue d'être identifiés au laboratoire
- 6) Déterminer les poissons à inclure dans chaque échantillon. Photographier l'échantillon et consigner le numéro de la photographie dans un carnet de terrain. Emballer le poisson dans du papier d'aluminium, puis placer le poisson dans un contenant à échantillon prélavé et étiqueté.
- 7) Étiqueter tous les contenants à échantillons en indiquant le point d'échantillonnage, la date, l'heure et les initiales du préleveur ainsi que le code d'identification de l'échantillon et/ou le numéro de la station.
- 8) Remettre à l'eau les poissons vivants non utilisés (c.-à-d. tout poisson qui ne fera pas l'objet d'une analyse chimique ou d'une identification taxonomique) à l'endroit où ils ont été prélevés.
- 9) Si les objectifs du projet l'exigent, conserver des échantillons de référence (c.-à-d. un spécimen de chaque espèce prélevée), excluant les espèces menacées ou en voie de disparition ou toute autre espèce préoccupante. Conserver les échantillons à l'aide d'un agent de conservation chimique recommandé par le laboratoire et les placer dans des contenants étiquetés.
- 10) Congeler ou entreposer les échantillons à 4 °C jusqu'au moment de l'expédition. Communiquer au préalable avec le laboratoire d'analyse pour

déterminer le délai de conservation approprié. Les échantillons biologiques destinés à une analyse taxonomique doivent être conservés au moyen d'agents de conservation, car la congélation peut endommager les tissus et nuire à l'identification.

Pièges à vairons

- 1) À la lumière d'une reconnaissance de la zone d'étude, sélectionner des emplacements pour la mise en place des pièges à vairons avant le début du programme d'échantillonnage.
- 2) Déployer les pièges à vairons en attachant une corde ou une ficelle aux pièges, puis placer les pièges à la surface des sédiments dans des cours d'eau accessibles à gué et autres plans d'eau peu profonds. Pour faciliter la détection à partir de la surface, il peut être utile d'attacher une bouée à chaque piège à l'aide d'une corde ou d'une ficelle. Étant donné que les appâts peuvent représenter une source d'exposition chimique, leur utilisation n'est pas recommandée. Si un appât est utilisé, un échantillon de l'appât doit être analysé pour les mêmes substances que celles analysées pour les échantillons de tissus.
- 3) Marquer l'emplacement des pièges à l'aide de piquets, de dispositifs de signalisation et/ou d'un système de positionnement global (GPS). Photographier le point d'échantillonnage et consigner le numéro de la photographie dans un carnet de terrain.
- 4) Vérifier les pièges au moins une fois par jour. Consigner l'heure de la mise en place et déterminer le nombre de captures par unité d'effort.
- 5) Conserver tous les poissons dans des seaux ou des cuves remplis d'eau de la zone d'étude et utiliser un système d'aération si une période de conservation prolongée est nécessaire ou si un grand nombre de poissons doit être prélevé.
- 6) Tous les poissons, excluant les larves, doivent être prélevés, comptés et identifiés au niveau de l'espèce à l'aide de clés taxonomiques normalisées propres à la région échantillonnée (si disponibles). Consigner la longueur totale et le poids frais des poissons, puis dénombrer et photographier les lésions externes, anomalies et parasites.
- 7) Si l'étude exige que tous les poissons soient identifiés au niveau de l'espèce, les spécimens qui ne peuvent pas être identifiés sur le terrain doivent être conservés à l'aide d'un agent de conservation chimique recommandé par le laboratoire et placés dans des contenants étiquetés en vue d'être identifiés au laboratoire
- 8) Déterminer les poissons à inclure dans chaque échantillon. Photographier l'échantillon et consigner le numéro de la photographie dans un carnet de

MOR n° 16
Échantillonnage des poissons

terrain. Emballer le poisson dans du papier d'aluminium, puis placer le poisson dans un contenant à échantillon prélavé et étiqueté.

- 9) Étiqueter tous les contenants à échantillons en indiquant le point d'échantillonnage, la date, l'heure et les initiales du préleveur ainsi que le code d'identification de l'échantillon et/ou le numéro de la station.
- 10) Remettre à l'eau les poissons vivants non utilisés (c.-à-d. tout poisson qui ne fera pas l'objet d'une analyse chimique ou d'une identification taxonomique) à l'endroit où ils ont été prélevés.
- 11) Si les objectifs du projet l'exigent, conserver des échantillons de référence (c.-à-d. un spécimen de chaque espèce prélevée), excluant les espèces menacées ou en voie de disparition ou toute autre espèce préoccupante. Conserver les échantillons à l'aide d'un agent de conservation chimique recommandé par le laboratoire et les placer dans des contenants étiquetés.
- 12) Congeler ou entreposer les échantillons à 4 °C jusqu'au moment de l'expédition. Communiquer au préalable avec le laboratoire d'analyse pour déterminer le délai de conservation appropriés. Les échantillons biologiques destinés à une analyse taxonomique doivent être conservés au moyen d'agents de conservation, car la congélation peut endommager les tissus et nuire à l'identification.

BIBLIOGRAPHIE

- American Fisheries Society. 1996. *Fisheries techniques*, B.R. Murphy et D.W. Willis (éd.), 2^e édition, 732 p.
- Conseil canadien sur la protection des animaux. 2005. *Lignes directrices du CCPA sur : le soin et l'utilisation des poissons en recherche, en enseignement et dans les tests*.
Internet : http://www.ccac.ca/Documents/Normes/Lignes_directrices/Poissons.pdf.
- Resources Information Standards Committee. 1997. *Fish Collection Methods and Standards, version 4.0*, janvier. Internet : <https://www.for.gov.bc.ca/hts/risc/pubs/aquatic/fishcol/index.htm>.
- U.S. Environmental Protection Agency. 2011. *Operating Procedure for Field Fish Sampling, Region 4*, U.S. Environmental Protection Agency, Science and Ecosystem Support Division, Athens, Georgia. SESDPROC-512-R3, 14 avril 2011. Internet : <http://www.epa.gov/region4/sesd/fbqstp/>.

MODE OPÉRATOIRE RECOMMANDÉ NOMBRE 17: ÉCHANTILLONNAGE DES PETITS MAMMIFÈRES

- PORTÉE** Le présent mode opératoire recommandé (MOR) fournit des instructions sur les méthodes à employer pour prélever et traiter les petits mammifères sur le terrain pour assurer le contrôle de la qualité des activités sur le terrain ainsi que l'uniformité entre les techniciens. Des renseignements additionnels sur le prélèvement des tissus biologiques figurent au chapitre 11 du volume 1 du *Guide sur la caractérisation environnementale des sites dans le cadre de l'évaluation des risques pour l'environnement et la santé humaine* (volume intitulé *Orientations*). Pour de plus amples renseignements sur les procédures d'échantillonnage des petits mammifères, consulter également le document du Department of Health and Human Services des États-Unis (USDHHS, 1995).
- APPLICATION** Le présent MOR décrit les méthodes à employer pour le prélèvement et le traitement des petits mammifères sur le terrain à l'appui de l'évaluation des risques écologiques.
- QUAND?** Habituellement, on prélève des échantillons de petits mammifères pour caractériser les concentrations chimiques dans la chaîne alimentaire des herbivores et des carnivores aux fins de l'évaluation des risques écologiques quand des contaminants potentiellement préoccupants (CPP) bioaccumulables sont présents dans une zone d'étude donnée.
- POURQUOI?** L'échantillonnage des petits mammifères permet d'obtenir des données d'ordre chimique sur les tissus, données qui peuvent servir à caractériser les risques écologiques pour les petits mammifères ainsi que pour le faucon, les strigidés, le renard, la belette ou d'autres composantes valorisées de l'écosystème (CVE) qui consomment de petits mammifères. L'échantillonnage de petits mammifères peut aussi être réalisé pour déterminer la structure par âge, la proportion des sexes ou la composition des communautés de petits mammifères.
- COMMENT?** Il existe plusieurs techniques d'échantillonnage des petits mammifères. Le choix de la méthode d'échantillonnage varie surtout selon ce qui suit : les voies d'exposition, l'alimentation, la chaîne alimentaire et les niveaux trophiques des CVE; les habitats présents dans la zone d'étude; les analytes ciblés.
- TYPES** *Pièges à ressort* : Les pièges à ressort sont souvent utilisés quand un échantillonnage mortel est planifié. Les pièges à ressort sont les pièges à souris ou à rats communs. Puisque les pièges à ressort sont mortels, leur utilisation n'est pas recommandée quand des espèces protégées à l'échelle provinciale ou fédérale sont connues pour être présentes dans la zone d'étude, à moins que certaines clauses particulières du permis autorisent leur utilisation.

Pièges permettant de capturer des animaux vivants : Les pièges permettant de capturer des animaux vivants sont utilisés pour réaliser un échantillonnage non mortel, notamment lorsque des espèces protégées à l'échelle provinciale, fédérale ou territoriale sont connues pour être présentes dans la zone d'étude ou au moment de réaliser une étude sur les communautés par marquage-recapture. Les deux pièges de ce type les plus utilisés, les pièges Sherman et Havahart, sont munis de dispositifs sensibles à la pression qui entraînent la fermeture de la porte du piège quand un petit mammifère entre dans le piège. D'autres pièges destinés à capturer des animaux vivants peuvent être munis d'une entrée à sens unique qui permet aux animaux d'entrer dans le piège, mais qui les empêchent d'en sortir. Il est possible que l'animal se blesse ou meure s'il reste pris dans les portes quand se déploie le mécanisme de fermeture. Par conséquent, les pièges destinés à capturer des animaux vivants doivent être utilisés uniquement par des personnes ayant reçu une formation sur la manipulation des petits mammifères vivants, y compris sur les méthodes d'euthanasie sans cruauté, auxquelles ces personnes devront peut-être recourir si le spécimen capturé est blessé. En général, la dislocation cervicale est considérée comme une méthode d'euthanasie acceptable, pourvu qu'elle soit réalisée par des personnes formées.

Informations essentielles concernant la réduction des risques

Certains petits mammifères peuvent être porteurs d'hantavirus ou d'autres virus ou maladies transmissibles à l'humain. Il faut donc prendre des précautions lorsqu'on manipule ces animaux. Les rongeurs infectés répandent des virus, comme les hantavirus, par l'entremise de l'urine, des excréments et de la salive. Les virus peuvent être transmis à l'humain par « aéroionisation », phénomène qui survient lorsque des matières sèches contaminées par les excréments ou la salive d'animaux sont déplacées. L'humain peut être infecté en inhalant des aérosols infectieux ou par contact, en touchant des excréments de rongeurs infectés ou du matériel des nids de ces animaux, puis en se touchant les yeux, le nez ou la bouche. Certaines maladies peuvent être transmises par la morsure des souris ou des rats. D'autres détails sur les symptômes et le traitement des hantavirus sont présentés dans l'encadré ci-après. Les programmes d'échantillonnage des petits mammifères doivent comprendre des mesures de protection de la santé, comme l'utilisation d'appareils respiratoires filtrants. Des renseignements additionnels sur les mesures de protection à prendre pour la manipulation des petits mammifères sont fournis dans le guide de référence produit par The Wildlife Society, intitulé *Techniques for Wildlife Investigations and Management* (The Wildlife Society, 2005).

PRÉLÈVEMENT Lors de la collecte et du traitement des petits mammifères, il est important de tenir compte de la façon dont seront manipulés les animaux, ceci afin de prévoir des mesures de protection adéquates pour les préposés à l'échantillonnage sur le terrain. Il faut informer ceux qui effectuent le piégeage de rongeurs et la collecte de spécimens des risques associés à ces tâches et des précautions à prendre pour réduire ces risques au minimum.

LISTE DE CONTRÔLE POUR L'ÉCHANTILLONNAGE

Liste de contrôle de l'équipement

- Pièges (à ressort, pour capture vivante, Sherman).
- Appât (p. ex. beurre d'arachide, flocons d'avoine).
- Ruban de signalisation.
- Papier d'aluminium.
- Sacs en plastique à fermeture éclair.
- Guide d'identification des mammifères.
- Échelle graduée ou règle.
- Glacière, matériel d'emballage et glace ou glace sèche (pour les échantillons de tissus destinés à des analyses chimiques).
- Glace et/ou glace sèche.
- Gants non poudrés type nitrile.
- Gants de cuir résistants.
- Lunettes de sécurité.
- Appareil de protection respiratoire à adduction d'air filtré.
- Cartouches de filtre N-100 ou P-100 en fonction du modèle et de la marque de l'appareil de protection respiratoire.
- Dessus de table.
- Savon pour le lavage des mains.
- Seau de 17 litres.
- Désinfectant liquide.
- Brosse à récurer (pour les instruments).
- Sacs pour matières contaminées.

- Matériel de décontamination, y compris des seaux, des brosses, du détergent surfactant et/ou des solvants organiques et un dispositif de confinement approprié pour l'eau de lavage.
- Ruban adhésif résistant.
- Trousse de premiers soins.
- Serviettes de papier.
- Appareil-photo.
- Équipement de protection individuel.
- Plan du programme d'assurance de la qualité.
- Plan d'échantillonnage et d'analyse.
- Plan de santé et sécurité.

Pièges et espèces ciblées	
Piège à ressort – souris	Souris, campagnol, musaraigne.
Piège à ressort – rat	Rat, tamia, écureuil roux, écureuil fouisseur.
Sherman/Havahart	Plusieurs tailles disponibles en fonction de l'espèce visée; vérifier avec le fabricant.

Planification et préparation

- Passer en revue les renseignements propres au site, comme les modèles régionaux d'utilisation des terres; la topologie et la topographie du site; les renseignements généraux sur le bassin versant; les plans d'eau présents; la profondeur de l'eau; la répartition, l'épaisseur et le type de sédiments; la nature du rivage; les sources potentielles de substances chimiques au large et sur la rive; les habitats écologiques et les composantes valorisées de l'écosystème (CVE); l'usage de la zone d'étude pour la pêche, la récolte de crustacés et la navigation de plaisance ou les loisirs; ainsi que l'utilisation actuelle et prévue de l'eau.
- Procéder à une reconnaissance du site pour aider à établir le plan du programme d'assurance de la qualité, le plan d'échantillonnage et d'analyse ainsi que le plan de santé et sécurité.

- Établir le plan du programme d'assurance de la qualité.
 - Définir et préciser les objectifs en matière de qualité des données, y compris les types précis d'échantillons d'assurance et de contrôle de la qualité (AQ/CQ) nécessaires pour satisfaire à ces objectifs en matière de qualité des données. Pour évaluer la variabilité des points d'échantillonnage, il convient généralement de prélever des duplicata à un taux de 10 %.

- Établir le plan d'échantillonnage et d'analyse.
 - Consulter les *Lignes directrices sur le soin et l'utilisation des animaux sauvages* (Conseil canadien de protection des animaux, 2003) pour obtenir de l'information essentielle sur la planification, les exigences liées aux permis, les méthodes d'échantillonnage, la manipulation, la conservation et l'euthanasie.
 - Déterminer si des espèces protégées par des règlements fédéraux, provinciaux ou territoriaux sont susceptibles d'être présentes. Si c'est le cas, choisir une méthode d'échantillonnage pouvant réduire au minimum le risque de capture et les conséquences indésirables pour ces espèces.

IMPORTANT : Avant de procéder à l'échantillonnage, déterminer si des espèces protégées à l'échelle fédérale ou provinciale peuvent être présentes. Si c'est le cas, déterminer les procédures à suivre pour éviter ces espèces ou les mesures à prendre pour libérer les spécimens de ces espèces sans les blesser et signaler les captures accidentelles si les permis fédéraux, provinciaux ou territoriaux l'exigent.

- Passer en revue les caractéristiques de la zone d'étude et les types d'habitats, élaborer un programme d'échantillonnage, dessiner un plan pour l'emplacement des pièges qui assure une couverture représentative des types d'habitats en fonction de l'exposition afin d'atteindre les objectifs d'échantillonnage et élaborer une stratégie pour le positionnement des pièges.
- Consulter le laboratoire d'analyse pour déterminer la masse minimale par échantillon ou par échantillon composite requise pour les analyses chimiques.
- Déterminer les méthodes de prélèvement, de traitement et d'expédition des échantillons en consultation avec le laboratoire d'analyse. Discuter de la méthode de préparation désirée (p. ex. organisme entier, organes particuliers) pour l'analyse chimique.
- Dresser la liste de l'équipement, des fournitures et des procédures liés à l'étiquetage, la conservation, la décontamination, la manipulation et l'expédition des échantillons.

- Inclure des protocoles approuvés pour le soin et l'utilisation des animaux.

IMPORTANT : Consulter le laboratoire d'analyse à propos des exigences liées au volume et à la conservation des échantillons, y compris les temps de conservation. Élaborer un plan de santé et sécurité énonçant précisément les pratiques qui seront utilisées pour empêcher le dépassement des temps de conservation fixés. Le plan d'échantillonnage et d'analyse devrait préciser le temps de conservation pour chaque CPP, surtout pour les CPP dont les temps, courts, peuvent déterminer certains aspects de la logistique sur le terrain. Collaborer avec le laboratoire en ce qui a trait aux méthodes d'expédition et au traitement.

- Établir le plan de santé et sécurité (y compris le plan d'urgence).
 - Déterminer les exigences en matière de sécurité précisément associées aux besoins d'échantillonnage et planifier en conséquence. Ces exigences sont déterminées en fonction de ce qui suit : les caractéristiques de la zone d'étude, les CPP et les précautions prises pour la santé et la sécurité individuelles (p. ex. dispositifs de flottaison et autres articles pour la sécurité sur les bateaux, le cas échéant, vêtements et gants résistant aux produits chimiques, dispositifs de protection des voies respiratoires, dispositifs de protection des oreilles et des yeux, etc.).
 - Déterminer le niveau de protection respiratoire requise contre les maladies ou les bactéries connues pour être portées par les petits mammifères de la zone.
 - Vérifier le bon fonctionnement et l'intégrité du matériel de protection individuelle, incluant les appareils respiratoires et les filtres.
 - Si une solution de formaldéhyde est utilisée, elle doit être expédiée conformément aux exigences applicables aux marchandises dangereuses et traitée suivant les exigences du Système d'information sur les matières dangereuses utilisées au travail (SIMDUT) (p. ex. conserver la solution dans l'armoire pour produits chimiques dangereux et l'utiliser sous une hotte à aspiration, tout en fournissant des fiches signalétiques la concernant).
 - Prévoir le port de casques de protection, de gants et de chaussures à embout d'acier au travail s'il y a risque de blessures à la tête, aux mains ou aux pieds.
 - Déposer un plan topographique avec un superviseur qui se trouve sur la terre ferme.
 - Le prélèvement d'échantillons dans des conditions extrêmement chaudes et humides est associé à un risque de déshydratation et de coup de chaleur. Par temps chaud, les membres de l'équipe d'échantillonnage doivent donc

transporter une quantité suffisante d'eau ou d'autres liquides afin de se protéger contre la déshydratation.

IMPORTANT :

Les hantavirus font partie d'un groupe de virus appelé les bunyavirus. L'exposition aux hantavirus peut causer un syndrome pulmonaire rare, mais souvent mortel, appelé le syndrome pulmonaire à hantavirus (SPH).

Les symptômes pseudo-grippaux suivants peuvent être liés au syndrome pulmonaire à hantavirus :

- fièvre et frissons,
- douleurs musculaires,
- maux de tête,
- nausées,
- troubles gastriques.

Les symptômes peuvent apparaître de 3 à 60 jours suivant l'exposition. Cependant, le délai moyen d'apparition des symptômes est de 14 à 30 jours après l'exposition. Le SPH est extrêmement grave, car environ 30 à 40 % des cas entraînent la mort du sujet.

Il faut informer les personnes qui effectuent le piégeage de rongeurs et la collecte de spécimens des risques associés à ces tâches et des précautions à prendre pour réduire ces risques au minimum. Des échantillons sériques de référence doivent être prélevés chez chaque travailleur et conservés à -20 °C.

Il faut informer le personnel des symptômes d'une infection à l'hantavirus ou d'autres maladies et leur recommander de consulter un professionnel de la santé si ces symptômes apparaissent dans les 45 jours suivant une exposition.

Si le médecin soupçonne une infection à l'hantavirus, il doit communiquer avec les autorités locales de la santé publique. Le médecin doit prélever un échantillon sanguin chez le patient et l'envoyer, avec l'échantillon sérique de référence, au ministère de la Santé afin qu'il soit analysé en vue de dépister l'hantavirus.

L'Agence de la santé publique du Canada (ASPC) effectue des analyses pour les infections à hantavirus chez les humains et analyse l'évolution des cas de SPH au Canada.

Consulter Santé Canada et l'Agence de la santé publique du Canada (2009) pour obtenir de plus amples renseignements ou communiquer avec l'organisme suivant :

Laboratoire national de microbiologie, Agence de la santé publique du Canada,
1015, Arlington Street, Winnipeg (Manitoba), R3E 3P6, Téléphone : 204-789-2000

- Réserver, commander et emballer tout le matériel nécessaire.
 - Obtenir et préparer le matériel d'échantillonnage et d'entreposage, les contenants à échantillons, les matériaux et les documents nécessaires.
 - Vérifier le bon fonctionnement et l'intégrité de l'équipement, incluant les pièges et la génératrice (s'il y a lieu).
 - Par souci d'efficacité et pour diminuer les activités de décontamination sur le terrain, il faudrait nettoyer et décontaminer tout le matériel d'échantillonnage au laboratoire ou au bureau de terrain avant de se rendre au site d'échantillonnage. Si possible, il faudrait disposer d'un équipement complet nettoyé et décontaminé pour chaque site d'échantillonnage.
 - Préparer un carnet de terrain pour documenter toutes les activités liées à l'échantillonnage sur le terrain. Parmi les renseignements à inscrire, il y a les conditions atmosphériques, les progrès vers l'atteinte des objectifs d'échantillonnage, les dérogations au plan d'échantillonnage faites sur le terrain, les numéros d'identification des échantillons tels qu'indiqués sur les formulaires de chaîne de conservation du laboratoire, les observations sur les échantillons, les agents de conservation utilisés et le protocole d'expédition.
- Déterminer si des permis sont requis pour le piégeage ou la manipulation de petits mammifères et obtenir tout permis requis auprès des organismes de réglementation territoriaux, provinciaux ou fédéraux compétents.
- S'il faut pénétrer dans une propriété privée, en obtenir la permission par écrit des propriétaires.

Prélèvement d'échantillons

Généralités

- 1) Au moment de mettre en place des pièges propres, porter une chemise à manches longues, un pantalon long, des chaussettes et des chaussures à lacets. Ces vêtements doivent être lavés à la fin de la journée.
- 2) Préparer l'appât. Dans les endroits où les fourmis représentent un problème, il est possible d'utiliser de l'avoine sans ajouter de beurre d'arachide.
- 3) Coller une bande de ruban blanc (environ 10 centimètres [cm] de long) au-dessus de chaque piège, sur le bord le plus rapproché de la porte. Ce ruban peut être utilisé pour numéroter les pièges ou pour noter le numéro du sentier de piégeage ou l'habitat quand des animaux capturés sont recueillis.
- 4) Manipuler les pièges contenant les rongeurs capturés uniquement avec des gants en caoutchouc épais. Les gants en caoutchouc sont préférables aux

gants en cuir, puisqu'ils peuvent facilement être décontaminés avec un désinfectant. Les gants de latex n'offrent pas une protection adéquate, puisqu'ils peuvent se déchirer facilement sur les surfaces pointues du piège.

- 5) Placer immédiatement les pièges contenant des rongeurs dans des sacs doublés en plastique, puis fermer les sacs.
- 6) Si une camionnette est disponible, les sacs contenant les rongeurs capturés doivent être transportés sur la plateforme arrière de la camionnette pour offrir une sécurité additionnelle aux personnes qui voyagent dans la section passagers.
- 7) Durant les journées chaudes, les pièges doivent être couverts d'une bâche de couleur pâle pour empêcher le soleil de surchauffer les animaux.

Mise en place et vérification des pièges

- 1) La densité des petits mammifères et le succès de l'échantillonnage varient beaucoup en fonction de la quantité et de la qualité de l'habitat présent dans la zone d'étude. Au moment de mettre en place les pièges pour la première fois, il est bon d'établir des rayons de pièges (valeur par défaut = 10 pièges) à plusieurs points d'échantillonnage, puis d'augmenter ou de diminuer le nombre de pièges par emplacement en fonction du succès de l'échantillonnage après la première nuit.
- 2) Placer les pièges autant que possible au niveau, à des endroits qui ne sont pas visibles depuis les routes, les trottoirs, les sentiers ou d'autres zones d'activité humaine. Éviter les sentiers de gros gibiers (p. ex. chevreuils) et les zones fréquentées par du bétail afin d'empêcher la destruction ou le piétinement accidentel des pièges. Si possible, placer les pièges près de troncs d'arbre ou à d'autres endroits offrant un couvert.
- 3) Placer une petite quantité d'appât (p. ex. beurre d'arachide avec ou sans flocons d'avoine) sur le dessus des pièges ou à l'intérieur de ceux-ci, puis mettre en place le piège. Pour les pièges destinés à capturer des animaux vivants, il peut être utile d'ajouter des tampons d'ouate dans les endroits où la température nocturne est basse afin de protéger les petits mammifères contre l'hypothermie. Les petits mammifères sont sensibles à l'hypothermie en raison de leur métabolisme élevé et du stress lié au fait d'être piégé. Si un appât est utilisé, soumettre un échantillon au laboratoire d'analyse pour s'assurer qu'il ne contient aucune concentration détectable de CPP.
- 4) Indiquer l'emplacement de chaque piège en accrochant un drapeau ou un petit morceau de ruban de signalisation à de la végétation en surplomb ou adjacente.
- 5) Il n'est pas nécessaire d'enregistrer les coordonnées GPS de l'emplacement de chaque piège, pourvu que le rayon total des pièges soit jumelé avec des

échantillons de sol. Autrement, enregistrer l'emplacement du rayon des pièges au moyen d'un GPS et/ou de mesures manuelles par rapport à un emplacement connu. Photographier l'emplacement de chaque piège et inscrire le numéro de la photographie dans le carnet de terrain.

- 6) Les pièges doivent être vérifiés aussi tôt que possible le matin, en particulier par temps chaud ou quand les pièges sont exposés directement au soleil. Durant les saisons chaudes ou dans les climats chauds, éviter de placer des pièges à des endroits exposés directement au soleil. Si c'est impossible, les pièges peuvent être recouverts d'une planche ou d'une toile en tissu. S'il est possible que les températures descendent sous le point de congélation, ajouter deux tampons d'ouate dans chaque piège pour fournir du matériel pouvant servir à la confection d'un nid pour la nuit.
- 7) Vérifier chaque piège pour détecter des signes de capture ou de visite. Si un piège semble avoir été visité sans que se déclenche le mécanisme de fermeture (p. ex. s'il contient de l'urine, des fèces ou si l'on observe du matériel servant à la confection d'un nid sur le piège ou à l'intérieur de celui-ci), placer le piège dans un sac de plastique doublé afin qu'il soit décontaminé et que son mécanisme soit vérifié pour en assurer le bon fonctionnement. Remplacer le piège par un piège propre.

Prélèvement des petits mammifères

- 1) Le personnel ne participant pas au prélèvement et ne portant pas d'appareil de protection respiratoire doit demeurer en amont et à une distance d'au moins 10 mètres de la zone de prélèvement.
- 2) Tout le personnel prenant part à la manipulation de rongeurs ou de pièges doit porter un pantalon long et une chemise à manches longues, une combinaison, des chaussettes et de grosses chaussures, une paire de gants non poudrés de style nitrile, des lunettes de sécurité et un appareil respiratoire d'épuration d'air muni de filtres N-100 ou P-100.
- 3) Après avoir placé les animaux dans le véhicule, laver en profondeur les gants en caoutchouc avec du savon et de l'eau, puis enlever les gants et se laver les mains avec du savon et de l'eau.
- 4) Au moment de manipuler des animaux vivants, le personnel doit porter des gants en caoutchouc, saisir délicatement l'animal et effectuer une dislocation cervicale (si l'animal ne doit pas être remis en liberté). Seuls des biologistes expérimentés peuvent effectuer une dislocation cervicale.
- 5) Si le petit mammifère est mort, positionner délicatement le piège par-dessus un sac à fermeture éclair, puis ouvrir le piège pour faire tomber l'animal dans le sac.

- 6) Enlever l'excès d'air du sac, puis sceller le sac. Étiqueter le sac en indiquant le numéro et l'emplacement du piège, la date et l'heure du prélèvement. Photographier l'échantillon.
- 7) Dans les notes de terrain, consigner avec précision tous les renseignements concernant l'activité d'échantillonnage en vue de l'établissement subséquent du rapport d'échantillonnage.

IMPORTANT : Généralement, l'euthanasie par surdose d'anesthésiques ne peut pas être utilisée si l'on soumet les échantillons pour analyse chimique, car les agents anesthésiques peuvent introduire des artefacts. Par conséquent, la dislocation cervicale est la méthode d'euthanasie recommandée.

Traitement des petits mammifères

- 1) Le personnel ne participant pas au traitement d'échantillons et ne portant pas d'appareil de protection respiratoire doit demeurer en amont et à une distance d'au moins 10 mètres de la zone de prélèvement. Si le traitement est effectué à l'intérieur, le personnel ne portant pas d'appareil de protection respiratoire ne doit pas entrer dans la salle de traitement tant et aussi longtemps que le travail n'est pas terminé, que tout le matériel jetable contaminé n'a pas été éliminé adéquatement et que la salle n'a pas été bien aérée pendant au moins 30 minutes.
- 2) Tout le personnel participant à la manipulation de rongeurs ou de pièges doit porter des vêtements de protection complets, incluant une blouse ou une combinaison chirurgicale (préférentiellement jetable), des couvre-chaussures jetables, deux paires de gants en latex, des lunettes de sécurité et un demi-masque respiratoire ou un appareil de protection respiratoire à épuration d'air motorisé muni de filtres HEPA.
- 3) Pour chaque petit mammifère, déterminer l'espèce et le sexe. Consigner le poids, la longueur totale, la longueur du corps, la longueur de la queue, la longueur des pattes arrière ainsi que toute anomalie apparente (p. ex. malformation, cicatrices, ectoparasites).
- 4) Placer chaque échantillon sur de la glace ou de la glace sèche, puis placer le tout dans un congélateur ou garder l'échantillon congelé jusqu'à ce qu'il soit prêt à être expédié au laboratoire d'analyse.
- 5) Quand le dernier animal a été traité, placer les serviettes de papier, les sacs de plastique et les dessus de tables contaminés dans un sac pour déchets contaminés. Sceller le sac.

Décontamination de l'équipement

- 1) Préparer un seau en plastique de 17 litres contenant environ 15 litres de désinfectant liquide de puissance industrielle dilué à 1:20.
- 2) Durant la manipulation des pièges, porter des gants de cuir résistants par-dessus des gants non poudrés de style nitrile afin d'éviter de déchirer ces derniers sur les surfaces pointues des pièges.
- 3) En portant l'équipement de protection individuelle décrit ci-dessus, placer les pièges usagés dans le seau contenant la solution liquide désinfectante. Laisser tremper le piège dans le désinfectant pendant au moins une minute.
- 4) Après la désinfection :
 - a) Pour les pièges à ressort jetables, faire passer les pièges du désinfectant au sac pour matières contaminées, puis sceller le sac.
 - b) Pour les pièges à ressort réutilisables (Sherman ou Havahart), désinfecter avec un détergent surfactant, puis laisser sécher.
- 5) Éliminer le liquide pour bain en le versant dans le drain avec beaucoup d'eau.
- 6) Vaporiser toutes les surfaces contaminées avec du désinfectant et laisser tremper avant d'essuyer – cela empêchera l'aéroionisation des particules infectées. Nettoyer toutes les surfaces de travail, la table et les chaises ainsi que tout l'équipement sur la table de traitement (balance, marqueurs, et même la bouteille de désinfectant) avec le désinfectant.
- 7) Placer tous les matériaux jetables dans un sac pour matières contaminées.
- 8) Laver en profondeur les gants extérieurs avec du savon et de l'eau, puis les vaporiser avec du désinfectant. Enlever les gants extérieurs et les laisser sécher.
- 9) Retirer les gants intérieurs et les jeter dans un sac pour matières contaminées. Fermer et sceller le sac.
- 10) Se laver les mains avec du savon et de l'eau.
- 11) Retirer l'appareil respiratoire. Nettoyer et désinfecter l'appareil.

Expédition des échantillons

- 1) Les échantillons de tissus doivent être conservés à 4 °C ou moins jusqu'à leur expédition.

- 2) Expédier quotidiennement les échantillons au laboratoire d'analyse ou conformément au plan d'échantillonnage et d'analyse.

BIBLIOGRAPHIE

- Conseil canadien de protection des animaux. 2003. *Lignes directrices sur : le soin et l'utilisation des animaux sauvages*, Ottawa. Internet : http://www.ccac.ca/fr /normes/lignes_directrices.
- Santé Canada. 2009. « Hantavirus », *Votre santé et vous*, Ottawa, août 2009. Rédigé en collaboration avec l'Agence de santé publique du Canada. ISBN : 9781100923598.
- The Wildlife Society. 2005. *Techniques for Wildlife Investigations and Management*, C.E. Braun (éd.), Bethesda, Maryland.
- USDHHS. 1995. *Methods for Trapping and Sampling Small Mammals for Virologic Testing*, U.S. Department Of Health & Human Services, Public Health Service Centers for Disease Control and Prevention, septembre.