

PROCÉDURES D'ÉCHANTILLONNAGE POUR LE SUIVI DE LA QUALITÉ DE L'EAU EN RIVIÈRE



2016

Coordination et rédaction

Cette publication a été réalisée par la Direction générale du suivi de l'état de l'environnement du ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques.

Renseignements

Pour tout renseignement, vous pouvez remplir le formulaire à cette adresse :

www.mddelcc.gouv.qc.ca/formulaires/renseignements.asp.

Téléphone : 418 521-3830
1 800 561-1616 (sans frais)

Télécopieur : 418 646-5974

Ce document peut être consulté sur le site du ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques au : www.mddelcc.gouv.qc.ca.

Référence à citer :

Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MDDELCC), 2016. *Procédures d'échantillonnage pour le suivi de la qualité de l'eau en rivière*, Québec, ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, Direction générale du suivi de l'état de l'environnement, ISBN 978-2-550-77216-3 (PDF) 25 pages et 1 annexe. [En ligne]. <http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/flrivlac/guides-protocoles.htm>

Dépôt légal – 2016
Bibliothèque et Archives nationales du Québec

ISBN 978-2-550-77216-3 (PDF)

© Gouvernement du Québec – 2016

ÉQUIPE DE RÉALISATION

Coordination :

Serge Hébert¹

Rédaction :

David Berryman¹
Cathy Boissonneault²
Johannie Gingras²
Isabelle Giroux¹
Serge Hébert¹
Sylvie Legendre¹
Stéphanie Locas¹
Manon Ouellet¹
Marc Simoneau¹
René Therreault¹

¹ Direction générale du suivi de l'état de l'environnement, ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, édifice Marie-Guyart, 675, boulevard René-Lévesque Est, 7^e étage, Québec (Québec) G1R 5V7.

² Direction adjointe des relations de travail, du développement organisationnel et de la santé des personnes, ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, édifice Marie-Guyart, 675, boulevard René-Lévesque Est, 3^e étage, Québec (Québec) G1R 5V7.

Mots clés : rivière, qualité de l'eau, échantillonnage, suivi, procédures, protocoles, paramètres classiques, métaux, pesticides, contaminants organiques.

TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION.....	1
1. CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES SUR LE SUIVI DE LA QUALITÉ DE L'EAU.....	2
1.1 Choix des paramètres	2
1.2 Choix des stations et fréquence d'échantillonnage	3
1.3 Représentativité de l'échantillon	4
1.4 Assurance et contrôle de qualité.....	4
2. MATÉRIEL POUR L'ÉCHANTILLONNAGE DES PARAMÈTRES CLASSIQUES	6
2.1 Préparation du matériel	6
2.2 Calibration des appareils	6
2.3 Cartes topographiques et GPS.....	6
2.4 Bouteilles.....	6
2.5 Glacières	7
2.6 Porte-bouteilles.....	7
2.7 Perche télescopique ou perche en bois	7
2.8 Tarière à glace	7
2.9 Carnet de terrain	8
3. PROCÉDURES D'ÉCHANTILLONNAGE POUR LES PARAMÈTRES CLASSIQUES.....	10
3.1 Échantillonnage à partir d'un pont	10
3.2 Échantillonnage à la perche.....	12
3.3 Échantillonnage à gué	13
3.4 Échantillonnage à partir d'une embarcation.....	14
3.5 Échantillonnage à une usine de production d'eau potable	14
3.6 Échantillonnage sous couvert de glace.....	15
3.7 Conservation des échantillons	18
3.8 Paramètres mesurés <i>in situ</i>	18
4. PROCÉDURES D'ÉCHANTILLONNAGE POUR LES MÉTAUX, PESTICIDES ET CONTAMINANTS ORGANIQUES	19
4.1 Procédures d'échantillonnage pour l'analyse des métaux.....	19
4.2 Procédures d'échantillonnage pour l'analyse des pesticides.....	20
4.2.1 Échantillonnage en rivière	20
4.2.2 Échantillonnage des eaux souterraines	21
4.3 Procédures d'échantillonnage pour l'analyse des contaminants organiques.....	22
4.3.1 Échantillonnage à volume standard	22
4.3.2 Échantillonnage à grand volume	23

BIBLIOGRAPHIE	25
ANNEXE 1 SÉCURISATION DES LIEUX POUR LE TRAVAIL SUR GLACE	26

LISTE DES FIGURES

Figure 1	Porte-bouteilles utilisé pour échantillonner à partir d'un pont.....	8
Figure 2	Perche télescopique utilisée pour l'échantillonnage à partir de la rive	9
Figure 3	Tarière à glace manuelle	9
Figure 4	Échantillonnage à partir d'un pont.....	11
Figure 5	Échantillonnage à la perche à partir de la rive.....	12
Figure 6	Échantillonnage d'un cours d'eau à gué	13
Figure 7	Échantillonnage à partir d'une embarcation	14
Figure 8	Échantillonnage à une usine de production d'eau potable.....	15
Figure 9	Des mesures de sécurité supplémentaires sont essentielles en conditions hivernales.....	16
Figure 10	Échantillonnage sous couvert de glace	17
Figure 11	Mesure de paramètres in situ avec une sonde	18
Figure 12	L'échantillonnage pour l'analyse des métaux exige des précautions spéciales pour éviter toute contamination	19
Figure 13	Échantillonnage des eaux de surface pour l'analyse des pesticides.....	20
Figure 14	Transfert d'un échantillon pour l'analyse des pesticides dans une bouteille contenant un agent de conservation	21
Figure 15	Puits utilisé pour l'échantillonnage des pesticides dans les eaux souterraines en milieu agricole	22
Figure 16	Matériel utilisé pour l'échantillonnage à grand volume	24
Figure 17	Filtration sur le terrain lors d'un échantillonnage à grand volume	24

INTRODUCTION

Le présent document décrit le matériel et les protocoles d'échantillonnage employés par le personnel de la Direction générale du suivi de l'état de l'environnement (DGSEE) du ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MDDELCC) pour réaliser le suivi de la qualité de l'eau en rivière.

Ce manuel contient quatre sections. La première section présente des considérations générales sur le suivi de la qualité de l'eau (choix des paramètres, choix des stations et fréquence d'échantillonnage, représentativité des échantillons et contrôle de qualité), la deuxième, le matériel nécessaire pour l'échantillonnage des paramètres classiques de la qualité de l'eau (éléments nutritifs, matières en suspension, conductivité, etc.), le troisième, les procédures d'échantillonnage pour les paramètres classiques, et la quatrième, les particularités concernant le suivi des métaux, des pesticides et des contaminants organiques.

Ce document se veut un ouvrage de référence pour le personnel du Ministère et pour toute personne ou tout organisme œuvrant dans le domaine de l'eau et désirant réaliser un suivi de la qualité de l'eau en rivière.

1. CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES SUR LE SUIVI DE LA QUALITÉ DE L'EAU

La mise en place d'un programme d'échantillonnage de l'eau en vue d'en évaluer la qualité et d'en mesurer les variations constitue une tâche complexe. Prélever un échantillon d'eau semble *a priori* très simple. Il faut cependant s'assurer qu'il est représentatif et que la série de prélèvements effectués permette de répondre aux questions que l'on se pose.

La première étape dans l'élaboration d'un programme d'échantillonnage est la détermination des objectifs du suivi envisagé. L'échantillonnage des cours d'eau peut répondre à plusieurs questions concernant :

- la connaissance de base de la qualité de l'eau;
- le respect des critères de qualité de l'eau pour les usages potentiels, tels que la baignade, la protection de la faune aquatique, etc.;
- l'identification de polluants ou d'une source de pollution;
- l'impact des rejets urbains et industriels sur la qualité de l'eau;
- l'impact de certaines pratiques agricoles;
- l'étude de tendances temporelles.

Seuls des objectifs clairement définis permettent de mettre en place une campagne d'échantillonnage efficiente, de sélectionner les paramètres optimaux à analyser et de déterminer une fréquence d'échantillonnage adéquate. Ces décisions doivent être basées principalement sur les facteurs suivants :

- la qualité de l'eau documentée dans des études antérieures;
- la variabilité de la qualité de l'eau;
- l'utilisation du territoire et les sources de pollution en amont;
- les problèmes de qualité de l'eau et de pollution appréhendés;
- la précision et la sensibilité des méthodes d'analyse disponibles;
- l'expertise des responsables (volontaires ou professionnels);
- le coût de l'échantillonnage et des analyses en laboratoire.

Plusieurs publications documentent de façon détaillée la mise en place de différentes stratégies de suivis de la qualité de l'eau en rivière (UNESCO/WHO, 1978; ACS, 1988; UNESCO/WHO/UNEP, 1996; CCME, 2006; CCME, 2015).

1.1 Choix des paramètres

La liste des paramètres analysés lors d'un suivi de la qualité de l'eau est liée aux objectifs poursuivis. Les paramètres classiques couramment analysés permettent d'évaluer les caractéristiques physiques de l'eau (ex. : pH, conductivité, matières en suspension, turbidité, température, carbone organique dissous), les concentrations d'éléments nutritifs (azote ammoniacal, nitrites-nitrates, azote total et phosphore total), le degré de productivité du cours d'eau (chlorophylle a et phéophytine) et la qualité bactériologique (coliformes fécaux). Un suivi plus poussé inclut les ions majeurs et parfois les métaux à l'état de trace ou les pesticides.

Selon le type de pollution rencontrée, les paramètres de la qualité de l'eau qui sont affectés peuvent varier. Dans le cas des polluants d'origine industrielle, la sélection des paramètres à analyser peut être complexe. Un inventaire des industries présentes en amont, de même que la connaissance des procédés de fabrication et des produits potentiellement rejetés sont essentiels. Dans le cas des pesticides, le nombre élevé de produits utilisés, qui varient en fonction des cultures, rend plus complexe la sélection des paramètres à analyser. Un inventaire des cultures présentes dans le bassin versant constitue une étape incontournable.

1.2 Choix des stations et fréquence d'échantillonnage

L'emplacement des stations d'échantillonnage et la fréquence d'échantillonnage sont déterminés lors de la conception du projet. La localisation des stations est une étape du plan d'échantillonnage qui est déterminante pour la réussite et la validité du suivi. Le nombre et le positionnement des stations dépendent des objectifs de l'étude, de l'accessibilité et de la sécurité des lieux et des ressources financières disponibles.

L'utilisation de plusieurs stations d'échantillonnage sur le cours d'une rivière permet de mesurer la variabilité spatiale de la qualité de l'eau et d'identifier les secteurs où la qualité est plus problématique. Lorsqu'il s'agit de déterminer l'impact d'une source ponctuelle de pollution ou des activités agricoles dans un secteur donné, il est tout indiqué de positionner une station témoin en amont du rejet polluant (qui pourrait être un émissaire urbain, un émissaire industriel ou un affluent) ou du secteur à étudier, et une station en aval de celui-ci. Il faut toutefois s'assurer qu'aucune source de pollution autre que celle visée par le suivi n'est présente entre les deux sites d'échantillonnage (Hébert et Légaré, 2000). Ce type d'échantillonnage exige que les stations soient échantillonnées aux mêmes dates et dans un court laps de temps, de telle sorte que les conditions hydrologiques soient semblables et n'influent pas sur les différences qui pourraient être observées entre les stations.

Bien qu'il existe des règles de base, il n'existe aucune règle absolue dictant la période et la fréquence d'échantillonnage. En fait, le plan d'échantillonnage doit être adapté à chaque projet et doit permettre de répondre aux questions initialement soulevées et d'atteindre les objectifs visés par le suivi. Par exemple, dans le cas où l'on voudrait évaluer l'impact sur la qualité de l'eau de la mise en place de pratiques agricoles bénéfiques, plusieurs procédures peuvent être envisagées : étude avant-après, dispositif amont-aval ou utilisation de bassins pairés (Gagnon et Gangbazo, 2006).

De façon générale, plus la variabilité des paramètres visés par le suivi est grande, plus la fréquence d'échantillonnage doit être élevée. Ainsi, les petits bassins versants, à cause de leur temps de réaction plus rapide lors des pluies, présentent une variabilité plus grande et nécessitent une fréquence d'échantillonnage plus serrée que les grands bassins. Pour les paramètres classiques, un minimum de 8 à 9 prélèvements au cours d'une année est nécessaire pour caractériser un site donné. Dans le cas où l'on cherche à mesurer l'impact d'une source de pollution, il faut tenir compte des conditions hydrologiques (débit, période de crue et d'étiage), des conditions météorologiques (importance et intensité des précipitations) et des événements pouvant influencer la charge polluante (période d'épandage et d'arrosage, débordements d'eaux usées, etc.). À titre d'exemple, si l'on veut évaluer de façon assez précise la quantité de phosphore, d'azote ou de matières en

suspension transportée annuellement par un petit cours d'eau, on doit disposer de données journalières de débit et idéalement prélever deux échantillons par semaine pendant les crues printanière et automnale, et un échantillon toutes les deux semaines le reste de l'année. Pour une évaluation des charges un peu moins précise, un échantillonnage hebdomadaire pendant les crues printanière et automnale, et un échantillonnage toutes les deux semaines le reste de l'année peuvent être envisagés. Dans le cas du suivi des pesticides, étant donné que le type de produit, la période et le mode d'application diffèrent d'une culture à l'autre, le choix des substances à analyser et du moment de l'échantillonnage doit être fait en fonction des cultures présentes dans le bassin versant. Les concentrations les plus élevées de pesticides, notamment d'herbicides, surviennent souvent après la première averse suivant l'épandage du produit (Hébert et Légaré, 2000). Pour les pesticides, la fréquence minimale d'échantillonnage recommandée est d'un échantillon par semaine.

1.3 Représentativité de l'échantillon

Prélever un échantillon d'eau semble *a priori* très simple. Il faut cependant s'assurer qu'il est représentatif (c'est-à-dire qu'il reflète fidèlement l'état du cours d'eau à l'endroit et au moment où il a été prélevé), qu'il ne subit aucune contamination et qu'il conserve son intégrité jusqu'au moment de l'analyse. Afin d'obtenir un échantillon d'eau représentatif, le prélèvement doit généralement se faire dans une zone de plein mélange, habituellement dans le courant principal ou au centre de la rivière. Il est important d'éviter que des sédiments soulevés par les manœuvres d'échantillonnage ne contaminent l'échantillon. Il est essentiel de conserver les échantillons à l'abri de la lumière, à une température de 4 °C et de ne pas dépasser les délais de conservation prescrits par le laboratoire. Certains paramètres ont des délais de conservation variant de 48 à 72 heures. Dans ces cas notamment, il est important de planifier l'échantillonnage et le transport des échantillons en fonction des jours et heures d'ouverture du laboratoire.

L'état hydrologique du cours d'eau (niveau d'eau, débit, crue ou décrue) au moment de l'échantillonnage doit être pris en compte dans l'interprétation des données recueillies.

1.4 Assurance et contrôle de qualité

Avec le programme d'assurance et de contrôle de qualité réalisé en laboratoire, le contrôle de qualité réalisé sur le terrain constitue un outil essentiel afin d'obtenir des données fiables. L'utilisation d'échantillons témoins (appelés « blancs ») permet de vérifier l'absence de contamination des bouteilles pendant leur transport ou de déceler une contamination qui serait apparue entre le moment du prélèvement et celui de l'analyse. Il suffit de simuler un échantillonnage en remplissant l'ensemble des bouteilles normalement utilisées avec de l'eau déminéralisée ultra-propre (fournie par un laboratoire accrédité) sur le site d'échantillonnage et d'expédier ces « blancs » au laboratoire avec les autres échantillons. Il est souvent recommandé de réaliser un blanc à tous les 10 échantillons. Cette règle générale est cependant modulée selon les objectifs de l'étude, le plan d'échantillonnage et les paramètres analysés. Par exemple, une plus grande proportion de blancs peut être appropriée pour le suivi de paramètres dont les concentrations en rivière sont très faibles et les risques de contamination lors de l'échantillonnage et de l'analyse élevés.

Pour s'assurer de la qualité des données recueillies, il est important :

- de faire affaire avec un laboratoire accrédité dans le(s) domaine(s) d'accréditation approprié(s);
- de garder l'équipement, les glacières, les porte-bouteilles, l'appareillage et l'instrumentation propres et en bon état de fonctionnement;
- de s'assurer de la propreté intérieure du véhicule et de l'embarcation;
- de transporter les bouteilles non encore utilisées et l'eau déminéralisée utilisée pour les blancs de terrain dans des sacs de plastique fermés, eux-mêmes déposés dans une boîte de carton;
- de vider régulièrement le surplus d'eau des glacières si vous utilisez de la glace comme réfrigérant;
- de tenir à jour les dossiers des différents appareils de mesure et d'y inscrire toutes les réparations et toutes les calibrations réalisées.

2. MATÉRIEL POUR L'ÉCHANTILLONNAGE DES PARAMÈTRES CLASSIQUES

2.1 Préparation du matériel

La préparation du matériel est une étape qui doit être planifiée plusieurs jours à l'avance, afin de pouvoir obtenir du laboratoire les bouteilles adéquates pour les analyses désirées et de s'assurer du bon état des instruments. En règle générale, le matériel d'échantillonnage consiste en une série de bouteilles d'échantillonnage, une glacière, de la glace ou des blocs réfrigérants, un échantillonneur ou une perche (lorsque l'accessibilité au site et/ou la profondeur du cours d'eau l'exigent) et les instruments de mesure (thermomètre, oxymètre, conductivimètre, pH-mètre ou sonde multiparamètres).

2.2 Calibration des appareils

Lorsque des instruments de mesure sont utilisés sur le terrain, leur calibrage est une étape essentielle à l'obtention de données exactes et précises. Les trois appareils les plus communément utilisés sont le thermomètre, l'oxymètre et le pH-mètre. Dans le cas d'un thermomètre numérique, un calibrage doit être effectué à quelques reprises au cours de l'année, mais cet exercice n'est pas nécessaire avant chaque campagne d'échantillonnage. Par contre, l'oxymètre et le pH-mètre doivent être calibrés avant chaque sortie sur le terrain. Cette opération s'effectue au moyen de solutions standard de pH pour le pH-mètre, et par insertion de l'électrode dans une cellule offrant un milieu saturé en oxygène et à température connue pour l'oxymètre. Comme la concentration en oxygène dans l'eau est fonction de la température, la mesure de ce paramètre permet de calculer la concentration en oxygène dans l'eau saturée (bien brassée) et de calibrer l'appareil en conséquence. Il existe actuellement plusieurs types d'appareils de mesure disponibles. Il est fortement recommandé de consulter le manuel d'instruction de l'appareil avant son utilisation.

2.3 Cartes topographiques et GPS

Les sites d'échantillonnage sont cartographiés et leurs coordonnées géographiques sont validées à l'aide d'un GPS. Le GPS et les cartes topographiques sont essentiels pour la localisation précise des stations afin notamment de s'assurer que l'échantillonnage est réalisé exactement aux mêmes endroits d'une fois à l'autre.

2.4 Bouteilles

Plusieurs types de bouteilles peuvent être utilisés pour réaliser un prélèvement d'eau : plastique transparent ou opaque, verre transparent ou ambré, bouteille stérile ou non, avec ou sans agent de préservation. Il est donc essentiel de consulter le document *Modes de conservation pour l'échantillonnage des eaux de surface* (CEAEQ, 2012) afin de vérifier le type et le format de bouteilles à utiliser selon le ou les paramètres à analyser. Ce document précise aussi, pour chaque paramètre, la quantité d'eau à prélever et le délai de conservation prescrit entre le prélèvement et l'analyse.

Les bouteilles contenant un agent de préservation permettent de prolonger le délai de conservation. Il est cependant préférable de consulter les fiches signalétiques SIMDUT afin de connaître les

précautions à prendre quant aux manipulations de ces produits. De plus, ces bouteilles ne peuvent être immergées dans un cours d'eau. Il est donc nécessaire d'utiliser une autre bouteille de même type pour réaliser le prélèvement d'eau, bouteille qu'on transvidera par la suite dans la bouteille contenant l'agent de préservation. Lors de cette manœuvre, il est important d'éviter les débordements, car l'agent de préservation est dosé en fonction du volume de l'échantillon.

Il est préférable d'identifier les bouteilles avant de se rendre sur le site d'échantillonnage et, à l'aide d'un marqueur permanent, d'inscrire à l'endroit requis les informations concernant l'échantillon (numéro de station, date et heure du prélèvement). Il est plus facile d'écrire sur les bouteilles lorsqu'elles sont sèches.

2.5 Glacières

Les glacières sont utilisées pour le transport et la conservation des échantillons. Afin de garder les échantillons à une température de 4 °C jusqu'à leur arrivée au laboratoire, de la glace ou des blocs réfrigérants sont requis. Pour les échantillons non préservés, le délai de conservation entre le prélèvement de l'échantillon et le début de l'analyse en laboratoire varie selon le paramètre à analyser, mais il est généralement compris entre 48 et 72 heures.

2.6 Porte-bouteilles

Le porte-bouteilles est utilisé pour échantillonner à partir d'un pont ou d'une embarcation. Il se compose d'une tige d'aluminium lestée par une base en plomb. Cette tige est perforée pour permettre le glissement d'un anneau de rétention (figure 1). Un collet métallique ajustable est positionné à la base de la tige d'aluminium. Une bouteille peut ainsi être insérée dans le collet de métal et maintenue en place par l'abaissement de l'anneau. L'ajout de bandes élastiques autour de la tige d'aluminium permet d'installer des bouteilles supplémentaires. Une corde est fixée à l'autre extrémité de la tige pour permettre la descente du porte-bouteilles dans la colonne d'eau à la profondeur désirée.

2.7 Perche télescopique ou perche en bois

Une perche télescopique ou une perche en bois peut être utilisée pour l'échantillonnage à partir de la rive lorsque la configuration de celle-ci et la profondeur du cours d'eau l'exigent. Les bouteilles sont maintenues à une extrémité de la perche par des attaches en nylon retenant des bandes élastiques dans lesquelles sont insérées les bouteilles (figure 2).

2.8 Tarière à glace

Lors de l'échantillonnage sous couvert de glace, une tarière à glace est nécessaire pour perforer la glace. L'utilisation d'une tarière manuelle est recommandée pour éviter les risques de contamination (figure 3). Une tarière à essence peut toutefois être utilisée dans les cas où l'épaisseur de la glace pose problème ou encore lorsque le nombre de sites à échantillonner est élevé. Dans un tel cas, les huiles et graisses ainsi que les hydrocarbures ne peuvent être analysés à cause des risques de contamination.

2.9 Carnet de terrain

Il est important de consigner au crayon de plomb dans un carnet de terrain ou sur des feuilles imperméables toute l'information concernant l'échantillonnage. Il s'agit de noter l'endroit du prélèvement (numéro de station, coordonnées GPS, descriptif de la station), la date, l'heure, les conditions météorologiques (force et direction du vent, ensoleillement, pluie), la vitesse du courant, le niveau d'eau et l'état de la marée si approprié. Toute situation ou tout événement pouvant avoir un lien avec la qualité de l'eau à la station doit aussi être pris en note (ex. : réfection d'un pont, travaux en rive, abondance de périphyton ou de plantes aquatiques, etc.).



Figure 1 Porte-bouteilles utilisé pour échantillonner à partir d'un pont



Figure 2 Perche télescopique utilisée pour l'échantillonnage à partir de la rive

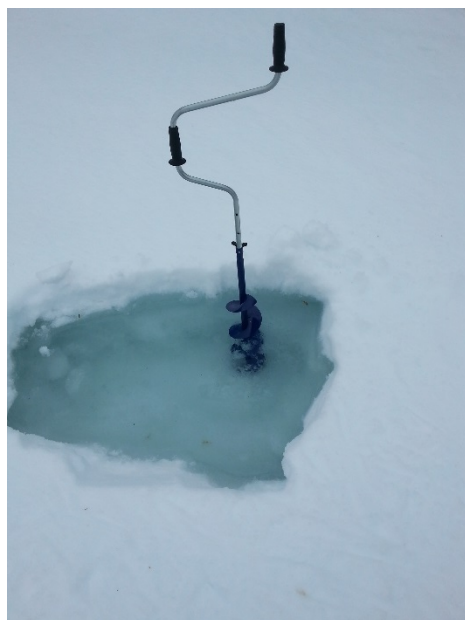


Figure 3 Tarière à glace manuelle

3. PROCÉDURES D'ÉCHANTILLONNAGE POUR LES PARAMÈTRES CLASSIQUES

Les procédures d'échantillonnage présentées dans cette section concernent les paramètres classiques de qualité de l'eau (phosphore, azote, matières en suspension, etc.) mais s'appliquent également à la plupart des substances organiques et aux pesticides. Des précautions particulières doivent cependant être prises lors d'échantillonnages réalisés pour l'analyse des métaux (voir section 4.1). Les procédures présentées tiennent compte des caractéristiques des berges, de la profondeur du cours d'eau, de l'accessibilité des lieux ainsi que de la visibilité et de la sécurité du préleveur.

3.1 Échantillonnage à partir d'un pont

Les ponts permettent de prélever un échantillon d'eau dans le courant principal de la rivière. Bien que cette pratique soit sécuritaire, il arrive parfois que la circulation routière et les bourrasques de vent occasionnées par le passage des camions lourds perturbent les manipulations pendant l'échantillonnage. Afin d'assurer la sécurité du préleveur, le port d'un dossard de sécurité est recommandé et, dans certains cas, l'installation de cônes de signalisation doit être considérée. De plus, il est important que le véhicule du préleveur n'entrave pas la circulation et soit stationné d'une façon sécuritaire hors des limites du pont.

Pour procéder à l'échantillonnage, le côté du pont faisant face à l'amont de la rivière est à privilégier. De cette façon, il est possible de voir arriver d'éventuels débris ou matières flottantes et ainsi d'éviter une contamination de l'échantillon ou un problème avec le porte-bouteilles. Cependant, lorsque le courant est trop rapide, le côté aval est préférable. Ainsi le porte-bouteilles n'est pas emporté sous le pont et la corde le retenant ne frotte pas sur le tablier du pont, ce qui réduit le risque de contamination des échantillons. Cette technique permet aussi de surveiller le remplissage des bouteilles et de les remonter au moment opportun. Voici les étapes à suivre (figure 4) :

- A. Placez les bouteilles sur le porte-bouteilles sans enlever les bouchons.
- B. Déroulez la corde du porte-bouteilles à la longueur souhaitée et à la dernière minute, dévissez les bouchons et placez-les dans un petit sac de plastique de type Ziploc. Le fond d'une poche ou le rebord du pont sont des endroits à bannir pour éviter la perte ou la contamination des bouchons.
- C. Descendez le porte-bouteilles en évitant que la corde touche le rebord du pont et faites attention de ne pas faire tomber des particules et/ou débris dans les bouteilles en avançant les pieds sur le bord du tablier du pont.
- D. Immergez les bouteilles d'un seul coup afin d'éviter de récolter le film ou les petits débris flottants à la surface de l'eau.
- E. Laissez couler le porte-bouteilles jusqu'à environ un mètre de profondeur en prenant bien soin de ne pas toucher le fond de la rivière.

- F. En faisant un léger mouvement de haut en bas, remplissez complètement les bouteilles. Lorsque les bouteilles seront pleines, vous ne verrez plus de bulles monter à la surface.
- G. Remontez le porte-bouteilles en prenant les mêmes précautions qu'en le descendant. Remplacez immédiatement les bouchons sur les bouteilles avant d'enlever celles-ci de leur support.



Figure 4 Échantillonnage à partir d'un pont

3.2 Échantillonnage à la perche

La perche est utilisée pour faciliter l'échantillonnage en rive lorsque la configuration de celle-ci et la profondeur du cours d'eau l'exigent et lorsqu'il y a absence d'un pont près de la station. Le port de la veste de flottaison ainsi que de bottes imperméables peut être nécessaire selon le milieu. Voici les étapes à suivre (figure 5) :

- A. Choisissez la rive afin d'échantillonner dans le courant principal.
- B. Ajustez la perche à la longueur vous permettant de prélever l'échantillon dans le courant principal de la rivière.
- C. Installez les bouteilles sur la perche, dévissez les bouchons et placez-les dans un sac de plastique de type Ziploc.
- D. Tournez la perche de manière à ce que le goulot des bouteilles soit orienté vers le bas et immergez-les dans la colonne d'eau en effectuant lentement un mouvement en forme de « U » en remontant la perche vers l'amont et en évitant de toucher le fond. Les bouteilles doivent être remplies complètement lorsque vous les remontez à la surface, c'est-à-dire que vous ne devez plus voir de bulles au moment de les sortir de l'eau.
- E. Ramenez les bouteilles vers vous et remplacez les bouchons avant de retirer les bouteilles de la perche.



Figure 5 Échantillonnage à la perche à partir de la rive

3.3 Échantillonnage à gué

Dans les ruisseaux et les rivières de faible profondeur et de faible courant, l'idéal est d'échantillonner à gué. Si la distance à parcourir avant d'arriver au point de prélèvement est importante, il est recommandé d'apporter les bouteilles dans un sac à dos afin d'éviter de perturber le site d'échantillonnage par des allers-retours dans le cours d'eau. Accédez au site par l'aval afin que les particules remises en suspension n'affectent pas le prélèvement. Voici les étapes à suivre (figure 6) :

- A. Enfilez une paire de bottes-pantalons et accédez au cours d'eau en aval de la station.
- B. Remontez vers le point de prélèvement.
- C. Placez-vous face au courant principal et attendez quelques secondes que le nuage de sédiments se disperse.
- D. Dévissez le bouchon de la bouteille, étirez votre bras vers l'amont et plongez la bouteille le goulot en premier. Faites un mouvement en « U » dans la colonne d'eau et assurez-vous que la bouteille est pleine avant de la remonter à la surface. Évitez de toucher le fond.
- E. Remettez le bouchon et procédez de la même façon avec les autres bouteilles.



Figure 6 Échantillonnage d'un cours d'eau à gué

3.4 Échantillonnage à partir d'une embarcation

Le prélèvement d'échantillons à partir d'une embarcation motorisée demande certaines précautions. Il est important d'accéder au site du côté aval de la station et de diminuer la vitesse. Ainsi vous éviterez de perturber le site de prélèvement par la remise en suspension de particules ou par les émanations du moteur. Positionnez la proue vers l'amont du cours d'eau et arrêtez le moteur. Si l'ancrage n'est pas possible, laissez-vous descendre avec le courant. Procédez à l'échantillonnage avec le porte-bouteilles ou la perche tout en demeurant à la proue du bateau (figure 7). Cette technique permet de diminuer les risques d'une contamination occasionnée par le moteur.



Figure 7 Échantillonnage à partir d'une embarcation

3.5 Échantillonnage à une usine de production d'eau potable

Lorsqu'un échantillon d'eau de surface doit être prélevé à une usine de production d'eau potable afin de caractériser l'eau brute d'approvisionnement, l'échantillon est prélevé au robinet d'eau brute. Si l'eau du robinet ne coule pas en permanence, il est important de la laisser couler pendant au moins 5 minutes avant de procéder à l'échantillonnage. Les bouteilles sont remplies une à la fois à même le robinet (figure 8).



Figure 8 Échantillonnage à une usine de production d'eau potable

3.6 Échantillonnage sous couvert de glace

En période hivernale, l'échantillonnage comporte des risques particuliers dont il faut tenir compte. La température de l'eau, la profondeur de la rivière, la vitesse du courant, le couvert de glace, la pesanteur de la neige et les redoux sont des facteurs importants à considérer lors de l'échantillonnage sous couvert de glace. À moins d'échantillonner dans un cours d'eau peu profond et de faible largeur, l'échantillonnage sous couvert de glace devrait toujours être effectué par une équipe de deux personnes. Il est fortement recommandé de lire attentivement l'annexe 1 portant sur la sécurisation des lieux pour le travail sur glace afin d'avoir une bonne connaissance du matériel de sécurité nécessaire et des techniques de travail sur glace (figure 9).

Une attention particulière doit aussi être portée aux paramètres énumérés ci-dessous, ces derniers pouvant avoir une incidence sur l'épaisseur de la glace :

- les embouchures de tributaires ainsi que les décharges de lac et de réservoir;
- la profondeur de l'eau et la dimension de l'étendue d'eau;
- les courants, les marées et les autres mouvements de l'eau;
- les fluctuations dans les niveaux d'eau;
- les changements de température de l'air.

Afin d'avoir un bon aperçu de l'état du couvert de glace, il demeure important de tenir compte des événements météorologiques survenus pendant la période hivernale. Ainsi, il est recommandé d'être particulièrement prudent lorsqu'une période de dégel ou de précipitation a occasionné des fluctuations récentes du niveau d'eau. Ces dernières créent, surtout en rive, des soulèvements de la glace offrant moins de résistance.



Figure 9 Des mesures de sécurité supplémentaires sont essentielles en conditions hivernales

Après avoir fait une reconnaissance et s'être muni de tout l'équipement sécuritaire nécessaire et après avoir sécurisé le lieu de prélèvement, voici les étapes à suivre pour effectuer un prélèvement d'échantillons sous couvert de glace (figure 10) :

- A. Rendu au site d'échantillonnage, nettoyez la surface de travail en enlevant la neige et en éliminant tous les débris qui pourraient occasionner une contamination des bouteilles (sels de déglacage, huile et graisse, etc.).
- B. Perforez la glace à l'aide de la tarière à glace. Libérez le trou de tous les résidus de glace et de neige (frasil) à l'aide d'une louche ou d'une paire de gants imperméables. Sinon, effectuez des mouvements de haut en bas avec la tarière afin de faire déborder l'eau du trou.
- C. Installez les bouteilles sur le porte-bouteilles et immergez-les de manière à ce qu'elles se retrouvent dans le courant entièrement sous la couche de glace.
- D. À leur sortie, remettez les bouchons rapidement et mettez les bouteilles dans un sac à dos, à l'abri du vent et du froid afin d'éviter la formation de cristaux de glace.
- E. Une fois le travail terminé, revenez sur la rive en retournant sur vos pas.
- F. Prêtez attention aux bandes élastiques, car en hiver elles ont tendance à ne pas reprendre leur forme initiale. Utilisez aussi le collet métallique et l'anneau de rétention pour plus de sécurité.



Figure 10 Échantillonnage sous couvert de glace

3.7 Conservation des échantillons

Il est recommandé de réfrigérer les échantillons pour une période minimale de 4 heures avant de les mettre dans une glacière et de les expédier au laboratoire. Cette procédure permet de stabiliser la température des échantillons à 4 °C, ce qui, au cours de l'été, ne pourrait être assuré par la seule présence de blocs réfrigérants dans la glacière. Cette procédure n'est pas nécessaire si les échantillons sont conservés dans la glace. Dans ce cas, il faut s'assurer qu'il y a suffisamment de glace pour atteindre la température de conservation adéquate et il faut régulièrement vider la glacière de son eau afin d'éviter que les bouteilles ne soient submergées. Les échantillons doivent être conservés à l'obscurité (réfrigérateur, glacière) entre le prélèvement et l'analyse.

3.8 Paramètres mesurés *in situ*

Certains paramètres physicochimiques comme le pH, la conductivité, l'oxygène dissous, la turbidité et la température peuvent être mesurés *in situ* à l'aide de sondes mono ou multiparamètres (figure 11). Chaque appareil doit être calibré avant chaque campagne de terrain et entretenu selon les exigences du fabricant. Les données recueillies et les métadonnées concernant l'échantillonnage (date, heure, conditions météorologiques, observations sur le site d'échantillonnage, personnes responsables et autres informations pertinentes au projet) doivent être consignées d'une façon précise et complète dans le carnet de terrain ou les fiches prévues à cette fin.



Figure 11 Mesure de paramètres *in situ* avec une sonde

4. PROCÉDURES D'ÉCHANTILLONNAGE POUR LES MÉTAUX, PESTICIDES ET CONTAMINANTS ORGANIQUES

4.1 Procédures d'échantillonnage pour l'analyse des métaux

Les métaux sont souvent présents dans l'environnement à l'état de traces, c'est-à-dire à des concentrations variant de quelques nanogrammes à quelques microgrammes par litre. L'échantillonnage et l'analyse des métaux dans les eaux de surface requièrent donc des précautions particulières pour prévenir la contamination des échantillons (figure 12). Pour obtenir des données fiables sur les métaux en traces, la technique d'échantillonnage doit être couplée à une décontamination du matériel utilisé et à des précautions lors du traitement et du dosage des échantillons. Il est nécessaire d'utiliser les méthodes de conservation des échantillons qui sont présentées dans le document [Modes de conservation pour l'échantillonnage des eaux de surface](#) (CEAEQ, 2012). Toute l'information concernant l'échantillonnage des métaux à l'état de traces est disponible dans le document suivant : [Protocole d'échantillonnage de l'eau de surface pour l'analyse des métaux en traces](#) (MDDELCC, 2014).



Figure 12 L'échantillonnage pour l'analyse des métaux exige des précautions spéciales pour éviter toute contamination

4.2 Procédures d'échantillonnage pour l'analyse des pesticides

4.2.1 Échantillonnage en rivière

Les procédures d'échantillonnage d'eau de surface pour l'analyse des pesticides sont identiques à celles utilisées pour les paramètres classiques (voir section 3). Pour la plupart des pesticides à l'exception du glyphosate, du diquat et du paraquat, les échantillons doivent être prélevés dans des bouteilles de verre dont le format peut varier selon l'analyse. Le col des bouteilles de verre est par la suite recouvert de papier d'aluminium ou de Téflon afin d'éviter l'adsorption des pesticides présents dans l'échantillon sur le plastique du couvercle (figure 13).

Pour certains pesticides, les bouteilles contiennent un agent de conservation. Dans ces cas, le prélèvement se fait avec une bouteille du même type qui est ensuite transvidé dans la bouteille contenant l'agent de conservation (figure 14).



Figure 13 Échantillonnage des eaux de surface pour l'analyse des pesticides



Figure 14 Transfert d'un échantillon pour l'analyse des pesticides dans une bouteille contenant un agent de conservation

4.2.2 Échantillonnage des eaux souterraines

Des puits privés individuels (figure 15) sont habituellement utilisés pour échantillonner l'eau souterraine en milieu agricole. Les échantillons sont prélevés au robinet de la résidence ou du bâtiment desservi par le puits. Avant de procéder à l'échantillonnage, on laisse couler l'eau pendant environ 5 minutes de façon à prélever de l'eau fraîchement pompée du puits et non de l'eau qui aurait pu séjourner dans la tuyauterie. Lorsqu'il y a un système domestique de traitement de l'eau, l'échantillon d'eau est prélevé avant son passage dans l'unité de traitement. Les types et formats de bouteilles requises pour l'échantillonnage des eaux souterraines sont les mêmes que pour les eaux de surface.

Pour tous les puits échantillonnés, les renseignements suivants sont recueillis auprès du propriétaire :

- Identification du propriétaire : nom, adresse, numéro de téléphone;
- Emplacement du puits : coordonnées GPS, distance du puits à la maison ou à l'établissement desservi, distance entre le puits et les cultures voisines, plan de l'endroit échantillonné;
- Caractéristiques du puits : nombre de personnes alimentées, nature du traitement, profondeur du puits, profondeur du niveau d'eau dans le puits, date et type de construction, aménagements autour du puits.

Lorsque les propriétaires de puits sont des producteurs agricoles, des renseignements agronomiques supplémentaires sont recueillis afin de déterminer les pesticides à analyser et

faciliter l'interprétation des résultats : superficie des cultures au voisinage du puits, texture du sol, pH, pourcentage de matière organique et pesticides utilisés.



Figure 15 Puits utilisé pour l'échantillonnage des pesticides dans les eaux souterraines en milieu agricole

4.3 Procédures d'échantillonnage pour l'analyse des contaminants organiques

Les procédures d'échantillonnage des eaux de surface pour les contaminants organiques autres que les pesticides se divisent en deux grandes catégories selon les substances que l'on veut analyser et les limites de détection que l'on souhaite atteindre. Pour les substances présentes en concentrations de l'ordre des ng/l ou des µg/l, comme les composés perfluorés, les médicaments et les surfactants de type nonylphénol éthoxylés, l'analyse peut se faire à partir d'un volume d'eau standard de 125 ml à 1 litre. Pour les substances présentes en concentrations plus faibles (de l'ordre des pg/l), il faut prélever un grand volume d'eau (environ 50 l) et concentrer les contaminants qui s'y trouvent dans un plus petit volume, pour atteindre ainsi des concentrations mesurables. C'est le cas, par exemple, des biphényles polychlorés (BPC), des polybromodiphényléther (PBDE) et des dioxines et furannes chlorés.

4.3.1 Échantillonnage à volume standard

Pour les contaminants organiques analysables à partir d'un volume d'eau standard, les procédures d'échantillonnage sont identiques à celles utilisées pour les paramètres classiques (voir section 3). Le type de bouteilles à utiliser (polyéthylène, verre, verre ambré, etc.) ainsi que le volume à prélever (125 ml, 500 ml, 1 litre) varient selon les paramètres à analyser et sont précisés dans le document *Modes de conservation pour l'échantillonnage des eaux de surface* (CEAEQ, 2012). Pour certains paramètres, les bouteilles contiennent un agent de conservation. Dans ces cas, le

prélèvement se fait avec une bouteille du même type dont le contenu est ensuite transvidé dans la bouteille contenant l'agent de conservation.

4.3.2 Échantillonnage à grand volume

L'échantillonnage à grand volume permet de détecter des concentrations de contaminants organiques présents à des niveaux très faibles ($< \text{ng/l}$) dans l'eau des rivières. Ainsi, l'échantillonnage de 53,5 litres d'eau permet d'atteindre des limites de détection de 3 à 30 pg/l (phase dissoute) et de 0,01 à 0,07 pg/l (phase particulaire) dans le cas des dioxines et furanes, de 1 à 200 pg/l (phase dissoute) et de 0,4 à 60 pg/l (phase particulaire) dans le cas des hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP), de 0,01 à 0,8 pg/l (phase dissoute) et de 0,01 à 0,8 pg/l (phase particulaire) dans le cas des BPC.

L'échantillonnage à grand volume nécessite l'utilisation d'une technique propre afin de réduire la contamination de l'échantillon provenant de sources exogènes (air, matériaux, échantillonneur). Les matériaux utilisés dans les différentes composantes du système d'échantillonnage sont le verre, l'acier inoxydable, le Téflon et l'aluminium. Le matériel est préalablement lavé et décontaminé aux solvants et des gants en polyéthylène sont utilisés pour toutes les opérations, du prélèvement à l'analyse (Cossa *et al.*, 1996).

L'échantillonnage consiste à remplir trois contenants en acier inoxydable de 17,85 l chacun (SpartanburgTM). Ces contenants sont remplis à l'aide d'un système en ligne où une pompe pneumatique tout Téflon (ASTI®, type PFD-1), alimentée à l'azote purifié d'une pression de 30 psi, est raccordée au système de filtration de grand diamètre équipé d'un filtre en fibre de verre de porosité 0,7 μm (figure 16). La filtration peut se faire sur le site de prélèvement (figure 17) ou au laboratoire. Le filtrat est conservé dans 3 récipients en acier inoxydable de 17,85 l (SpartanburgTM) fermés avec un couvercle muni d'une feuille d'aluminium prélavée. Ces récipients sont gardés à la température de la pièce pendant moins de 24 heures avant l'extraction au laboratoire. Quant aux filtres avec leur contenu en matières particulaires, ils sont réemballés dans leur feuille d'aluminium prélavée, placés dans un sac étanche en polyéthylène et mis au froid pour leur transport au laboratoire. Au laboratoire, ils sont conservés à $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ jusqu'à l'extraction et l'analyse.

L'analyse des contaminants organiques peut se faire séparément sur les phases dissoute et particulaire de l'échantillon. Il est également possible de combiner les extraits des phases dissoute et particulaire pour ne faire qu'une seule analyse.



Figure 16 Matériel utilisé pour l'échantillonnage à grand volume



Figure 17 Filtration sur le terrain lors d'un échantillonnage à grand volume

BIBLIOGRAPHIE

American Chemical Society (ACS), 1988. *Principles of Environmental Sampling*, L. H. Keith (ed.), ACS Professional Reference Book, ISBN 0-8412-1173-6, 458 p.

Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec (CEAEQ), 2012. [*Modes de conservation pour l'échantillonnage des eaux de surface*](#), Québec, ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, Document DR-09-10, 7 p.

Conseil canadien des ministres de l'environnement (CCME), 2015. [*Guide pour l'optimisation des programmes de suivi de la qualité de l'eau*](#), ISBN 978-1-77202-021-2 (PDF), 58 p. et 2 ann.

Conseil canadien des ministres de l'environnement (CCME), 2006. [*Un cadre pancanadien pour la surveillance de la qualité de l'eau*](#), Groupe de travail sur la qualité des eaux, PN 1370, 25 p. et 1 ann.

Cossa, D., B. Rondeau, T. T. Pham, S. Proulx, et B. Quémerais, 1996. *Principes et pratiques de l'échantillonnage des eaux naturelles en vue du dosage de substances et d'éléments présents à l'état de traces et d'ultra-traces*. Environnement Canada, Conservation de l'environnement, Centre Saint-Laurent, 25 p.

Gagnon, É., et G. Gangbazo, 2006. [*Dispositifs expérimentaux permettant d'évaluer l'effet de la mise en œuvre de bonnes pratiques agricoles sur la qualité de l'eau*](#), Québec, ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, direction des Politiques de l'eau, ISBN-13 : 978-2-550-47420-3, 8 p.

Hébert, S., et S. Légaré, 2000. [*Suivi de la qualité des rivières et petits cours d'eau*](#), Québec, Direction du suivi de l'état de l'environnement, ministère de l'Environnement, Envirodoq n° ENV-2001-0141, rapport n° QE-123, 24 p. et 3 ann.

Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MDDELCC), 2014. [*Protocole d'échantillonnage de l'eau de surface pour l'analyse des métaux en traces*](#), Québec, Direction du suivi de l'état de l'environnement, ISBN 978-2-550-69205-8 (PDF), 19 p.

United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO) et World Health Organization (WHO), 1978. [*Water Quality Surveys. A Guide for the Collection and Interpretation of Water Quality Data*](#), Studies and Reports in Hydrology 23, United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization, Paris, 350 p.

United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO), World Health Organization (WHO) et United Nation Environment Program (UNEP), 1996. [*Water Quality Assessments - A Guide to Use of Biota, Sediments and Water in Environmental Monitoring*](#), 2^e éd., D. Chapman (ed.), United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization, Paris, 626 p.

ANNEXE 1 SÉCURISATION DES LIEUX POUR LE TRAVAIL SUR GLACE

.....

PROTOCOLE D'ÉCHANTILLONNAGE DU RÉSEAU-RIVIÈRES DU QUÉBEC

Sécurisation des lieux pour le travail sur glace

.....

DIRECTION DE L'INFORMATION SUR LES MILIEUX AQUATIQUES

DIRECTION GÉNÉRALE DU SUIVI DE L'ÉTAT DE L'ENVIRONNEMENT

**MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE
L'ENVIRONNEMENT ET DE LA LUTTE CONTRE LES
CHANGEMENTS CLIMATIQUES**

Préalablement élaboré par le CEHQ avec la participation de Johannie Gingras (DRH).

Mis à jour pour la DGSEE par Cathy Boissonneault (DRH), le 9 janvier 2015.

1. INTRODUCTION

Dans le cadre des campagnes d'échantillonnage entreprises par l'équipe du Réseau-rivières de la Direction générale du suivi de l'état de l'environnement (DGSEE), la prise d'échantillons en saison hivernale exige d'accomplir le travail sur des cours d'eau glacés tels que des rivières, des lacs, des étangs, des marais, etc. Afin d'assurer la sécurité des travailleurs affectés à ces fonctions, il s'avère incontournable d'établir les mesures préventives nécessaires pour éviter des ruptures de la glace pouvant être source d'accidents.

Déoulant principalement d'une surestimation de la capacité portante de la glace, d'une utilisation de méthodes inadéquates pour caractériser la glace et d'une méconnaissance des procédures à suivre, ces accidents peuvent être contrés à l'aide d'une procédure particulière.

Ce document vise à présenter le processus à suivre afin de sécuriser les lieux préalablement à tout déplacement ou à toute intervention devant être effectué sur une surface glacée. Il doit indéniablement être ajouté au *Protocole du Réseau-rivières du Québec* dans lequel figure l'ensemble des bonnes méthodes de travail.

2. RÔLES ET RESPONSABILITÉ DES INTERVENANTS

Cette procédure de travail sécuritaire implique la présence d'une équipe de **deux** personnes. Ainsi, il ne faut **jamais** s'aventurer seul sur une surface glacée, et ce, pour aucune raison.

1. **L'éclaireur** : il se trouve au-devant lors du processus de sécurité et il est responsable de suivre la procédure documentée ci-dessous.
2. **L'accompagnateur** : il suit l'éclaireur et assure la sécurité de ce dernier selon la procédure documentée ci-dessous.

3. PARAMÈTRES À CONSIDÉRER

3.1. CONNAISSANCE DU PLAN D'EAU : TRAVAIL PRÉPARATOIRE

Une attention particulière doit être portée aux paramètres énumérés ci-dessous, ces derniers pouvant avoir une incidence sur l'épaisseur de la glace :

- les embouchures de tributaires ainsi que les décharges de lac et de réservoir;
- la profondeur de l'eau et la dimension de l'étendue d'eau;
- les courants, les marées et les autres mouvements de l'eau;
- les fluctuations dans les niveaux d'eau;
- les changements de températures de l'air.

Afin d'avoir un bon aperçu de l'état du couvert de glace, il demeure important de tenir compte des événements météorologiques survenus pendant la période hivernale. Ainsi, il est recommandé d'emprunter une approche plus conservatrice lorsqu'une période de dégel ou de précipitations a occasionné des fluctuations récentes du niveau d'eau. Ces dernières créent, particulièrement en rive, des ponts de glace qui engendrent un couvert de glace offrant moins de résistance.

3.2. INSPECTION VISUELLE À PARTIR DE LA RIVE

Il est essentiel d'observer d'abord les rives, qui représentent généralement le secteur le plus à risque, et d'identifier les vestiges des récents événements météorologiques.

À partir de la rive, il faut porter une attention particulière :

- aux fluctuations du niveau d'eau qui créent des couches de glace recouvrant des vides communément appelés « ponts de glace »;
- à l'accumulation de frasil qui force l'écoulement à se diriger vers les rives, formant ainsi des canaux ouverts. Ceux-ci, étant rapidement recouverts par des précipitations de neige, sont protégés par une enveloppe thermique empêchant la formation d'un couvert de glace.

En amont et en aval, il faut porter une attention particulière :

- au couvert de glace en s'assurant de sa continuité et en définissant une trajectoire perpendiculaire pour la traverse de sécurité. Il faut aussi tenter de détecter la présence de zones de glace ou de neige assombries par une mince couche d'eau. Elles représentent généralement une glace de mauvaise qualité et correspondent aux zones de vitesse d'écoulement maximale.

3.3. CONSIGNES PRÉPARATOIRES À LA TRAVERSE DE SÉCURITÉ POUR L'ÉCLAIREUR ET L'ACCOMPAGNATEUR

- Porter un harnais permettant le travail en cordée (attache au-devant);
- Se vêtir d'un vêtement de flottaison individuel (VFI) si la profondeur du cours d'eau le justifie;
- Retirer ses raquettes;
- Se vêtir de crampons à glace;
- Se munir de pics à glace (ceux-ci doivent être fixés sur le VFI);
- Se munir d'une tranche à glace;
- Munir l'accompagnateur d'un dispositif d'alerte;
- Munir l'accompagnateur d'une ligne de vie flottante.

3.4. ÉPAISSEUR DE GLACE ET ESPACEMENT REQUIS LORS DE TRAVAUX SUR GLACE

Sans égard au moyen de locomotion utilisé pour se rendre au point d'échantillonnage, le travailleur doit s'assurer que la capacité portante de la glace est suffisante pour supporter les charges impliquées pendant l'intervention.

Les proportions à considérer afin de mesurer l'épaisseur effective de la glace correspondent à 2 cm de glace blanche équivalant à 1 cm de glace claire. Ainsi, une mesure de 30 cm de glace composée de 10 cm de glace blanche et de 20 cm de glace transparente (noire) fournit une épaisseur effective démontrée par l'équation suivante :

$$20 + (10/2) = 25 \text{ cm}$$

Nonobstant ce qui précède, la société de sauvetage recommande une épaisseur effective d'au moins 7 cm pour n'importe quelle activité à accomplir sur un couvert de glace. À titre d'exemple, l'épaisseur minimale de la glace nécessaire pour supporter une personne d'environ 90 kg est de 20 cm pour la glace blanche et de 10 cm pour la glace transparente (noire). Tiré de l'ouvrage de référence *Travaux sur les champs de glace* (CSST, 1996), le tableau en annexe (1-A) donne un aperçu de l'épaisseur de glace et de l'espacement requis selon les charges à supporter¹.

L'épaisseur de glace nécessaire dépend de la densité de cette dernière, toutefois la règle ci-dessous peut permettre de la déterminer.

COULEUR	QUALITÉ	RÉSISTANCE
BLEUE	Glacé claire, transparente ou noire Formée par la congélation de l'eau Offre la résistance la plus élevée	100 %
BLANCHE	Glacé de neige, opaque Formée par la congélation de la neige submergée Contient un pourcentage d'air qui peut réduire sa résistance	50 %
GRISE	Contient habituellement de l'eau à la suite d'un dégel et doit être considérée comme très suspecte en tant que surface destinée à supporter des charges	Nulle

¹ Avant de se rendre sur la glace, on doit évaluer le poids total de l'équipement utilisé. À titre indicatif, le poids d'une motoneige vide étant de 284 kg, il faut y ajouter le poids de l'essence, du matériel et des passagers.

3.5 TRAVERSE DE SÉCURITÉ SELON LA MÉTHODE DE TRAVAIL EN CORDÉE

Comme mentionné à la section 3.2, les rives représentent effectivement le secteur le plus risqué, donc la vigilance s'avère primordiale lors de la traverse dans ces secteurs. Chacun des deux équipiers ont des manœuvres précises à respecter afin d'assurer la sécurité de l'autre.

L'éclaireur : il traverse la section identifiée en frappant fermement la glace devant lui à l'aide de la tranche à glace. La sensation ressentie et le son entendu lorsque la glace est frappée vivement donnent des indices sur la capacité portante de celle-ci. À cet effet, un son creux indique la présence d'un pont de glace généralement de faible portance. La vigilance est d'autant plus importante dans les zones où il y a augmentation de la vitesse de l'eau, compte tenu de la diminution de l'épaisseur de la glace. Si un doute subsiste à un point de sondage, il est recommandé de percer complètement le couvert de glace à la tranche et de mesurer son épaisseur.

L'accompagnateur : il doit suivre l'éclaireur « à la trace » en respectant une distance de 7 à 10 mètres entre ce dernier et lui. Une légère tension doit constamment être induite à la corde. L'accompagnateur doit lui aussi sonder la glace.

Une fois la traverse complétée, il est recommandé de sonder les secteurs en amont et en aval de la zone de travail sur laquelle des travaux seront effectués. En effet, la circulation n'est permise que dans la région sécurisée du site.

Malgré une bonne connaissance du site à échantillonner, toute personne devant s'aventurer sur la glace doit demeurer très vigilante. Si les conditions de glace soulèvent des doutes quant à la sécurité des échantillonneurs, ces derniers doivent quitter immédiatement le site et se diriger vers un lieu sécuritaire.

3.6 COUVERT DE GLACE PARTIEL

Une surveillance soutenue doit être portée près de la jonction du couvert de glace et de l'écoulement à surface libre. De plus, il est nécessaire de nettoyer la glace de faible portance.

EN CAS DE CHUTE

Dans un premier temps, il est recommandé de procéder à la technique d'autosauvetage, toutefois, si des difficultés sont rapidement rencontrées lors de cette première étape, l'accompagnateur doit contacter les secours immédiatement à l'aide d'un dispositif d'alerte, et ce, préalablement à toute autre manœuvre.

Paramètres à considérer :

- privilégier le côté sécurisé permettant l'accès au véhicule;
- faire face au courant, dans la mesure du possible;
- appliquer le principe du 1-10-1, soit :
 - o une minute pour contrôler les effets du choc thermique et se calmer;
 - o 10 minutes de motricité active pour se sortir de l'eau le plus possible;
 - o une heure, en moyenne, avant que l'hypothermie s'installe au complet dans le noyau du corps;
- bien que l'hypothermie ne s'installe qu'après une heure, prendre tous les moyens nécessaires pour sortir la personne de l'eau dans les premières minutes;
- déplacer la victime en position horizontale afin de réduire les contraintes appliquées sur la glace;
- vêtir la victime de vêtements secs aussi rapidement que possible.

Annexe 1-A

Épaisseur minimale et espacement requis en fonction des charges à supporter

Unités métriques			Unités impériales		
Charge (kg)	Épaisseur effective (cm)	Distance (m)	Charge (lb)	Épaisseur effective (po)	Distance (pi)
100	10	12	200	3,7	38,6
200	12	15	400	4,8	48,0
300	13	15	600	5,1	49,3
400	14	16	800	5,5	52,1
500	16	17	1 000	5,9	55,6
600	17	18	1 200	6,3	58,4
700	17	19	1 400	6,6	60,4
800	18	19	1 600	6,9	62,0
900	18	20	1 800	7,1	63,4
1 000	19	20	2 000	7,3	64,8
1 500	22	22	3 000	8,4	71,8
2 000	24	24	4 000	9,2	77,4
2 500	27	26	5 000	10,1	82,8
3 000	29	28	6 000	11,0	88,1
3 500	32	30	7 000	11,9	93,4
4 000	34	31	8 000	12,7	98,2
4 500	36	32	9 000	13,4	102,6
5 000	38	34	10 000	14,2	106,7
7 500	46	39	15 000	17,4	124,3
10 000	53	44	20 000	20,0	138,4
12 500	60	48	25 000	22,4	150,5
15 000	65	51	30 000	24,5	161,1
17 500	71	54	35 000	26,5	170,7
20 000	76	57	40 000	28,3	179,5
22 500	80	59	45 000	30,1	187,6
25 000	85	62	50 000	31,7	195,2
30 000	93	66	60 000	34,7	209,0
35 000	100	70	70 000	37,5	221,4
40 000	107	74	80 000	40,1	232,8
45 000	113	77	90 000	42,5	243,3
50 000	120	80	100 000	44,8	253,1
60 000	131	86	120 000	49,1	271,0
70 000	141	91	140 000	53,0	287,1
80 000	151	95	160 000	56,7	301,9
90 000	160	100	180 000	60,1	315,5
100 000	169	104	200 000	63,4	328,2

N.B. : Les chiffres ci-dessus ne valent que pour une glace claire, solide et flottante. Les valeurs indiquées pour la capacité portante s'appliquent aussi bien aux véhicules à chenilles qu'aux autres véhicules. De nombreux facteurs peuvent réduire la capacité portante de la glace. **Lire attentivement le texte avant d'utiliser les tableaux.**

ANNEXE 1-B

RÉSUMÉ DES QUATRE APPROCHES DU PROCESSUS DE SAUVETAGE

Il est normal d'être effrayé et confus lorsqu'on se retrouve dans l'eau froide. Cependant, il est important de demeurer calme et de contrôler sa respiration. Les méthodes suivantes doivent être mises en application en respectant l'ordre présenté.

A MANŒUVRES PRÉALABLES EXÉCUTÉES PAR LA VICTIME

1. L'autosauvetage (manœuvres devant être entreprises entre 1 et 10 minutes après l'immersion dans l'eau)

- Se tourner en direction d'où l'on provient. En effet, la capacité portante de la glace semblait suffisante lors du premier passage.
- Briser la glace de faible résistance et se positionner sur le bord du trou en appuyant ses bras sur la glace.
- Procéder à de vigoureux mouvements de jambes afin de se retrouver en position de flottaison horizontale et de se propulser le plus loin possible.
- Utiliser les pics à glace pour s'ancrer à la glace.
- Ramper ou rouler jusqu'en lieu sûr.



B MANŒUVRES DE SAUVETAGE EXÉCUTÉES PAR L'ACCOMPAGNATEUR

2. Lancer

- À partir d'un endroit sécuritaire, agripper l'extrémité de la corde du sac de corde à lancer.
- Afin d'éviter d'enrouler la corde autour de votre main, ce qui pourrait engendrer des blessures graves, suivre la technique suivante.
- Lancer à la victime le sac contenant la corde flottante plus loin que cette dernière afin qu'elle puisse saisir la corde plus facilement.
- Évaluer la capacité de la victime à saisir le sac, car elle perdra graduellement ses capacités motrices, soit en 10 minutes ou moins.
- Lorsque la victime saisit la corde, se coordonner avec elle afin de la sortir de l'eau. Au compte de trois, tirer précautionneusement sur la corde.
- Encourager la victime en lui indiquant de conserver une position horizontale et la diriger vers un lieu sûr.



3. Tendre

- À partir d'un endroit sécuritaire, tendre la gaffe à la victime afin que cette dernière puisse la saisir, ou tenter d'agripper la victime par ses vêtements et/ou son harnais.
- Le sauveteur doit maintenir son centre de gravité le plus près possible du sol, se coucher si nécessaire.
- Lorsque la victime saisit la gaffe, le sauveteur doit se coordonner avec elle afin de la sortir de l'eau. Au compte de trois, il tire précautionneusement sur la gaffe.
- Encourager la victime en lui indiquant de conserver une position horizontale et la diriger vers un lieu sûr.

4. Aller chercher (technique du pic 45)

Cette technique de sauvetage comporte un risque élevé et doit être exécutée seulement par des personnes ayant reçu la formation de sauvetage sur glace.

- Demander à la victime de nager jusqu'au bord de la glace dans la direction d'où elle est provient. Lui demander de mettre ses bras sur la glace et de tenter de sortir son corps de l'eau autant que possible.
- Marcher vers la victime en faisant glisser les pieds sur la glace afin de réduire au minimum l'impact des pas. Surtout, ne pas courir. À 20 pieds (6 mètres), s'accroupir et avancer à quatre pattes, ensuite à 10 pieds (3 mètres), ramper en s'approchant de l'endroit où la glace est brisée.
- À la première occasion, agripper la victime et se placer en angle de 45 degrés par rapport à elle.
- Agripper la victime avec la main la plus proche, enfoncer fermement son pic à glace dans la glace à l'aide de son autre main. Au compte de trois, soulever la victime et la tirer sur la glace. Recommencer la manœuvre jusqu'à ce que la victime soit hissée hors de l'eau.
- Lorsque la victime est hissée sur la glace, conserver une position horizontale et se diriger vers un lieu sécuritaire.



ANNEXE 1-C

LISTE DU MATÉRIEL À APPORTER

MATÉRIEL NÉCESSAIRE	QUANTITÉ À CONSIDÉRER
VFI ou Mustang complet	1 par personne
Couteau	1 par personne
Sifflet	1 par personne
Pic à glace (peut être fixé au VFI)	2 par personne
Ligne de vie flottante (150 pieds – 12,5 mm)	1 par personne
Harnais antichute (anneau en D porté à l'avant)	1 par personne
Mousqueton	5 par équipe
Crampons	1 par personne
Sac de corde à lancer	1 par personne
Gaffe de sauvetage	1 par équipe
Vêtements secs (Kit hypothermie)	1 par personne
Dispositif d'alerte (SPOT)	1 par équipe

Références :

- Secrétariat du Conseil du Trésor du Canada, 1993. *Guide de sécurité pour les opérations sur glace*, Ottawa.
- Croix-Rouge canadienne, 2011. [Sécurité sur la glace](#), site consulté en 2011.
- Commission de la santé et de la sécurité de travail, 1996. *Travaux sur champs de glace*.