



# *Surveillance des bassins hydrologiques:*

## Introduction à l'échantillonnage de l'eau

Manuel de référence

Décembre, 2004

Page laissée vierge intentionnellement

# **Surveillance des bassins hydrologiques : Introduction à l'échantillonnage de l'eau**

## **Remerciements**

Ce travail a bénéficié du financement stratégique et du soutien du Fonds d'innovation agro-alimentaire Canada-Saskatchewan. Nous tenons à remercier Sharon Reedyk, qui nous a suggéré de préparer le présent guide, pour son analyse critique.

## **Non-approbation**

Ce document éducatif ne saurait en aucun cas être considéré comme une approbation par les auteurs, l'équipe de préparation du document ou les organismes qu'ils représentent des produits ou services qui y sont mentionnés.

## **Droits d'auteur**

Agriculture et Agroalimentaire Canada détient les droits d'auteur du présent ouvrage. Il faut obtenir son autorisation pour tirer des reproductions et les utiliser, et ceux qui l'obtiennent doivent mentionner la source de manière appropriée. Ce matériel ne doit pas être utilisé par d'autres à des fins commerciales ou de formation, à moins qu'Agriculture et Agroalimentaire Canada n'en donne préalablement l'autorisation par écrit.

## **Principale auteure**

Nancy Scott, Agriculture et Agroalimentaire Canada (Administration du rétablissement agricole des Prairies), Edmonton (Alberta)

## Table des matières

Section 1 : Pourquoi échantillonner? .....	1
Élaboration d'un plan d'échantillonnage	
Échantillonnage dans le cadre de<un programme de suivi à long terme	
Échantillonnage pour déterminer la qualité de l'eau	
Échnatillonnage pour établir les conditions de base	
Échantillonnage en vue de la sélection de lieux particuliers	
Section 2 : À quoi ressemble le système? .....	4
Section 3 : Évaluation de l'effort d'échantillonnage.....	6
Section 4 : Échantillonnage de l'eau.....	7
Prélèvement des échantillons d'eau	
Considérations générales sur les eaux courantes	
Échantillonnage d'un ruisseau peu profond	
Échantillonnage d'une rivière ou d'un grand ruisseau	
Échantillonnage d'un lac	
Exemples d'échantillonnage de lacs	
Section 5 : Exploiter au maximum les échantillons prélevés	16
...dans des eaux courantes	
...dans des eaux tranquilles	
Section 6 : Savoir quelles analyses demander .....	18
Section 7 : Autres analyses possibles .....	20
Instruments et trousse d'analyse utilisables sur le terrain	
Autres indicateurs de la qualité de l'eau	
Glossaire .....	21
Annexe : Établissement de la carte bathymétrique d'un lac	

Page laissée vierge intentionnellement

## Section 1

### Pourquoi échantillonner?

#### Élaboration d'un plan d'échantillonnage

La première question à se poser est la suivante : « Pourquoi vérifier la qualité de l'eau? » Ce n'est pas simplement parce qu'il y a de l'eau qu'il faut en vérifier la qualité. Il faut plutôt savoir à quoi vise l'échantillonnage :

- Établir un plan de surveillance à long terme.
- Déterminer la composition chimique de l'eau à un point donné ou dans une zone plus vaste.
- Établir les conditions de base d'un plan d'eau ou d'un système aquatique.
- Repérer les zones qui pourraient être à l'origine de changements dans la qualité de l'eau.

Le programme d'échantillonnage doit être adapté aux questions auxquelles il tente de répondre. Il vaut mieux commencer doucement et augmenter graduellement la taille des échantillons et les montants réservés aux analyses que d'essayer de tout échantillonner dès le début. Plusieurs bons programmes commencent par une **étude pilote**, une version à petite échelle du plan de surveillance. Le présent guide présente certaines prémices fondamentales pour la surveillance de la qualité et l'échantillonnage de l'eau. Il explique également les paramètres usuels des échantillonnages courants, et décrit comment prélever les échantillons adéquatement. Il ne s'agit cependant PAS d'un guide sur les mesures de sécurité associées aux activités qui se déroulent sur ou aux alentours d'un plan ou d'un cours d'eau. Il est donc recommandé de suivre un cours de formation certifié.

#### Échantillonnage dans le cadre d'un programme de surveillance à long terme

En ce qui concerne les bassins hydrologiques, «long terme » signifie habituellement *au moins* trois ans et de préférence, beaucoup plus longtemps. Les organismes ou les groupes qui s'occupent des bassins hydrologiques établissent souvent des programmes à long terme visant une surveillance continue des caractéristiques d'un bassin donné. Cette surveillance se fait généralement au moyen d'échantillonnages répétés à des endroits désignés. La fréquence d'échantillonnage et les paramètres vérifiés sont souvent limités par les fonds disponibles et les efforts requis.

Tout programme de surveillance à long terme vise principalement à établir

les conditions habituelles d'un système aquatique. C'est un peu comme l'examen annuel chez le médecin, on y va même si l'on n'est pas malade. La surveillance d'un système permet aux chercheurs de très bien le connaître. La surveillance régulière aide à déterminer ce qui est « normal » (une véritable **normale**, en termes de météorologie, est habituellement calculée sur 30 ans). Comme la surveillance à long terme permet de vraiment bien connaître un système, tout programme rentable en termes de temps et d'argent, sera encouragé.

## Échantillonnage pour déterminer la qualité de l'eau

Il arrive qu'un groupe d'utilisateurs veuille simplement connaître la qualité de l'eau d'un cours d'eau et savoir si, dans l'ensemble, l'eau est de bonne ou de mauvaise qualité. Il est possible de déterminer ce type de qualité au moyen d'un petit échantillonnage, mais il faut user de prudence. En raison de leur nature, les systèmes aquatiques peuvent changer de manière dramatique, et les résultats d'échantillonnage peuvent facilement être mal interprétés. La qualité des données d'un échantillonnage est liée non seulement au soin apporté au prélèvement des échantillons, mais aussi au nombre d'échantillons prélevés. Habituellement, un grand nombre d'échantillons prélevés sur une longue période fourniront de meilleurs renseignements qu'un nombre réduit d'échantillons prélevés sur une courte période.

Si l'on ne veut qu'un aperçu de la qualité de l'eau, il est très important de choisir des **lieux représentatifs** où prélever les échantillons. Bien que ce choix soit important pour tout type d'échantillonnage, dans le cas d'une évaluation rapide et générale, il s'agit d'un élément crucial. Les endroits où l'on prélève les échantillons doivent ressembler à l'ensemble du système aquatique. Par exemple, si un ruisseau est bordé d'arbres sur presque toute sa longueur, sauf aux alentours d'une digue de castor, il ne faut pas choisir la digue comme lieu de prélèvement.

## Échantillonnage pour établir les conditions de base

L'établissement des conditions de base fait souvent partie intégrante d'un plan de surveillance à long terme. Cependant, dans le présent guide, nous en traitons séparément pour illustrer les activités de surveillance qui peuvent être réorientées avec le temps.

Les conditions de base d'un système sont habituellement déterminées par le prélèvement d'échantillons, au moins une fois par saison, aux mêmes endroits, pendant une période d'au moins un an. Un tel échantillonnage fournit aux chercheurs des données sur les caractéristiques particulières à chaque période. Selon les données recueillies, les échantillonnages futurs pourront cibler les périodes au cours desquelles le système est le plus sensible (c.-à-d. lorsque la



réponse qu'il manifeste aux impacts est la plus importante). Ce type d'approche permet aux chercheurs de rationaliser les efforts d'échantillonnage, une fois les conditions de base déterminées. Une telle rationalisation est encore plus importante lorsque les fonds sont limités et que l'on dispose de peu de temps pour l'échantillonnage.

### **Échantillonnage en vue de la sélection de lieux particuliers**

L'échantillonnage d'un système aquatique visera à localiser des endroits spécifiques pour l'une des deux raisons suivantes :

1. On soupçonne une source de contamination quelque part dans le système, ou
2. On veut illustrer le succès d'un effort de restauration.

Ce type de plan d'échantillonnage nécessite souvent plusieurs points d'échantillonnage à l'intérieur du système, et chacun d'entre eux est déterminé à partir de l'endroit cible. Il peut également nécessiter l'échantillonnage d'un **système apparié**. Ce dernier est un système qui est aussi semblable que possible au système principal, mais qui ne comprend pas l'impact cible. En fait le système apparié joue le rôle de témoin.

Un plan d'échantillonnage adéquat est sans doute critique pour ce type de programme. Il faudra avoir recours à des statistiques pour montrer que les endroits cibles diffèrent significativement du reste du système. Le type et le nombre d'échantillons prélevés, ainsi que les lieux de prélèvement doivent convenir aux analyses statistiques prévues.

## Section 2

### À quoi ressemble le système?

Les eaux de surface se divisent en deux catégories : les systèmes lenticques (eaux tranquilles) et les systèmes lotiques (eaux courantes). Lorsque l'on élabore un plan d'échantillonnage, on doit tenir compte du type de système dont il s'agit. Souvent, les systèmes naturels sont constitués d'une combinaison des deux types d'eaux de surface. Comment tenir compte de toutes ces variations? Voici trois exemples :

#### **Exemple 1**

Un utilisateur d'eau veut échantillonner un ruisseau à un point donné. Cet utilisateur se trouve près du cours supérieur du ruisseau. L'eau introduite dans ce ruisseau provient des principales sources suivantes :

- ruissellement des terres avoisinantes
- eau souterraine
- eaux de pluie

L'utilisateur pourrait prélever ses échantillons à un endroit du ruisseau. Dans le cas présent, on peut présumer que l'eau qui s'écoule au point d'échantillonnage est la même que celle qui se trouve en amont de ce point, puisque l'échantillonneur se trouve en fait à la source ou très près de celle-ci.

#### **Exemple 2**

Un utilisateur d'eau veut échantillonner un cours d'eau dont la source se trouve bien au-delà du point d'échantillonnage proposé. Il n'y a pas de lacs dans le système aquatique en question, mais d'autres cours d'eau se jettent dans l'artère maîtresse. Les sources par lesquelles l'eau entre dans ce système sont les suivantes :

- ruissellement des terres avoisinantes
- eau souterraine
- eaux de pluie
- cours d'eau d'alimentation

L'utilisateur doit considérer attentivement le choix du point d'échantillonnage. En effet, partout en aval d'un cours d'eau d'alimentation, l'eau peut différer considérablement de ce qu'elle était à la source. Il ne faut pas oublier que tout cours d'eau d'alimentation reçoit lui aussi de l'eau de ruissellement, une part

d'eau souterraine et de l'eau de pluie. Un plan d'échantillonnage complet comprendrait des points d'échantillonnage au cours supérieur du cours d'eau principal, à chaque cours d'eau d'alimentation et à divers points en aval de chaque confluence (à la jonction des cours d'eau) ainsi qu'à un point en aval de toutes les confluences. Un effort immense!

### ***Exemple 3***

Un utilisateur d'eau veut échantillonner un cours d'eau qui fait partie d'un réseau complexe de cours d'eau d'alimentation et de lacs, tous de tailles et de volumes divers. Chaque lac et chaque ruisseau du réseau reçoivent de l'eau de ruissellement, de l'eau du réseau souterrain et de l'eau de pluie. Cet exemple est habituellement représentatif de ce que l'on retrouve dans les prairies. Un plan d'échantillonnage complet tel que celui décrit à l'exemple 2 pourrait nécessiter des centaines de points d'échantillonnage. Bien qu'un tel plan soit complet, il ne serait ni réaliste ni rentable. La question qui était au départ : « Comment tenir compte de toutes les variations? » devient maintenant « Comment élaborer un plan d'échantillonnage qui tienne compte de la PLUPART de ces variations? »

## Section 3

### Évaluation de l'effort d'échantillonnage

Nombreux sont ceux qui ne se rendent pas compte qu'un seul échantillon d'eau ne permet pas de répondre à beaucoup de questions. On peut comparer les résultats de l'analyse d'un seul échantillon à une seule photo d'un bébé. Une photo montre ce à quoi ressemble le bébé à *un moment précis*. Sur une photo prise deux semaines plus tard, on reconnaîtrait le bébé, bien qu'il ne soit pas identique à ce qu'illustre la première photo. Une autre photo prise deux mois plus tard nous montrerait certainement quelque chose de différent, même s'il s'agit toujours du même enfant. Il en va de même pour les échantillons d'eau uniques; ils donnent de bons renseignements sur l'eau et sur sa composition chimique à *un moment précis*.

Les exemples de complexité des cours d'eau décrits à la section précédente et l'exemple de la photo révèlent deux aspects importants des bassins hydrologiques :

***Les bassins hydrologiques peuvent changer dans l'espace et avec le temps.***

L'eau peut changer à mesure qu'elle s'éloigne de sa source et qu'elle chemine dans le paysage (espace). L'eau peut aussi changer avec les saisons et à mesure que le réseau vieillit (temps).

Un programme d'échantillonnage doit être fondé sur la principale raison de l'échantillonnage et tenir compte du plus grand nombre possible de sources de variation dans le bassin hydrologique. Un objectif ambitieux, mais réalisable. Pour rendre compte des variations dans l'espace, on peut prélever des échantillons d'eau à plus d'un endroit le long du cours d'eau. Pour rendre compte des variations dans le temps, on peut prélever des échantillons d'eau à différents moments de l'année, et ce, sur une période de plus d'un an. Toutefois, il est presque impossible d'établir un plan d'échantillonnage précis qui convienne à tous les bassins hydrologiques. Les programmes d'échantillonnage doivent être uniques et conçus en fonction de la question à laquelle ils tentent de répondre.

## Section 4

### Échantillonnage de l'eau

#### Prélèvement des échantillons d'eau

Pour tout prélèvement d'échantillon d'eau, il ne faut jamais qu'autre chose que l'eau ne touche l'intérieur de la bouteille de prélèvement. Autrement dit, ne pas poser les doigts à l'intérieur du goulot pour mieux saisir la bouteille, par exemple, et ne pas en placer le capuchon sur le pouce. L'intérieur de la bouteille de prélèvement devrait être considéré comme radioactif! Il ne faut pas y toucher, même si l'on porte des gants. Souvent lorsque les gens portent des gants, ils s'imaginent qu'ils n'ont pas à prendre autant de précautions, puisque leurs mains ne peuvent venir en contact directement avec le matériel qu'ils manipulent. Mais les gants ne restent pas stériles si l'on se gratte la tête ou qu'on se touche le nez lorsqu'on les porte. Les produits chimiques que renferment les shampoings, la crème ou le savon pour les mains peuvent contaminer un échantillon d'eau et fausser les résultats de l'analyse.

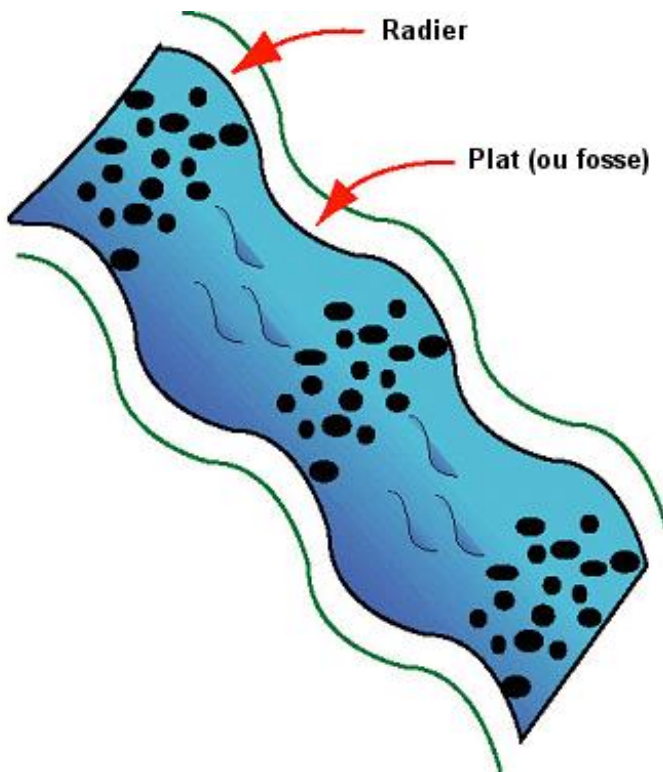
Pour la plupart des échantillons, il faut rincer la bouteille avant de la remplir. Le rinçage consiste à remplir partiellement la bouteille, d'y mettre le capuchon et d'agiter vigoureusement pendant quelques secondes, puis de vider l'eau de rinçage dans l'eau qui s'écoule en aval du point d'échantillonnage. Répéter cette opération au moins trois fois. Pour prélever l'échantillon comme tel, plonger la bouteille complètement sous la surface de l'eau et la laisser se remplir. Visser fermement le capuchon et entreposer correctement. Les échantillons d'eau doivent être entreposés et transportés à la température la plus basse possible *sans que l'échantillon ne gèle*. Les échantillons qui gèlent peuvent ne pas convenir à certaines analyses. Il vaut toujours mieux vérifier auprès du laboratoire pour connaître le protocole d'échantillonnage.

Pour certains échantillons, la bouteille de prélèvement ne doit pas être rincée. Dans de tels cas, submerger la bouteille comme ci-dessus, la laisser se remplir, fermer le bouchon et l'entreposer immédiatement. Certains échantillons doivent être remplis à ras bord, c'est-à-dire sans qu'il ne reste d'espace libre dans la bouteille. Pour ces échantillons, il faut donc laisser le moins d'air possible entre le haut de la bouteille et le capuchon. Rincer la bouteille comme d'habitude, et la remplir jusqu'à ras bord avant de la fermer. De petites bulles d'air peuvent se former sur les parois internes de la bouteille, ce qui est acceptable pourvu qu'à l'origine on n'ait pas laissé de gros espace d'air au haut de la bouteille.

Les bouteilles de prélèvement contiennent parfois un réactif. Ne jamais rincer ce type de bouteilles. Souvent, il faut les remplir jusqu'à un niveau déterminé,

soit jusqu'au haut de la bouteille ou jusqu'à une ligne précise. On peut remplir ce type de bouteille à partir d'une deuxième bouteille de prélèvement qu'on aura bien rincée, ce qui facilite le remplissage jusqu'au niveau prévu.

## Échantillonnage : Considérations générales sur les eaux courantes



Les rivières et ruisseaux en bonne santé sont constitués de radiers régulièrement espacés entre des plats ou des fosses.

Les radiers sont des zones habituellement peu profondes, où le courant est rapide et turbulent. Les radiers comprennent souvent un lit de gravier, ainsi que des roches et des rochers sur ou entre lesquels l'eau s'écoule.

Quant aux plats et aux fosses, ce sont des zones plus profondes dans lesquelles les courants sont moins rapides et beaucoup moins turbulents que dans les radiers. La vitesse du courant varie entre un plat et une fosse—les plats étant

caractérisés par les courants plus rapides, et les fosses, par les plus lents. Lorsque l'eau ne se déplace presque pas, on parle d'eaux stagnantes—par exemple, les eaux que l'on retrouve derrière les digues de castors ou les embâcles.

Aux fins d'échantillonnage, les radiers de petits cours d'eau constituent souvent d'excellents lieux de prélèvement. La turbulence du courant signifie que l'eau y est bien mélangée. Dans les plats, les fosses ou les eaux stagnantes, la faiblesse du courant entraîne le dépôt des particules en suspension. Ces eaux ne sont pas considérées comme représentatives du cours d'eau.

Le meilleur endroit pour échantillonner un radier se trouve à un point suffisamment profond pour pouvoir y submerger la plus grosse bouteille de

prélèvement. Il vaut mieux choisir un point de prélèvement qui semble représentatif de l'ensemble du radier. Par exemple, ne pas prélever un échantillon directement derrière l'unique gros rocher du radier.

Dans les grands cours d'eau, les radiers peuvent se révéler trop turbulents pour qu'on puisse y accéder de manière sécuritaire. C'est pourquoi dans le cas des grands cours d'eau, les échantillons sont habituellement prélevés dans les plats.

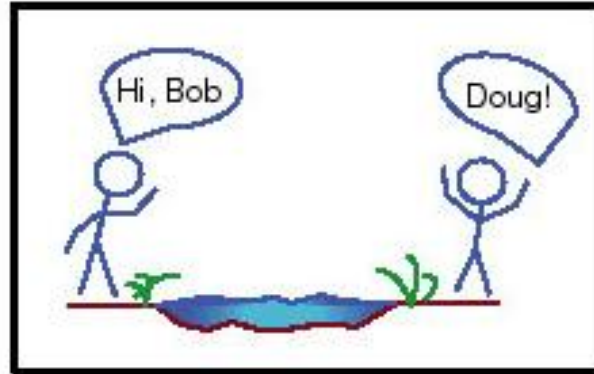
Les rivières et les ruisseaux peuvent être des endroits dangereux où travailler, et notamment dans les radiers. L'eau s'y déplace rapidement et les roches qui s'y trouvent sont habituellement glissantes. Si les conditions semblent sécuritaires, se déplacer dans l'eau *parallèlement au courant*. Ceci signifie que si la personne qui effectue le prélèvement s'avance dans l'eau les bras en croix, un de ses bras devrait pointer vers l'amont et l'autre, vers l'aval. De cette façon, le courant ne pousse que sur une jambe, celle qui se trouve en amont. S'avancer perpendiculairement au courant, dans un cours d'eau où le niveau atteint la mi-cuisse cause une bonne pression sur les jambes. Non seulement est-on moins stable, mais nos jambes se fatiguent!

Lorsque le courant est fort, la meilleure façon de revenir du point de prélèvement au point de départ est de reculer, en maintenant toujours son corps parallèle au courant. Ceci peut sembler saugrenu, mais il est beaucoup plus sécuritaire de marcher à reculons que d'essayer de se retourner dans un cours d'eau à courant rapide. Si l'on ne voit pas le fond du cours d'eau, ne pas se fier à de vagues souvenirs pour en déterminer la profondeur. Utiliser un long bâton et vérifier.

### **Échantillonnage d'un ruisseau peu profond**

Supposons qu'un groupe s'occupant d'un ruisseau se soit formé et qu'il veuille un aperçu général de la composition chimique de l'eau de ce ruisseau. Il veut commencer par prélever un échantillon instantané. On prend un échantillon instantané quand la profondeur exacte du point d'échantillonnage n'a pas d'importance. Ce type d'échantillon convient à bon nombre de petits cours d'eau qui se trouvent dans les Prairies. En général, on considère qu'un cours d'eau est petit, si :

- dans les conditions normales (c.-à-d. pas pendant un régime de crue), on peut facilement le traverser à gué
- OU
- on peut entendre parler son partenaire de la rive opposée.



Se procurer les bouteilles de prélèvement appropriées pour l'échantillonnage auprès du laboratoire. À chaque lieu de prélèvement le long du cours d'eau, choisir un point où l'eau s'écoule à un débit constant et régulier. Un tel endroit assure que l'eau prélevée est bien mélangée et que l'échantillon est théoriquement représentatif de toute l'eau du cours d'eau. La profondeur au point d'échantillonnage doit être suffisante pour submerger complètement les bouteilles de prélèvement. Lors du prélèvement comme tel, se tourner vers l'amont du cours d'eau et placer la bouteille dans l'eau devant soi. Ainsi, tout sédiment qui aurait été déplacé du lit du cours d'eau flottera vers l'aval et ne viendra pas contaminer l'échantillon.

### **Échantillonnage d'une rivière ou d'un grand ruisseau**

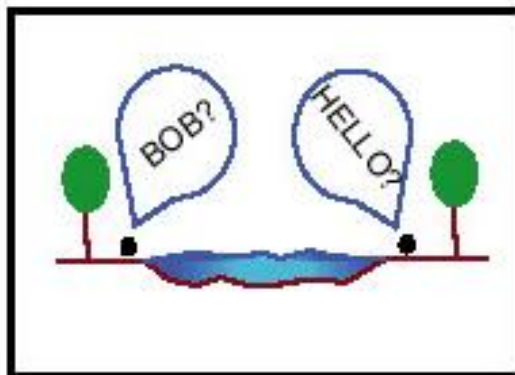
Les efforts d'échantillonnage du groupe s'occupant du petit ruisseau ont porté fruit. Les membres du groupe veulent maintenant échantillonner la rivière dans laquelle se jette leur ruisseau. La situation, dans ce cas, est différente et ne se prête pas à un échantillonnage instantané. On ne peut présumer que l'eau d'une rivière ou d'un grand cours d'eau est la même d'un bout à l'autre ni à toutes les profondeurs. En général, on considère qu'un ruisseau est grand, si :

- dans les conditions normales, on ne peut pas facilement le traverser à gué (le canal est trop profond ou le courant, trop rapide)

OU

- votre partenaire, situé sur la rive opposée, doit crier pour que vous l'entendiez.





(Le présent document ne traite pas du cas de *très grandes* rivières. Celles-ci présentent une série de défis complètement différents, car les très grandes rivières ont tendance à se comporter comme des lacs. Ce sont souvent de grands organismes qui s'occupent de la surveillance de ces cours d'eau, parce qu'ils disposent des compétences requises pour les échantillonner de manière efficace.)

Dans le cas d'un grand ruisseau, l'échantillonnage peut se faire selon deux approches. Si le ruisseau est large, mais peu profond, on peut prélever deux échantillons instantanés (ou plus) à différents points d'échantillonnage. Souvent, on prélèvera un volume précis d'eau de chaque côté du ruisseau, puis on mélangera les échantillons de manière à obtenir un **échantillon composite**. L'échantillon mélangé devrait contenir deux portions équivalentes (p. ex. 2 L provenant d'un côté du ruisseau et 2 L, de l'autre). Les bouteilles de prélèvement sont rincées et remplies comme d'habitude. Le contenant dans lequel on place l'eau mélangée doit être suffisamment grand pour que les bouteilles puissent être submergées.

Si le ruisseau est large et profond, on peut prélever de multiples échantillons à *différentes profondeurs*. Par exemple, un grand ruisseau d'un mètre de profondeur peut être échantillonné juste sous la surface et juste au-dessus du fond. Les échantillons prélevés à des profondeurs distinctes sont dits **discrets**, et représentent l'eau qui se trouve à un point précis. La profondeur à laquelle les échantillons discrets sont prélevés doit être indiquée sur l'étiquette des bouteilles de prélèvement. Il est aussi utile de noter la profondeur totale du cours d'eau au point d'échantillonnage. Étiqueter chaque échantillon afin de pouvoir les distinguer les uns des autres.

Il peut être difficile de prélever des échantillons discrets dans un grand ruisseau, surtout si le courant est fort. Lorsque l'on met les bouteilles à l'eau, il faut s'assurer que seule l'eau à la profondeur d'échantillonnage voulue pénètre les bouteilles. L'opération de prélèvement doit aussi être faite de manière sécuritaire afin que la personne effectuant le prélèvement ne soit pas emportée par le courant. Pour éliminer le besoin de recourir à du matériel cher, et à des

fins de sécurité, les eaux profondes et courantes ne devraient pas être échantillonnées à différentes profondeurs, si une personne de taille moyenne ne peut pas se déplacer sûrement dans le courant le plus fort du cours d'eau *et revenir à la rive* en toute sécurité. Si ces deux déplacements ne peuvent se faire facilement, ne prendre que des échantillons instantanés.

Si les manœuvres peuvent être faites de manière sécuritaire, prélever des échantillons discrets en rinçant les bouteilles et en les remplissant à la profondeur voulue. Plonger les bouteilles à la profondeur d'échantillonnage voulue, puis les ouvrir. Les rincer avec un peu d'eau tel qu'indiqué précédemment mais chaque fois, refermer la bouteille tandis qu'elle est submergée. Le remplissage final de la bouteille de prélèvement se fait à la même profondeur et la bouteille est aussi refermée sous l'eau. Ainsi, seule l'eau de la profondeur voulue pénètre la bouteille de prélèvement.

## Échantillonnage d'un lac

Le groupe veut maintenant échantillonner le lac qui donne naissance à leur ruisseau. Grâce à leurs échantillonnages précédents, les membres du groupe savent comment échantillonner des eaux courantes. Mais l'échantillonnage d'un lac présente un nouveau défi.

L'échantillonnage d'un lac nécessite du matériel beaucoup plus spécialisé que celui requis pour l'échantillonnage d'un ruisseau ou d'une rivière. S'il est facile d'expliquer le fonctionnement du matériel d'échantillonnage, il est plus difficile d'expliquer comment l'eau se comporte dans un lac et quand utiliser un matériel d'échantillonnage plutôt qu'un autre. Cette difficulté tient à ce que l'eau des lacs a tendance à passer de l'état **stratifié** à l'état **mélangé (ou non stratifié)**. L'échantillonnage complet d'un lac comprend souvent le prélèvement d'échantillons discrets et d'échantillons composites. Les lieux de prélèvement et la quantité d'eau prélevée peuvent varier beaucoup selon le moment de l'année et la condition du lac au cours d'une année donnée.

L'eau des lacs est divisée en zones, qui sont échantillonnées individuellement. Les paramètres qui déterminent les zones sont la **lumière**, la **température** et dans certains cas, l'**oxygène dissous**. Ces paramètres sont habituellement déterminés au point le plus profond du lac, là où la plupart des échantillons sont prélevés. Ainsi, on devrait connaître la **bathymétrie** ou la forme du fond du lac ainsi que son **point le plus profond**. Ce point est souvent marqué d'une bouée pour permettre d'y revenir facilement lors de voyages subséquents.

Les **zones photiques** sont définies par la lumière. En ce qui concerne l'échantillonnage d'un lac, la zone photique d'intérêt est habituellement la **zone euphotique**, celle où a lieu la **production primaire** (c.-à-d. la croissance des

algues et des plantes). La zone euphotique commence à la surface du lac et se termine à l'endroit où la lumière qui pénètre n'est plus que 1 % de la valeur observée à la surface. La limite inférieure de la zone euphotique est appelée **point de compensation de la lumière de 1 %**. Si le fond du lac est visible, la zone euphotique équivaut à la profondeur du lac. Si on ne voit pas le fond du lac, on peut déterminer les limites de la zone euphotique à l'aide d'un **photomètre**, ou en calculant deux fois la profondeur de **Secchi**. L'eau de la zone euphotique est habituellement prélevée en tant qu'échantillon composite, avec des portions provenant des eaux profondes et deux portions ou plus provenant d'autres points du lac. Le nombre total de points d'échantillonnage pour un échantillon composite dépend de la grandeur du lac. L'eau est prélevée au moyen d'un **tube à échantillon composite**, et elle est entreposée dans un **seau à échantillon composite** jusqu'à ce que tous les prélèvements aient été faits. Les bouteilles de prélèvement sont rincées et remplies comme d'habitude, mais on doit y indiquer la profondeur de la zone euphotique.

Les **zones limnétiques** sont définies par la température. Les trois principales zones limnétiques sont : l'**épilimnion**, la **thermocline** (parfois appelée **métalimnion**) et l'**hypolimnion**. Quand un lac est stratifié, toutes les zones limnétiques sont présentes. La stratification survient lorsqu'une couche superficielle d'eau plus chaude se forme au-dessus de l'eau plus froide et plus dense du fond. Au début du printemps, l'eau des lacs est habituellement mélangée : la température est à peu près la même de la surface jusqu'au fond. L'eau de la surface se réchauffe au fur et à mesure que l'air se réchauffe. Comme l'eau plus chaude est moins dense, elle demeure à la surface et constitue l'épilimnion, l'eau plus froide se retrouve au fond, formant l'hypolimnion. Ces deux zones sont séparées par la thermocline, une zone étroite où la température de l'eau varie plus rapidement qu'à toute autre profondeur du lac. Pour des raisons pratiques, c'est souvent l'endroit, à partir de la surface, où la température diminue de plus d'un degré sur une distance d'un mètre de profondeur.

Les lacs de profondeur moyenne sont stratifiés en été et leurs eaux se mélangent au printemps et à l'automne (lacs **dimictiques**). L'eau des lacs peu profonds peut être mélangée à longueur d'année, ou faiblement stratifiée durant les mois les plus chauds (lacs **polymictiques**). Les lacs très profonds peuvent avoir un hypolimnion qui ne se mélange jamais complètement (lacs **méromictiques**).

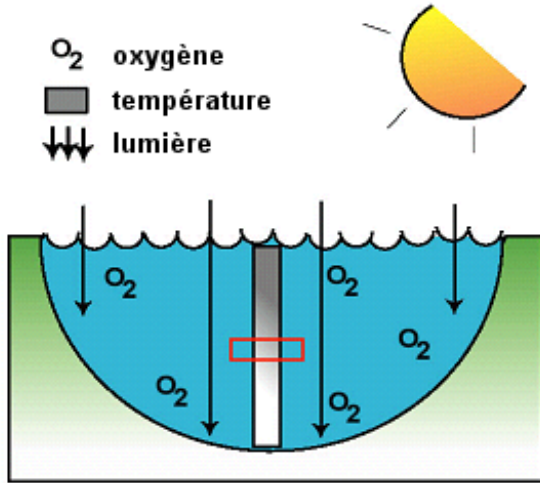
Dans des circonstances particulières, l'hypolimnion peut parfois être défini par la quantité d'oxygène dissous (**OD**). Par exemple, au tout début du printemps, juste après le dégel, souvent l'eau des lacs est encore mélangée en termes de température. Cependant, l'eau près du fond peut avoir des taux d'oxygène dissous très faibles, en raison de l'absence d'apport d'oxygène pendant l'hiver. C'est ce qu'on appelle l'**anoxie**. On dit qu'un lac possédant une zone franche d'anoxie au fond a un hypolimnion **chimiquement défini**.

Avant d'échantillonner les zones limnétiques, il faut d'abord déterminer où elles se trouvent. Pour ce faire, on utilise des appareils électroniques pour établir les **profils** de température et d'oxygène. Des sondes pour chaque paramètre sont mises à l'eau et placées à des profondeurs déterminées : juste sous la surface, puis à intervalles réguliers jusqu'au dernier emplacement situé juste au-dessus du fond du lac. Une fois les profondeurs calculées, on prélève des échantillons discrets à peu près au milieu de chaque zone. Les échantillons doivent être prélevés à l'aide d'appareils spécialisés permettant d'isoler les échantillons individuels. Des exemples de tels appareils comprennent ceux de type Van Dorns, Kemerrers ainsi que les bouteilles de type « dropsleeve ».

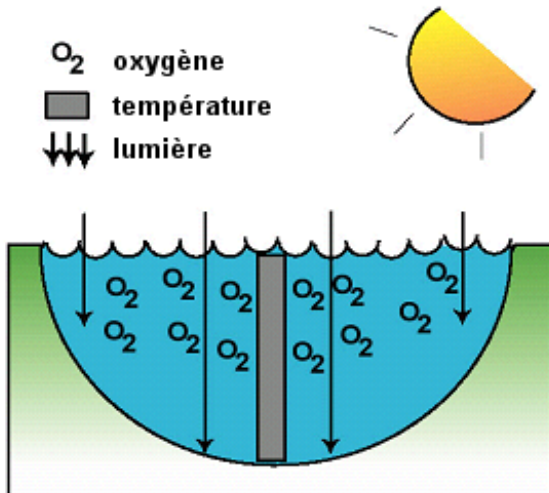
L'échantillonnage d'un lac se fait toujours de haut en bas, afin d'éviter de mélanger les eaux profondes avec les eaux superficielles, et de mélanger l'eau entre les différentes zones. Il n'existe pas de règles fixes sur l'échantillon à prélever en premier. En effet, tout dépend d'où se situent les zones dans la colonne d'eau. Se rappeler simplement de prélever les échantillons d'eaux superficielles d'abord, ensuite ceux des eaux plus profondes. On prélève habituellement des échantillons jusqu'à 1 m du fond du lac. Le prélèvement d'un échantillon plus près du fond risque en effet de déranger les sédiments ce qui pourrait fausser les résultats de l'analyse.

On n'échantillonne pas toujours toutes les zones d'un lac. Lorsque l'épilimnion et l'hypolimnion sont présents, on échantillonne habituellement ces zones au point d'eau profonde seulement, et non aux autres points d'échantillonnage pour les échantillons composites de la zone euphotique. L'hypolimnion n'est pas toujours présent, et s'il est très petit, on ne l'échantillonne pas. L'épilimnion et la zone euphotique ont parfois une profondeur très similaire. Généralement, si les limites inférieures de ces deux zones sont à 1 m l'une de l'autre, on ne prélève que l'échantillon composite de la zone euphotique. Le fait de ne pas échantillonner la même eau deux fois permet d'épargner de l'argent.

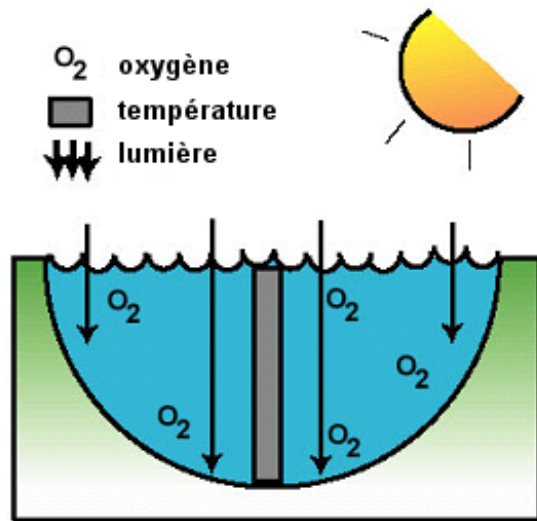
## Exemples d'échantillonnage de lacs



La lumière pénètre bien dans ce lac, et l'oxygène y est bien mélangé. Toutefois, la température est plus chaude à la surface qu'au fond, et il y a une zone étroite (rectangle rouge) où la température diminue abruptement. Ce lac comprend donc des zones bien définies : épilimnétique, hypolimnétique et euphotique. Dans un tel cas, on prélèverait trois échantillons. Les zones euphotique et épilimnétique sont suffisamment différentes pour justifier le prélèvement d'un échantillon dans chacune de ces deux zones.



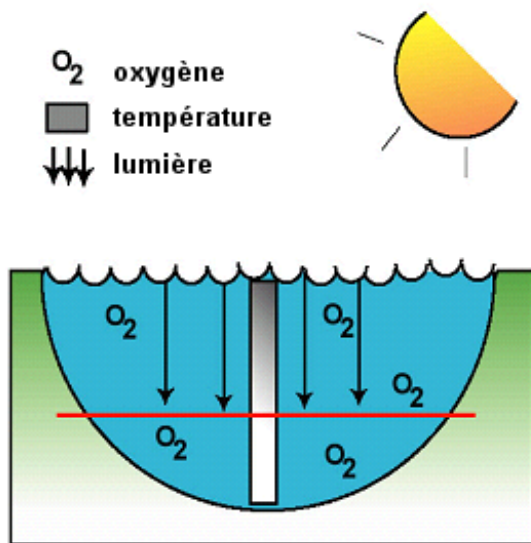
Ce lac ne possède pas de véritable zone hypolimnétique parce que la température ne varie pas de manière importante entre la surface et le fond. Normalement, comme la lumière pénètre jusqu'au fond, on ne prélèverait qu'un seul échantillon composite. Cependant, il y a une zone près du fond du lac où il y a très peu d'oxygène. Il s'agit d'un hypolimnion chimiquement défini. On prélèverait donc un échantillon composite constitué de prélèvements effectués jusqu'à une profondeur d'un mètre au-dessus de cette zone, ainsi qu'un échantillon discret de l'hypolimnion.



L'eau de ce lac est complètement mélangée et non stratifiée. La température et les valeurs d'oxygène dissous sont semblables de la surface jusqu'au fond. La lumière atteint le fond du lac sans que sa quantité ne tombe en-deçà du point de compensation de 1 % de la valeur observée à la surface.

Dans cet exemple, il n'y a pas d'hypolimnion. L'épilimnion et la zone euphotique représentent exactement la même eau (puisque la lumière pénètre si bien dans ce

lac). On ne prélèverait donc qu'un seul échantillon composite constitué d'échantillons prélevés jusqu'à une profondeur d'un mètre au-dessus du fond du lac.



Dans ce lac, il n'y a pas de diminution abrupte du taux d'oxygène, et ce, même dans la zone la plus profonde. Cependant, l'eau de surface s'est réchauffée, et la température est nettement plus basse au fond du lac. Ce lac comprend donc de véritables zones épilimnétique (au-dessus de la ligne rouge) et hypolimnétique (en-dessous de la ligne rouge).

La lumière ne pénètre environ que jusqu'à la profondeur où la température change, ce qui

signifie que la profondeur de la zone euphotique est semblable à celle de la zone épilimnétique. Un échantillon composite suffira pour ces deux zones en raison de leur chevauchement. Il faudrait également prélever un échantillon discret dans la zone hypolimnétique.

## Section 5

### Exploiter au maximum les échantillons prélevés...

#### ...dans des eaux courantes

Le groupe qui s'occupe du bassin hydrologique a échantillonné le ruisseau quatre fois au cours du printemps. Il a obtenu certains résultats des analyses de laboratoire. En examinant les valeurs, les membres remarquent que certains nombres sont les mêmes d'un échantillonnage à l'autre. Ils se demandent comment cela est possible, puisque le ruisseau était en crue lors d'un des échantillonnages. Comment est-il possible que les résultats soient si semblables malgré un volume d'eau beaucoup plus grand lors de la crue?

Les membres du groupe ont découvert que parfois, les échantillons individuels ne sont pas aussi significatifs qu'ils pourraient l'être. Par exemple, la valeur des éléments nutritifs contenus dans un échantillon prélevé lors d'une crue pourrait être de 100 mg/L. Et, dans les conditions normales, on pourrait obtenir une valeur équivalente de 100 mg/L d'éléments nutritifs. Mais, ceci ne signifierait pas que le ruisseau contient la même quantité d'éléments nutritifs dans les deux cas, puisque, comme nous le savons, il y avait beaucoup plus d'eau dans le ruisseau pendant la crue. On aurait pu calculer la quantité d'eau additionnelle contenue dans le ruisseau en mesurant le **débit** lors de chaque échantillonnage. Le débit est une mesure de la quantité d'eau qui passe devant un point fixe pendant un temps donné. Le débit est souvent exprimé en mètres cubes par seconde ou m<sup>3</sup>/s. Il peut être déterminé directement à l'aide d'un **débitmètre** (manuel ou automatisé) ou indirectement, à partir d'une **courbe des débits jaugés** (un graphique des débits observés en fonction de la profondeur d'un ruisseau).

Si l'on connaît le débit, on peut faire des **comparaisons pondérées** entre les valeurs obtenues pour les éléments nutritifs. Disons que pendant la crue, le débit était de 1,3 m<sup>3</sup>/sec au point d'échantillonnage, mais qu'en conditions normales, il n'est que de 0,3 m<sup>3</sup>/sec.

Par conséquent :

lors de la crue :  $\frac{100 \text{ mg}}{\text{L}} \times \frac{1,3 \text{ m}^3}{\text{sec}} = 130 \text{ kg/sec}$  d'éléments nutritifs (1 m<sup>3</sup> = 1000 L)

en conditions normales :  $\frac{100 \text{ mg}}{\text{L}} \times \frac{0,3 \text{ m}^3}{\text{sec}} = 30 \text{ kg/sec}$  d'éléments nutritifs

L'utilisation de la valeur du débit d'eau au point d'échantillonnage donne plus de poids aux résultats obtenus pour les éléments nutritifs. Ainsi, l'obtention de valeurs identiques pour les éléments nutritifs de deux échantillonnages différents ne signifie pas nécessairement des quantités équivalentes; il faut considérer le

débit pour bien interpréter les résultats obtenus.

Il est difficile de mesurer le débit lors de grandes crues si l'on ne dispose pas du matériel adéquat. L'exemple ci-dessus illustre l'importance de mesurer ce paramètre. Lorsque l'on échantillonne un ruisseau, il est bon de faire faire une courbe des débits jaugés par un employé qualifié. Ensuite, il ne reste plus qu'à mesurer la profondeur maximale ou le **niveau** de l'eau pour estimer le débit. Si l'on installe une **échelle limnimétrique** au point le plus profond du ruisseau, on peut vérifier le niveau de l'eau en toute sécurité à partir de la rive. Une échelle limnimétrique consiste essentiellement en une règle géante facile à lire de loin. On peut très bien installer une échelle limnimétrique et commencer à noter les niveaux avant que la courbe des débits jaugés ne soit établie. Les valeurs recueillies seront toujours utiles.

### **...dans des eaux tranquilles**

Les échelles limnimétriques sont aussi utiles lors de l'échantillonnage des lacs, puisque les niveaux de ces plans d'eau changent avec le temps. Le niveau de l'eau devrait être noté lors de chaque visite d'échantillonnage. Pour déterminer le volume d'eau d'un lac, il faut investir beaucoup de temps, et on ne recommande de le faire que dans les cas où les lacs sont relativement petits. Pour mesurer le volume d'un lac, il faut d'abord obtenir le tracé exact du lac à partir d'une carte ou d'une autre source. Il faut également tracer des **transects**.

Pour calculer le volume d'eau d'un lac, les transects doivent être tracés plus ou moins perpendiculairement à la ligne de rivage. Il faut donc utiliser un bateau et le conduire en ligne droite du point A d'une rive au point B de l'autre rive. Tout le long du transect, souvent à intervalles de 2 m, on mesure la profondeur du lac à l'aide d'une **sonde**. Il faut établir au moins trois transects pour chaque lac à échantillonner. Plus on établit de transects, et plus les intervalles de profondeurs sont petits, plus l'information finale sera détaillée. Mais il faut également tenir compte du temps requis pour prendre toutes ces mesures. Cinq ou six transects constitués d'intervalles de profondeur de 2 m permettent souvent d'obtenir suffisamment de détails (voir annexe 1 pour un exemple sur la manière d'établir une carte bathymétrique).

Une fois les transects terminés, représenter les profondeurs sur la carte du lac sous forme de points le long des transects. Les points de profondeur équivalente sont alors indiqués sous forme de trait continu de manière à tracer des **courbes de niveau**. Calculer ensuite la surface du lac de chaque courbe à l'aide d'un **planimètre**. Le volume peut alors être calculé pour chaque courbe de profondeur ou **strate** au moyen de l'équation suivante :

$$\text{Volume de chaque strate} = 1/3 h [(a_1 + a_2) + \sqrt{a_1 a_2}]$$



où  $h$  = hauteur de chaque couche de niveau  
 $a_1$  = surface du niveau supérieur  
 $a_2$  = surface du niveau inférieur

En additionnant les volumes de chaque strate, on obtient le volume total du lac. Pour calculer la **profondeur moyenne** du lac, diviser le volume total par la surface du lac. La profondeur moyenne peut servir d'indicateur dans le cas de certains paramètres de qualité de l'eau. Par exemple, lorsque la profondeur moyenne est peu élevée (< 5m), cela signifie que le lac est grand et peu profond, et qu'il ne peut supporter des populations de poissons ou que leur risque de **mortalité estivale** ou **hivernale** est élevé.

## Section 6

### Savoir quelles analyses chimiques demander

L'analyse des échantillons d'eau coûte cher. Le type d'analyse à effectuer dépend de la raison pour laquelle on établit le plan d'échantillonnage. Bien qu'il soit tentant de demander toutes les analyses possibles quand on envoie un échantillon, il faut savoir que le coût des analyses varie de 6 \$ environ, par échantillon, pour une détermination du pH jusqu'à 400 \$ environ pour le dépistage de certains pesticides. Le prix des autres analyses varie entre ces extrêmes. C'est habituellement le coût de l'analyse par échantillon qui détermine le nombre d'échantillons que l'on prélève.

Il existe trois grandes catégories de caractéristiques ou d'effets en matière de qualité de l'eau : **physique**, **chimique** ou **biologique**.

Les propriétés physiques comprennent entre autres les paramètres suivants :

- solides dissous et solides en suspension
- turbidité/limpidité
- profondeur
- goût/odeur\*
- température
- couleur
- type de sédiment et taille
- débit d'émergence (systèmes lotiques)

\*il n'est pas recommandé de goûter un échantillon brut d'eau de surface

Les propriétés chimiques comprennent entre autres les paramètres suivants :

- pH
- dureté
- alcalinité
- carbonates
- métaux dissous
- ions dominants
- conductivité
- phosphore
- azote
- carbone
- oxygène dissous
- demande en oxygène
- pesticides
- silice

(le tableau 1 présente certains paramètres courants et leurs abréviations)

Il n'est pas nécessaire d'analyser tous les paramètres chimiques aussi souvent les uns que les autres. Les ions dominants, par exemple, ne changent pas très rapidement comparativement aux éléments nutritifs comme le phosphore et l'azote. Par ailleurs, il ne faut pas oublier que la plupart des substances chimiques peuvent exister sous différentes formes dans l'eau (p. ex. elles peuvent être dissoutes ou sous forme particulaire, ou encore liées à

autre chose). Ainsi, diverses analyses peuvent être demandées pour une même substance chimique. Il se peut qu'il soit plus économique et plus facile de demander l'analyse de l'azote *total*, par exemple, plutôt que l'analyse d'une ou deux des nombreuses formes sous lesquelles l'azote peut exister.

Les propriétés biologiques comprennent la caractérisation d'éléments comme les suivants :

- algues
- bactéries (coliformes fécaux, coliformes totaux, *E. coli*, etc.)
- invertébrés
- poissons
- végétation

La plupart des paramètres biologiques sont mesurés au moyen d'une combinaison d'analyses **qualitatives** et **quantitatives**. Une analyse qualitative révélera ce qui se trouve dans le système aquatique (p. ex. un échantillon d'eau de ruisseau peut contenir des éphéméroptères et des perles). Une analyse quantitative indiquera la quantité d'un élément donné dans le système (p. ex. 50 éphéméroptères *par rapport* à 10 perles dans l'échantillon).

**Tableau 1. Quelques analyses des propriétés chimiques et leurs abréviations courantes\*:**

Composé chimique	Analyse (abrév.)
Phosphore	Phosphore total (PT)
	Phosphore total dissous (PTD, PD)
	Phosphore réactif dissous (PRS)
Azote	Nitrate (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ) + Nitrite (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> )
	Ammonium (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> )
	Azote total Kjeldahl (NTK)
	Azote total (NT)
	Azote particulaire (Npart)
Carbone	Carbone inorganique dissous (CID)
	Carbone organique dissous (COD)
	Carbone particulaire (Cpart)
Ions dominants	Cations (Ca <sup>+</sup> , K <sup>2+</sup> , Mg <sup>+</sup> , Na <sup>2+</sup> )
	Anions (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> , Cl)

Bactéries	Coliformes totaux
	Coliformes fécaux
	<i>E. coli</i>

\*certaines abréviations peuvent varier selon le laboratoire

## Section 7

### Autres analyses possibles

#### Instruments et trousse d'analyse utilisables sur le terrain

L'envoi d'échantillons au laboratoire n'est pas la seule façon de vérifier la qualité de l'eau d'un cours d'eau. Bon nombre des paramètres mesurés en laboratoire peuvent également être mesurés sur place avec des instruments à coût abordable. Ainsi, de façon réaliste, un groupe s'occupant d'un bassin hydrologique pourrait se procurer certains des instruments ou trousse simples qui sont disponibles pour vérifier des paramètres comme le pH, l'oxygène dissous, la conductivité, la température, la turbidité et même certains éléments nutritifs dissous.

#### Autres indicateurs de la qualité de l'eau

La santé d'un cours d'eau se traduit également par les organismes qui y vivent et la végétation qui l'entoure. Ainsi, un programme de surveillance pourrait comprendre des évaluations de la végétation des rives, un estimé visuel des organismes vivant dans l'eau et une vérification régulière des organismes qui vivent dans l'eau. Tous ces éléments donnent une bonne idée de la santé relative d'un cours d'eau. Par exemple, certains organismes ne survivent pas dans des eaux peu oxygénées. Si des vérifications régulières révèlent qu'il y a de moins en moins d'organismes chaque année dans un cours d'eau, on peut supposer qu'il y a peut-être un problème. Les endroits pour ce type d'examen peuvent être choisis à l'aide de la même méthode que celle recommandée pour le prélèvement des échantillons d'eau. On peut se fier à ce type d'examen si les analyses d'eau effectuées sur une base régulière se révèlent trop coûteuses.

Aux États-Unis, l'EPA a élaboré un excellent guide pour l'analyse des habitats lotiques intitulé « Rapid Bioassessment Protocols ». Ce guide explique comment évaluer la santé relative des cours d'eau et contient des plans d'échantillonnage ainsi que des photos à titre d'exemples. On peut se procurer gratuitement ce document PDF de 369 pages à partir du site Web de l'EPA, ou

l'acheter de leur librairie. Toute personne intéressée à évaluer la qualité de l'eau d'un cours d'eau sans se fier uniquement au prélèvement d'échantillons, devrait consulter ce document.

## Glossaire

**anoxie** – dans les systèmes aquatiques, une absence complète d'oxygène dissous dans la colonne d'eau.

**bathymétrie** – processus de caractérisation de la forme du fond d'un lac, dont les données permettent de tracer une carte des courbes de niveaux.

**courbe des débits jaugés** – graphique établissant le lien entre le niveau d'eau et son débit, de manière à ce que la connaissance d'une des mesures permette d'évaluer l'autre.

**débit** – quantité d'eau d'un système lotique qui passe devant un plan stationnaire, mesurée en mètres cubes par seconde.

**débitmètre** – appareil utilisé pour mesurer la vitesse de passage d'un courant (la vitesse à laquelle l'eau se déplace); on peut convertir mathématiquement les transects des mesures de vélocité dans les canaux pour calculer le débit.

**dimictique** – lac dont la colonne d'eau se mélange complètement deux fois par année, habituellement au printemps et à l'automne.

**disque de Secchi** – disque plat divisé également en quartiers alternativement blancs et noirs; utilisé pour déterminer la profondeur : d'après le disque de Secchi, on laisse descendre le disque dans une colonne d'eau tranquille jusqu'à ce qu'il disparaisse, puis on le remonte jusqu'au point où il réapparaît – le point milieu entre ces deux profondeurs est la profondeur de Secchi; la profondeur de la zone euphotique correspond à peu près au double de la profondeur de Secchi.

**donnée qualitative** – mesure de qualité, ou de la sorte et du type d'éléments considérés (ex. grandes plantes, plantes courtes, coléoptères terrestres, coléoptères aquatiques).

**donnée quantitative** – mesure de quantité, ou du nombre précis d'éléments individuels considérés (ex. 12 grandes plantes, 5 plantes courtes, 6 coléoptères terrestres, 8 coléoptères aquatiques).

**échantillon composite** – échantillon comprenant deux ou plusieurs portions équivalentes d'eau, bien mélangées.

**échantillon discret** – échantillon qui représente un point particulier ou une profondeur précise de la colonne d'eau, prélevé sans qu'il n'y ait de mélange avec l'eau au-dessus ou en-dessous du point d'échantillonnage.

**échelle limnimétrique** – appareil de mesure verticale, facile à lire, qui peut être installé dans un cours d'eau ou un lac en position stationnaire afin de rendre compte des variations du niveau d'eau.

**épilimnion** – couche d'eau supérieure, plus chaude, dans un lac; la limite inférieure de l'épilimnion est déterminée par la thermocline.

**étude pilote** – étude non scientifique effectuée pour déterminer la manière la plus efficace de fonctionner et d'échantillonner en vue de préparer un véritable plan scientifique; souvent utilisée pour faire l'essai d'appareils et de matériel, de méthodes d'échantillonnage, de lieux et d'analyses.

**hypolimnion** – couche d'eau inférieure, plus fraîche, dans un lac; la limite supérieure de l'hypolimnion est déterminée par la thermocline.

**hypolimnion chimiquement défini** – couche d'eau inférieure caractérisée par une absence d'oxygène dissous ou des quantités minimales, près de zéro; on retrouve plus souvent un hypolimnion chimiquement défini au printemps; dans ce cas, l'eau plus profonde peut ne pas être beaucoup plus froide que les couches d'eau supérieures.

**lieu représentatif** – lieu choisi pour l'échantillonnage qui est caractéristique d'une zone plus vaste.

**lumière** – dans les systèmes aquatiques, ce paramètre concerne habituellement les longueurs d'onde ultraviolettes (UV) requises pour la photosynthèse.

**mélangée (non stratifiée)** – colonne d'eau dans laquelle il n'y a aucune baisse radicale de température depuis la surface jusqu'au fond; une colonne d'eau sans thermocline.

**méromictique** – lac dont l'hypolimnion ne se mélange jamais complètement avec les couches supérieures plus chaudes; habituellement un plan d'eau très profond.

**niveau** - mesure de la hauteur de l'eau relativement à point fixe.

**niveau de compensation de lumière de 1 %** - niveau de la colonne d'eau le plus profond auquel on détecte encore de la lumière utilisable pour la photosynthèse; ce niveau marque la limite inférieure de la zone euphotique.

**normale** – moyenne à long terme utilisée pour établir les valeurs de base d'un système; souvent une moyenne sur 30 ans.

**oxygène dissous (OD)** – oxygène atmosphérique qui est dissous dans la colonne d'eau, mesuré en mg/L ou en % de saturation; la quantité d'oxygène dissous est directement liée aux changements de température et de pression atmosphérique.

**photomètre** - appareil utilisé pour mesurer la pénétration de la lumière UV dans

la colonne d'eau; la pénétration de la lumière est mesurée en lumens ou en microsiemens.

**planimètre** - appareil à main, manuel ou électronique, utilisé pour calculer la surface d'une zone; consiste en une roue qui tourne et dont le nombre de tours est enregistré au fur et à mesure qu'elle se déplace le long du périmètre de la surface à mesurer.

**point d'eau profonde** - point que l'on présume le plus profond d'un lac, déterminé au moyen de l'établissement de la carte bathymétrique du lac.

**polymictique** – lac dont l'eau est soit complètement mélangée à longueur d'année, soit faiblement stratifiée durant les périodes très chaudes; souvent très peu profond.

**production primaire** - au sens strict, mesure du taux métabolique des organismes autotrophes; au sens écologique, la production primaire concerne le taux de croissance des plantes vertes, des algues et des cyanobactéries (organismes photosynthétiques).

**profils** – mesures prises à intervalles réguliers dans la colonne d'eau, depuis la surface jusqu'au fond; on peut déterminer les profils de la profondeur, de la température, de l'oxygène dissous, de la pression, etc.

**profondeur moyenne** – volume du lac divisé par la surface du lac; comme il s'agit d'unités au cube divisées par des unités au carré, le résultat est exprimé en unités linéaires, habituellement en mètres.

**propriétés biologiques** – paramètres de la qualité de l'eau associés aux types, aux nombres, à la taille et à la distribution des différents organismes présents dans le système aquatique.

**propriétés chimiques** – paramètres de la qualité de l'eau associés à la réponse de l'eau à des réactions chimiques précises, souvent faites en laboratoire ou à l'aide d'une trousse de terrain comprenant les réactifs appropriés.

**propriétés physiques** – grosso modo, les paramètres qui peuvent être évalués ou mesurés par l'observation ou au moyen d'un instrument sans qu'il ne soit nécessaire de procéder à des analyses chimiques (ex. types de végétation, température, profondeur, type de sédiment); il y a toujours un certain chevauchement entre les propriétés physiques et chimiques.

**seau à échantillon composite** - contenant propre pour l'eau potable utilisé pour mélanger des portions d'eau qui constitueront un échantillon composite.

**sonde** – tout appareil utilisé pour déterminer la profondeur de l'eau, le plus



souvent d'une eau tranquille; peut comprendre un relevé de rebonds électromagnétiques ou d'ondes radioélectriques, ou peut être aussi simple qu'un poids fixé au bout d'une ligne.

**stratifié** – système aquatique, habituellement un lac, qui a développé des zones identifiables de températures différentes (ex. l'eau de surface qui s'est considérablement réchauffée par rapport à l'eau plus profonde – voir zones limnétiques).

**système apparié** – système comptant autant de similarités possibles avec un système original; souvent utilisé pour comparer ou mettre en contraste une réponse à un impact présent dans le système original, mais absent dans le système apparié.

**température** – mesure de l'énergie thermique sensible, habituellement en degrés Celsius ou Fahrenheit.

**thermocline (métalimnion)** – zone étroite, habituellement dans un lac, où la température diminue plus abruptement qu'elle ne le fait à toute autre profondeur depuis la surface jusqu'au fond; concrètement, on considère que c'est la zone où la température diminue d'au moins un degré Celsius sur un mètre.

**transect** - ligne constituée de points d'échantillonnage consécutifs également distancés, qui est habituellement soit parallèle ou perpendiculaire à un système.

**tube à échantillon composite** – dispositif utilisé pour prélever des échantillons d'eau intégrés de la colonne d'eau d'un lac, souvent fabriqué à partir d'un type de tubulure pour l'eau potable (ex. Tygon ) équipé d'un clapet de pied.

**valeur pondérée** – mesure qui a été reliée à une deuxième unité de mesure (ex. poids, distance, temps, volume) de manière à accroître sa signification.

**zone aphotique** - zone située en-dessous du point de compensation de lumière de 1 %, où aucune lumière détectable ne pénètre.

**zone euphotique** – dans la colonne d'eau d'un lac, zone où pénètre la lumière, et dont la limite inférieure est appelée niveau de compensation de la lumière de 1 %; presque toute la production primaire se fait dans la zone euphotique.

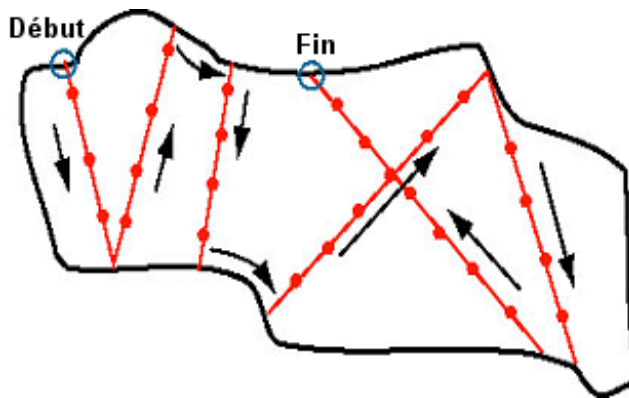
**zone photique** - zone caractérisée par la présence ou l'absence de lumière détectable, notamment dans la plage de l'ultraviolet (ex. zone euphotique, zone aphotique).

**zones limnétiques** - zones de profondeurs mesurables dans colonne d'eau qui se distinguent les unes des autres par la température de l'eau (ex. épilimnion, métalimnion, hypolimnion).

## Annexe : Détermination de la bathymétrie d'un lac

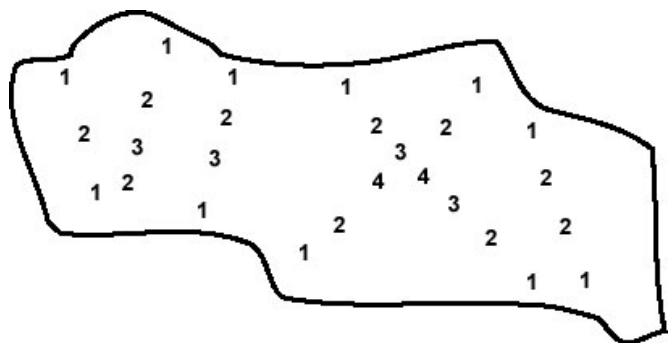
La bathymétrie est un terme sophistiqué qui signifie caractérisation du fond d'un lac. Pour procéder à la bathymétrie d'un lac, il faut un peu de temps, une sonde (ligne et plomb de sonde), une carte aérienne du lac, un ami possédant un bateau et la capacité de conduire en ligne droite. Un dispositif GPS peut se révéler fort utile pour ce dernier point. Étant donné l'habileté de la plupart des gens à conduire en ligne droite, le dispositif GPS peut aider à prévenir les querelles et éviter qu'une personne ne soit obligée de revenir à la nage.... Il pourrait s'agir d'un bon investissement.

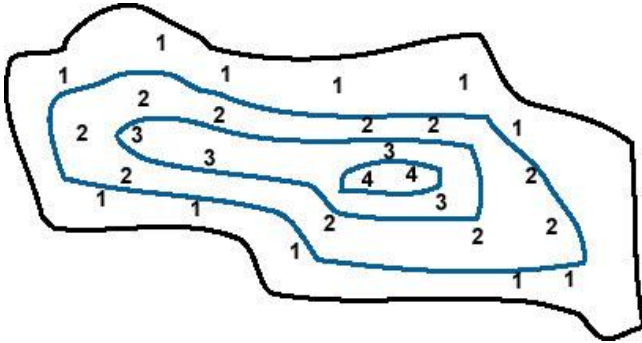
Pour commencer à établir une carte bathymétrique, il faut noter les points de profondeur le long de plusieurs transects du lac. Ces points doivent être espacés également le long de chacune des lignes de transect.



À chaque point, mettre la sonde à l'eau et noter la profondeur. Continuer ainsi jusqu'à ce que vous disposiez de plusieurs lignes traversant le lac d'une rive à l'autre. Plus vous avez de points, mieux c'est, mais il faut trouver le juste compromis entre la bonne quantité de données et le temps requis pour traverser le lac de part en part.

À chaque point de profondeur, vous devez savoir où vous vous trouvez sur le lac. Une fois toutes les données recueillies, redessiner le contour du lac, et indiquer les profondeurs aux endroits où elles ont été mesurées. Vous avez donc le tracé du contour du lac ainsi que de nombreux points inscrits à l'intérieur du tracé. Il ne reste plus qu'à savoir comment donner un sens à tous ces nombres. C'est l'étape qui demande un peu d'imagination.





Les lignes bathymétriques (contours de profondeur) doivent être tracées à l'intérieur du tracé général du lac. Chaque ligne bathymétrique doit contenir tous les points d'une même profondeur : la ligne de profondeur de 1 m doit contenir tous les points de profondeur de 1 m, la ligne de 2 m, tous les

points de 2 m, et ainsi de suite. Les points doivent être représentés à l'échelle et la distance réelle parcourue sur le lac entre les différentes mesures de profondeur doit être indiquée. Et voilà! Une carte bathymétrique.