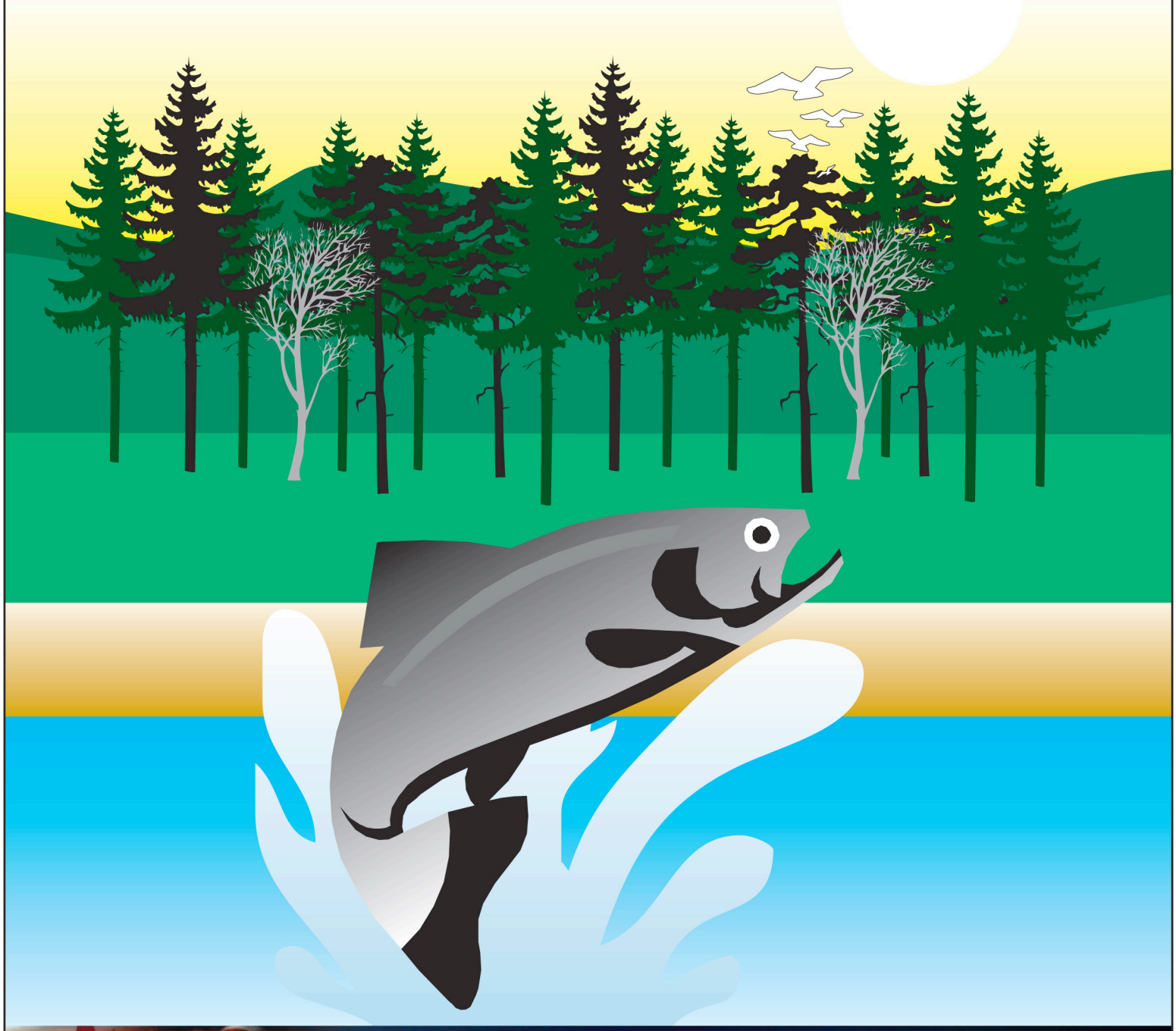
Pêches et Océans Canada

Fisheries and Oceans Canada

Restauration écologique des habitats aquatiques dégradés : une approche à l'échelle du bassin versant



Canada

© Sa Majesté la Reine en chef du Canada, 2006
Publié par Pêches et Océans Canada
Direction des océans et des sciences
Région du Golfe
ISBN: 0-662-71327-3
Numéro de catalogue: Fs104-4/2006F

PRÉFACE

Au cours des dernières années, on a constaté le besoin d'un manuel qui aborderait la gestion des bassins versants, ainsi que la conservation, la protection et l'amélioration de l'habitat du poisson. Bien que le MPO (Région du Golfe) ait déjà produit un « Guide d'amélioration de l'habitat du poisson au Nouveau-Brunswick » au début des années 1990, il était clair que les communautés avaient besoin d'en savoir plus que seulement comment améliorer l'habitat du poisson. Les citoyens de nos jours sont plus sensibilisés aux enjeux environnementaux et ils ont besoin de directives sur comment atténuer les impacts dans leurs bassins versants. Par conséquence, cela leur donnerait la possibilité de provoquer des changements positifs dans l'environnement et, éventuellement, dans l'habitat du poisson.

Ce manuel va aider à éduquer les citoyens sur différents aspects reliés à la gestion des bassins versants:

- Intendance et attitudes changeantes
- Procédés dans les bassins versants
- Impacts humains & comment les réduire
- Comment les cours d'eau fonctionnent
- Ce qu'est l'habitat du poisson
- Lois, réglementations & permis
- Évaluations des bassins versants et des cours d'eau
- Besoins des différentes espèces de poisson en matière d'habitat
- Fiches de renseignements sur différentes techniques de restauration de l'habitat du poisson

Le personnel du MPO (Région du Golfe) est fier de ce manuel et il espère que ce manuel sera utile pour aider les communautés à réaliser une gestion durable de leurs bassins versants.

REMERCIEMENTS

Le présent document est le résultat du travail d'une équipe dévouée du personnel du MPO, Région du Golfe et de Thaumas Environmental Consultants Ltd.

Équipe du MPO
Terry Melanson
Lea Murphy
Danielle Goff
Charles MacInnis
Delly Keen
Sophie Bastien-Daigle
Bill Ritchie
Ernest Ferguson
Denis Haché
Jim Weldon
Daniel Caissie
Michèle LeBlanc
Marie Cormier

Thaumas Environmental Consultants Ltd.
Bob Rutherford

Le MPO veut également remercier Kathryn Collet (Ministère des Ressources naturelles du Nouveau-Brunswick), Rosie MacFarlane (Ministère de l'Environnement, de l'Énergie et de la Foresterie de l'Î.-P.-É.) et Murray Hill (Ministère des Pêches et de l'Agriculture de la Nouvelle-Écosse) pour leur révision du manuel et leurs commentaires très appréciés.

Les graphiques furent contribués par Pete Stafford (Cambridge Pen & Design, Fredericton, N.-B.) et Terry Melanson (MPO).

TABLE DES MATIÈRES

PRÉFACE……- i -
REMERCIEMENTS…….. - ii -
1.0 INTRODUCTION, PERSPECTIVE ÉCOLOGIQUE ET PLANIFICATON STRATÉGIQUE ..... - 1 -
1.1 Introduction ..... - 1 -
1.1.1 Historique ..... - 1 -
1.1.2 Intendance: un engagement pour la vie ..... - 3 -
1.1.3 Une approche plus pointue ..... - 5 -
1.2 Perspective écologique ..... - 6 -
1.2.1 Fonctions écologiques des systèmes riverains ..... - 6 -
1.2.1.1 En eau douce et en milieu marin ..... - 6 -
En eau douce ..... - 6 -
En milieu côtier (marin) ..... - 7 -
1.2.1.2 La restauration écologique, c'est quoi au juste ? ..... - 8 -
1.3 Planification stratégique ..... - 8 -
Fragmentation des habitats ..... - 10 -
Problèmes d'érosion des terres et de ruissellement ..... - 10 -
Qualité de l'eau ..... - 10 -
Qualité et processus riverains ..... - 11 -
Processus et qualité physique des habitats ..... - 11 -
2.0 PROCESSUS DES BASSINS VERSANTS, IMPACTS HUMAINS ET ATTÉNUATION DES IMPACTS ..... - 13 -
2.1 Introduction ..... - 13 -
2.2 Processus des bassins versants ..... - 13 -
2.2.1 Formations terrestres ..... - 14 -
2.2.2 Climat, végétation et le cycle hydrologique ..... - 14 -
2.2.3 Formation des rivières et de l'habitat du poisson ..... - 15 -
Le cours d'eau ..... - 15 -
La plaine inondable ..... - 18 -
Habitats fosse-radier ..... - 20 -
Habitats de fosses en gradins ..... - 21 -
2.2.4 Composantes physiques, chimiques et biologiques d'un écosystème riverain ..... - 22 -
2.2.4.1 Concept du continuum de la rivière ..... - 22 -
Eaux en amont ..... - 22 -
Cours d'eau de taille moyenne ..... - 22 -
Grandes rivières ..... - 23 -
2.2.5 Comment l'habitat du poisson est défini selon la loi et les politiques ..... - 25 -
2.3 Impacts humains sur les bassins versants et options d'atténuation ..... - 25 -
2.3.1 Gestion des eaux pluviales ..... - 26 -
2.3.2 Obstacles aux migrations de poisson ..... - 27 -
Barrages ..... - 27 -
Ponceaux ..... - 28 -
Débits faibles ..... - 28 -

2.3.3 Sources d'envasement et de siltation ..... - 29 -
2.3.4 Surcharge en nutriments ..... - 30 -
2.3.5 Plan de gestion des nutriments ..... - 33 -
2.3.6 Destruction de la végétation riveraine et des terres humides ..... - 34 -
Végétation riveraine ..... - 34 -
Terres humides ..... - 36 -
2.3.7 Pollution de l'air et de l'eau ..... - 37 -
Atmosphérique ..... - 37 -
Hydrique ..... - 38 -
2.3.8 Espèces envahissantes ..... - 39 -
2.4 Planification à l'échelle du bassin versant – Aborder les facteurs limitants ..... - 41 -
2.5 Accélération du procédé de récupération par la restauration de l'habitat ..... - 43 -
3.0 PLANIFICATION D'UN PROJET ..... - 45 -
3.1 Évaluations ..... - 45 -
3.1.1 Premier niveau d'évaluation – Historique de l'utilisation des terres dans le bassin versant ..... - 45 -
3.1.2 Deuxième niveau d'évaluation – Impacts courants ..... - 46 -
3.1.3 Troisième niveau d'évaluation – Évaluation de l'habitat aquatique et riverain ..... - 47 -
3.1.4 Quatrième niveau d'évaluation – Plan de réhabilitation de l'habitat aquatique ..... - 49 -
3.1.5 Protocoles et méthodes d'évaluation de l'habitat ..... - 50 -
3.1.5.1 Cueillette des données de base ..... - 53 -
3.1.5.2 Différents habitats et espèces de poisson ..... - 54 -
A) Salmonidés (le saumon de l'Atlantique, l'omble de fontaine et la truite brune) ..... - 54 -
B) Gaspareau (*Alosa pseudoharengus*) et Alose d'été (*Alosa aestivalis*) ..... - 73 -
C) Éperlan arc-en-ciel (*Osmerus mordax*) ..... - 75 -
D) Anguille d'Amérique (*Anguilla rostrata*) ..... - 76 -
3.2 Fiches d'évaluation des bassins versants et des cours d'eau ..... - 76 -
3.2.1 Instructions sur le Guide d'évaluation et de planification à l'échelle du bassin versant ..... - 77 -
3.3 Coûts d'un projet ..... - 83 -
3.4 Permis ..... - 83 -
3.4.1 Permis et approbation du fédéral ..... - 83 -
3.4.1.1 Autorisation du MPO ..... - 83 -
3.4.1.2 Loi canadienne sur l'évaluation environnementale ..... - 84 -
3.4.1.3 Loi sur les espèces en péril ..... - 84 -
3.4.1.4 Loi sur la protection des eaux navigables ..... - 84 -
3.4.2 Permis provinciaux ..... - 86 -
3.4.2.1 Nouveau-Brunswick ..... - 86 -
3.4.2.2 Nouvelle-Écosse ..... - 89 -
3.4.2.3 Île-du-Prince-Édouard ..... - 91 -
3.5 Sécurité ..... - 92 -
4.0 TECHNIQUES DE RESTAURATION DE L'HABITAT DU POISSON ..... - 95 -
4.1 Abris dans un cours d'eau ..... - 95 -

4.1.1 Abris formés de rondins/demi-rondins immergés ..... - 97 -
4.1.2 Berges érodées artificielles (ou lunkers) ..... - 101 -
4.1.3 Groupements de roches ou de blocs ..... - 105 -
4.1.4 Mottes racinaires ..... - 109 -
4.2 Stabilisation des berges ..... - 113 -
4.2.1 Enrochement ..... - 115 -
4.2.2 Épis déflecteurs ..... - 119 -
4.2.3 Encoffrement ..... - 123 -
4.2.4 Combinaison d'enrochement et de végétation ..... - 127 -
4.2.5 Plantation de végétation en bord de cours d'eau ..... - 129 -
4.2.6 Arbres de revêtement ..... - 135 -
4.2.7 Matelas de branches (pièges à sédiments) ..... - 139 -
4.2.8 Fagots de branches (fascines) et Tapis de branches ..... - 143 -
4.2.9 Piquets de clôture ..... - 147 -
4.3 Création de fosse-radier et rétrécissement du chenal ..... - 151 -
4.3.1 Billots creuseurs ..... - 153 -
4.3.2 Déflecteurs ..... - 159 -
4.3.3 Seuils en enrochement ..... - 169 -
4.3.4 Barrages et seuils de basse chute ..... - 175 -
4.4 Enlèvement d'obstacles et de débris ..... - 179 -
4.4.1 Débris artificiels dans les cours d'eau ..... - 181 -
4.4.2 Embâcles de débris végétaux ..... - 183 -
4.4.3 Digue (barrage) de castor (active ou abandonnée) ..... - 185 -
4.4.4 Éclaircissage des aulnes ..... - 187 -
5.0 BIBLIOGRAPHIE ..... - 189 -
6.0 GLOSSAIRE ..... - 195 -

1.0 INTRODUCTION, PERSPECTIVE ÉCOLOGIQUE ET PLANIFICATON STRATÉGIQUE

1.1 INTRODUCTION

1.1.1 Historique

Depuis la mise en application de la politique du MPO sur la Gestion de l'habitat du poisson (1986), on a constaté un engagement accru de la part des groupes communautaires dans les activités de restauration de l'habitat du poisson. Des projets de restauration de l'habitat du poisson (parfois appelés « récupération, amélioration ou création ») ont été entrepris afin de rétablir la productivité perdue dans les habitats du poisson et pour restaurer les fonctions écologiques dans les écosystèmes endommagés. Le but des projets de restauration est de s'assurer que les procédés dynamiques des écosystèmes naturels (c-à-d., structure et fonction) soient rétablis.

Au fil des années, il y a eu plusieurs changements sur le plan environnemental. L'accent est passé de la gestion d'une seule espèce à la fois (par ex., améliorer la population du saumon) à la gestion des ressources naturelles vivantes au niveau du bassin versant et de l'écosystème. On préfère passer de l'approche descendante en matière de gestion à un processus décisionnel au niveau de la communauté. Cette approche plus holistique vise à conserver, protéger ou améliorer les espèces aquatiques et leurs habitats à l'intérieur d'une unité d'écosystème ou d'une unité géographique (au sein d'un bassin versant). Elle tient également compte de l'ensemble des facteurs sociaux, économiques et environnementaux qui contribuent aux conditions de détérioration qui ont souvent été ignorées lors des activités de restauration par le passé.

Les problèmes de conservation de l'habitat aquatique sont souvent causés par une combinaison complexe d'activités de développement économique et d'utilisation des terres; ils ne sont pas toujours faciles à régler. L'approche à l'échelle du bassin versant en matière de restauration cherche à corriger les causes sous-jacentes de la dégradation de l'habitat au lieu de seulement traiter des symptômes spécifiques au site. Une telle approche est fortement appuyée par la politique du MPO sur la Gestion de l'habitat du poisson (1986) parce qu'elle est axée sur la planification et la gestion intégrée de la ressource.

Des millions de dollars ont été investis à l'échelle nationale au fil des années pour la restauration de l'habitat aquatique; pourtant, on se demande encore si de vrais gains ont été faits dans la productivité des habitats. En Ontario, un examen de plus de 90 projets d'amélioration/restauration de l'habitat a conclu que peu d'entre-eux pourraient documenter de réels succès biologiques (Smokorowski et al., 1998). Dans le cadre d'une autre étude, Frissel et Nawa (1992) ont évalué le taux de succès des structures artificielles installées en cours d'eau dans l'ouest des États-Unis. Les auteurs suggèrent que les modifications prescrites avec des structures en cours d'eau sont souvent incorrectes et inefficaces; ils ont fait remarquer que ce travail faisait souvent défaut et causait des problèmes qui pouvaient varier entre de ne tout simplement pas créer les habitats désirés

jusqu'à un échec total qui contribuait à un plus grand dommage dans le bassin versant. Des interactions multi-échelles complexes entre les conditions dans le bassin versant, les processus fluviaux et la conception des structures déterminent la réussite ou l'échec des structures individuelles et des projets. Les auteurs ont conclu que de changer la conception et le matériel des structures ne réduirait pas le problème des taux de dommages élevés. Par ailleurs, Frissel et Nawa (1992) recommandaient d'aborder les impacts les plus critiques dans les bassins versants causés par de mauvaises pratiques de construction des chemins et par l'enlèvement de la végétation riveraine naturelle causée par la coupe des arbres, le pâturage, les inondations et les pratiques de construction.

La capacité décroissante des bassins versants à maintenir des populations de poisson vigoureuses a exigé un engagement accru de fonds pour la restauration des cours d'eau et des bassins versants. Cependant, cet engagement financier accru est accompagné d'attentes que les écosystèmes peuvent être restaurés. Par contre, il existe relativement peu d'exemples documentés de projets efficaces jusqu'à présent. La « American Fisheries Society » a même conclu que le manque de planification stratégique et la dépendance passée sur des projets tactiques pour endroits précis ont mené à un pauvre rendement biologique pour certains, sinon la plupart, des fonds consacrés à la restauration des écosystèmes des cours d'eau douce (Roper, 1997).

Le manque de réussite de tels projets peut être attribuable au fait qu'on a accordé trop d'importance à la restauration à petite échelle dans des sites spécifiques dans les cours d'eau. Pour qu'un projet puisse réussir, il est nécessaire d'aborder l'amélioration de l'habitat selon les perspectives d'ensemble des bassins versants et de l'utilisation des terres. Pour ainsi faire, les projets de restauration des cours d'eau doivent être élargis au delà du travail dans des sites spécifiques. Cela devrait inclure d'aborder les facteurs physiques et chimiques variables qui limitent la productivité dans l'ensemble du bassin versant. Ces facteurs peuvent avoir un effet sur le cycle de vie de plusieurs espèces de poisson. L'autre élargissement des projets de restauration doit aborder les conditions riveraines et les conditions dans les pentes qui causent le déclin des habitats du poisson.

Aux Maritimes, les projets de restauration de l'habitat aquatique ont été plus fructueux que les études semblent l'indiquer. Dans l'ensemble de la région, plusieurs groupes ont réalisé des projets de restauration de l'habitat aquatique et la plupart d'entre-eux vous expliqueront la différence visuelle que cela a contribué aux nombres de poissons, d'oiseaux et de faune dans leur région. Des études effectuées à Brierly Brook, à Antigonish, en Nouvelle-Écosse (Rutherford, 1994) ont confirmé qu'en atténuant les effets de l'utilisation des terres par l'adoption de pratiques de gestion optimales et par la restauration de l'habitat des cours d'eau, on a constaté des augmentations du frai et de la production de salmonidés juvéniles à des niveaux de 8 à 10 fois plus élevés qu'avant les efforts de restauration; ce niveau de productivité a été maintenu pendant plus de dix ans (Rutherford, communication personnelle, 2004).

Dans plusieurs juridictions, l'incidence élevée d'échecs et de dommages physiques, ainsi que l'absence de succès biologiques évidents des structures ayant survécues, peuvent être attribuées à un manque de planification adéquate. Afin de réussir, il vous faut identifier les impacts continus et les aborder avant de mettre en œuvre des travaux de restauration

des habitats endommagés. Il est également très important que ce travail dans les cours d'eau soit bien conçu et bien situé de sorte qu'il va aider la nature à rétablir la diversité et la productivité de l'habitat.

La première démarche est d'aborder les problèmes d'utilisation des terres en faisant appel aux pratiques de gestion optimales. La deuxième étape, c'est la conception de structures en cours d'eau qui fonctionnent de concert avec les processus naturels afin d'accélérer la restauration écologique, tout en abordant les besoins de tous les stades de vie des espèces indicatrices. Là où ces deux démarches ont été entreprises et appliquées à l'échelle d'un bassin versant, on a constaté un haut degré de succès. Cette approche a été utilisée avec succès dans plusieurs cours d'eau des Maritimes de concert avec d'importantes augmentations des invertébrés et du poisson dans les cours d'eau, ainsi que de la faune riveraine.

Afin d'éviter les projets inefficaces et la possibilité que le travail soit perçu comme étant un investissement douteux de la part des agences responsables de la gestion de l'habitat du poisson, le présent manuel adopte une approche à l'échelle du bassin versant en matière de planification de la restauration en commençant d'abord sur terre pour ensuite se rendre dans l'eau. La clé du succès est d'identifier les facteurs limitant la productivité de l'habitat aquatique et d'en aborder correctement les causes fondamentales. La restauration écologique est un investissement dans notre richesse écologique commune.

1.1.2 Intendance: un engagement pour la vie

Dans l'âge moderne actuel, la plupart des gens ont certaines des connaissances relatives à l'environnement et reconnaissent le besoin de le protéger des dommages irréversibles causés par les activités humaines. Plusieurs s'impliquent dans des groupes communautaires et participent dans des projets visant à restaurer et à protéger l'environnement. De plus en plus, on attribue l'expression d'« intendance » à ce genre d'initiatives. Le concept d'intendance n'est pas une vision nouvelle, mais l'une qui devient plus puissante. L'intendance intègre les activités humaines avec les écosystèmes naturels et elle est axée sur l'intervention humaine pour aborder les facteurs limitant la productivité des habitats naturels. Le but ultime de l'intendance, c'est d'encourager des activités qui créent une communauté plus saine et plus durable sur le plan environnemental, social et économique.

- Un intendant est un type de gardien. (Adoptez un cours d'eau)
- L'intendance est un concept important si nous voulons que notre environnement devienne un endroit plus sain où vivre. (Adoptez un cours d'eau)
- L'intendance environnementale signifie qu'on s'occupe de notre planète, de notre pays, de notre province et de notre propre arrière-cour pour s'assurer qu'ils vont rester sains et productifs pour le bien-être des générations futures.
- L'intendance signifie que l'on pense globalement et que l'on agit localement.
- L'intendance signifie que l'on gère nos ressources naturelles vivantes pour faire en sorte qu'elles soient autonomes (autosuffisantes) et qu'elles continuent à contribuer aux bienfaits sociaux et économiques des générations canadiennes actuelles et futures.

- L'intendance aquatique, c'est d'assumer une responsabilité personnelle pour soutenir et améliorer les ressources marines et en eau douce, tout en acceptant notre obligation envers l'environnement et les utilisateurs du futur. (Recreational Boating and Fishing Foundation).
- L'action de confier à quelqu'un la gestion responsable et attentive de l'environnement et des ressources naturelles pour le bienfait de la collectivité générale. (Environnement Canada).

Une manière de devenir un intendant de l'environnement, c'est de s'impliquer dans un groupe de bassin versant local. De tels groupes stimulent un sentiment d'équipe, d'habilitation et de responsabilité parce qu'ils incluent les intervenants (par ex., propriétaires de terrains, entreprises, agences gouvernementales, écoles etc.) et ils ont définitivement une influence positive. L'un des buts des groupes de bassins versants est de rassembler toutes les parties intéressées et travailler avec celles qui font des activités à l'intérieur du bassin versant pour s'assurer qu'elles le fassent de la manière la plus écologiquement saine. Tous les groupes devraient viser un plan de gestion du bassin versant, mais certains mettent l'accent sur l'éducation et la sensibilisation des propriétaires, ainsi que l'adoption de pratiques de gestion optimales, alors que d'autres vont entamer des projets axés sur des actions de restauration des écosystèmes. Peu importe les raisons de l'établissement d'un groupe, ils ont tous deux des objectifs communs: en arriver à des compromis entre les intervenants et leurs activités conflictuelles; et, planifier pour les générations futures. Ce sont des initiatives qui contribuent grandement au « développement durable » dans le bassin versant; il s'agit essentiellement d'équilibrer les valeurs environnementales, économiques et sociales de manière à ne pas compromettre les besoins des générations futures. La Figure 1 fait état de la situation actuelle dans nos bassins versants; l'équilibre de la durabilité n'est seulement atteinte qu'une partie du temps. Le but ultime est d'en arriver à une durabilité de l'ensemble, ce qui veut dire que les trois cercles seront parfaitement juxtaposés pour n'en faire qu'un seul.

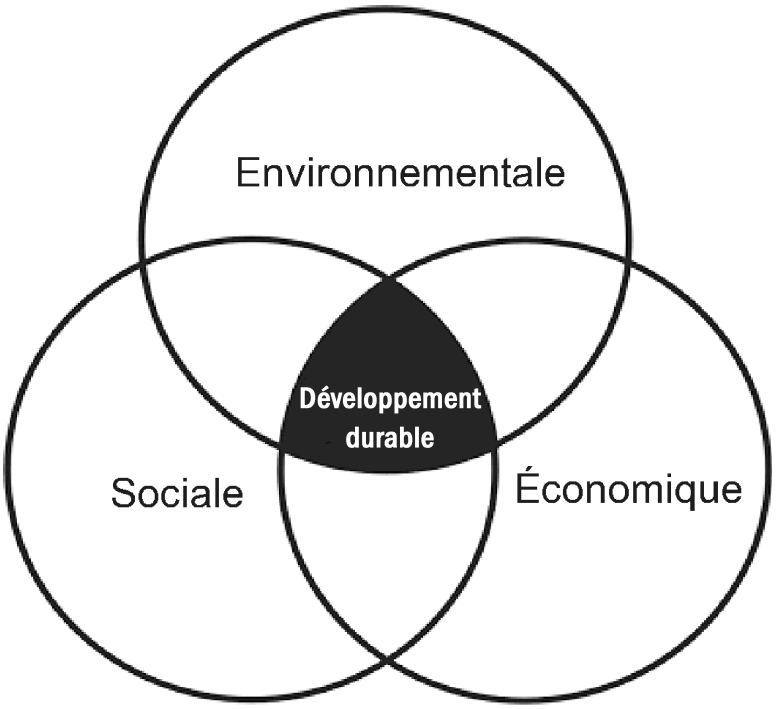


Figure 1. L'interconnectivité des trois principales composantes du développement durable.

1.1.3 <u>Une approche plus pointue</u>

Vers la fin des années 1980, le MPO (région du Golfe) produisait un document intitulé « Guide d'amélioration de l'habitat du poisson au Nouveau-Brunswick ». Le manuel précédent reflétait les intérêts des groupes de pêcheurs à la ligne et l'approche antérieure de promouvoir l'amélioration de l'habitat du saumon et de la truite. C'était un axe trop étroit qui ne tenait pas compte des besoins des autres espèces aquatiques et riveraines, ni des exigences de la Loi sur les espèces en péril (2003). Au fil des années, les groupes de pêche à la ligne se sont joints à d'autres groupes d'intérêts au sein des bassins versant afin d'établir des associations multilatérales de bassins versants. Ces associations adoptent une approche plus large au niveau de l'écosystème en matière d'intendance. Il s'agit d'un avènement très positif et l'un que le MPO aimerait encourager. Afin d'aider au développement de cette approche au niveau communautaire, il faut remanier le manuel sur la restauration et commencer à aborder le besoin ressenti de plus d'éducation et de plus d'aide au niveau du bassin versant.

Pour toutes ces raisons, le présent document va mettre l'accent sur l'éducation de ses lecteurs quant à l'importance de la planification à l'échelle du bassin versant, des procédés à l'intérieur des bassins versants, d'entamer des actions pour protéger les ressources aquatiques et riveraines au sein d'un bassin versant et des techniques de restauration de l'habitat aquatique.

1.2 PERSPECTIVE ÉCOLOGIQUE

Le but de ce chapitre est de promouvoir des activités de gestion durables et efficaces des bassins versants et la remise en état de l'habitat aquatique. Les activités de restauration qui rétablissent les processus écosystémiques et qui raccordent les habitats fragmentés ont une meilleure chance de produire des habitats qui peuvent soutenir à long terme les communautés de poisson.

L'objectif devrait être de restaurer les procédés des bassins versants au lieu de se fier exclusivement sur la restauration dans le cours d'eau. Pour réussir, la restauration doit aborder les procédés abiotiques et biotiques à l'intérieur du bassin et elle ne devra pas être basée uniquement sur les besoins d'une seule espèce de poisson ou d'un seul stade de vie. Là où cela est possible, l'intention est de restaurer la productivité et la diversité naturelles, au lieu d'entamer des projets qui permettent à une ou deux espèces de contourner un habitat faible par des moyens artificiels. Surveiller l'efficacité des approches et des projets spécifiques de restauration des bassins versants doit devenir une partie intégrale de la stratégie d'ensemble de restauration des bassins versants. Une approche de gestion adaptative doit être adoptée de sorte à réagir rapidement lorsque de nouveaux problèmes se présentent et pour que l'on puisse bâtir sur de tels projets et initiatives efficaces.

1.2.1 Fonctions écologiques des systèmes riverains

1.2.1.1 En eau douce et en milieu marin

En eau douce

Depuis la première colonisation européenne durant les années 1600, les zones riveraines et les cours d'eau de nos régions ont été altérées extensivement. Les diminutions conséquentes de la diversité et des fonctions des écosystèmes riverains et aquatiques ont affaibli leur intégrité et leur productivité. Ceci vient en tête de liste des préoccupations relatives aux écosystèmes puisque ces habitats sont parmi les plus productifs et contiennent des habitats critiques pour le poisson et la plupart de la faune. Ils représentent également nos écosystèmes les plus menacés.

La dégradation des zones riveraines et des écosystèmes diminue leur capacité de fournir des fonctions écosystémiques critiques, y compris le cycle et la transformation chimique des nutriments, la purification de l'eau, l'atténuation des inondations, le maintien du débit et des températures des cours d'eau, la réalimentation des nappes souterraines, ainsi que l'établissement et le maintien des habitats pour le poisson et la faune. Le facteur le plus important qui contribue au déclin de la biodiversité aquatique, c'est la perte ou la dégradation des habitats (Miller et al., 1989).

Les zones riveraines sont des zones en trois dimensions d'interactions biologiques, physiques et chimiques entre les écosystèmes terrestres et aquatiques. La restauration écologique des zones riveraines exige donc une approche holistique selon laquelle les conditions et les activités doivent être considérées à l'échelle du bassin versant au complet. Les problèmes qui affectent les habitats du poisson ne seront pas réglés en

ignorant les pratiques délétères de gestion des terres, soit historiques ou actuelles, qui ont lieu à l'échelle du bassin versant.

Ça pourrait prendre des décennies ou même des siècles pour que les bassins versants puissent se remettre en état de la mauvaise érosion des sols. Une telle remise en état ne fait que commencer lorsque l'envasement par les sédiments dans le bassin versant est réduit aux niveaux naturels. Nos bassins versants continuent à souffrir des impacts causés par des débits plus élevés, par l'érosion et l'effondrement des chemins et des fossés, les taux d'érosion élevés causés par certaines opérations forestières et agricoles, la construction de lotissements, les constructions et opérations industrielles, l'enlèvement de la végétation des berges, le broutage dans les cours d'eau et les pentes instables.

La condition courante de l'habitat du poisson dans les Maritimes est symptomatique de problèmes écologiques complexes poussés par des changements dans les forêts riveraines, la canalisation des rivières, les travaux dans les cours d'eau, ainsi que l'érosion et la sédimentation locales et à l'échelle du bassin versant. Les événements d'inondations à grande échelle, à cause du changement de l'utilisation des terres à l'intérieur du bassin versant et des changements climatiques à l'échelle mondiale, deviennent plus communs et ceux-ci modifient la morphologie des canalisations et de l'habitat du poisson sur toute la longueur du bassin versant.

Une évaluation du bassin versant est la première étape nécessaire pour mieux comprendre les procédés du bassin versant et identifier les besoins de restauration au sein d'un bassin riverain et de son estuaire.

En milieu côtier (marin)

Ce que les ruisseaux et rivières transportent vers la mer est déposé dans les estuaires côtiers. L'eau douce coule à travers la surface de l'estuaire et entraîne l'eau salée alors qu'elle se dirige vers la mer. Cet écoulement d'eau accru en surface attire des eaux riches en nutriments vers la surface. Les nutriments et la lumière solaire se combinent avec les plantes vertes pour donner une productivité primaire élevée. La pompe estuarienne, la circulation des marées et une grande variété de profondeurs et de substrats font des estuaires les zones les plus productives dans la mer.

Afin d'en savoir plus sur les écotypes côtiers aux Maritimes, vous devriez lire « Au bord de la mer » disponible sur le Web, ou en communiquant avec votre bureau local du MPO pour une copie sur DC. Veuillez consulter la Section 3,4 (permis) pour l'information de contact.

Site Web: http://www.glf.dfo-mpo.gc.ca/sci-sci/bysea-enmer/estuaries-estuaires-f.html

L'impact d'une mauvaise gestion des bassins versants sur les écosystèmes côtiers peut être dévastateur. On peut trouver une description des impacts dans le « Programme d'action national du Canada pour la protection du milieu marin contre la pollution due aux activités terrestres », chapitre de l'Atlantique (http://www.npa-pan.ca/docs/chapitre7.pdf). Ces impacts des activités terrestres incluent les égoûts (humains et bestiaux), les nutriments excessifs, les pesticides, la sédimentation, les

produits pharmaceutiques, les produits chimiques organiques persistants, les métaux lourds et du pétrole; il ne s'agit là que des principales causes d'inquiétudes.

La santé des eaux côtières est directement reliée aux pratiques au sein des bassins versants puisque 80 % et dans certains cas 100 %, des impacts nuisibles aux Maritimes commencent sur les terres.

Tout comme pour la restauration des systèmes en eau douce, les activités dans les habitats marins côtiers doivent être planifiées à l'échelle de l'ensemble. Des actions doivent être entamées sur les impacts actuels de l'utilisation des terres et des utilisations directes. Quand ses impacts sont atténués, vous pouvez commencer à travailler avec la nature pour restaurer aussi rapidement que possible les fonctions et processus naturels.

1.2.1.2 La restauration écologique, c'est quoi au juste ?

La restauration écologique fait allusion au processus de rétablissement de la santé et de l'intégrité d'un écosystème qui a été affecté négativement. Adopter une approche holistique signifie que toutes les espèces et tous les niveaux trophiques d'un écosystème sont inclus et traités d'une manière égale. Cela permet le retour de l'équilibre et des fonctions que l'on observe dans les écosystèmes sains.

Le rétablissement de la réglementation écosystémique naturelle des cycles nutritifs, ainsi que le cycle hydrologique sont les aspects clés de la restauration écologique. En faisant cela, la capacité de l'écosystème de s'auto-organiser va augmenter et cela améliore directement la résilience de l'écosystème. Donc, les efforts de restauration écologique renforcent les défences naturelles d'un écosystème.

Afin de gauger le succès des efforts de restauration écologique, des espèces indicatrices sont choisies et surveillées soigneusement. Ces espèces cadres sont généralement des espèces en péril ou celles qui sont sensibles aux changements dans la qualité de l'habitat. Il est important de se rappeler que bien que le succès puisse être relié au progrès d'une espèce indicatrice, le but de la restauration écologique est l'amélioration de tout l'écosystème. Les efforts de restauration écologique s'efforcent de travailler de concert avec la nature pour atteindre une situation optimale en matière de productivité, de composition et de diversité des espèces en dedans des contraintes physiques et chimiques naturelles. Au contraire de certaines autres méthodes de restauration, la restauration écologique ne tente pas d'ajuster/diriger la nature pour produire plus d'une seule espèce désirée ou se battre avec la nature pour produire un résultat désiré.

1.3 PLANIFICATION STRATÉGIQUE

La première question à se demander, c'est à savoir si oui ou non l'habitat aquatique dans votre bassin versant, y compris l'estuaire et les zones côtières, est dégradé. Si vous n'êtes pas sûrs de la qualité de l'habitat aquatique, choisissez alors le processus pour évaluer l'habitat dégradé.

Si vous vivez dans l'une des zones non impactées aux Maritimes, il est très important de s'organiser pour protéger l'écosystème en soutenant les procédés écologiques naturels et

prévenir les impacts des activités humaines. Surveiller la santé de l'écosystème est une bonne idée afin de s'assurer que les choses continuent à bien fonctionner.

Afin de faire la conception d'un programme de surveillance, vous devez d'abord considérer les aspects de l'écosystème qui sont les plus en danger des activités ayant lieu dans le bassin versant ou bien le long de la côte. On doit mettre l'accent sur le contrôle des changements qui seraient causés par de telles activités. Pour chaque variable contrôlée, vous devriez déterminer la portée des variations naturelles et établir des limites cibles à respecter pour cette variable. À titre d'exemple, si vous surveillez la température de l'eau de la rivière durant l'été, la température de l'eau va fluctuer à mesure que change la température de l'air. Ceci est une variabilité naturelle. Si une température d'été saine est de moins de 20°C et que vos données démontrent qu'elle est de plus en plus chaude à chaque année ou qu'elle dépasse les 20°C, il vous faut alors entamer des actions pour corriger le problème. Les 20°C seraient une valeur seuil qui déclencherait la mise en oeuvre d'un plan d'action. Le plan d'action devrait être développé au début du programme de surveillance et inclure tous les partenaires et agences gouvernementales qui devront faire partie de la solution. Leurs rôles respectifs devraient être définis dès le départ.

Si vous n'êtes certains de la surveillance à effectuer, ou bien s'il n'y a aucune menace imminente, alors un programme général de surveillance de la santé devrait être entamé. Si les variables prédéterminées sont en-dedans des paramètres normaux, pas besoin de se faire de soucis. Cependant, si une variable commence à changer ou atteint des niveaux préoccupants, vous devriez en investiguer les causes potentielles.

Dans le cas des systèmes d'eaux douces, vous devriez vérifier la température, le pH, la conductivité, l'oxygène dissout, les nutriments, les métaux, les hydrocarbures (si vous soupçonnez des problèmes causés par le gaz, l'huile, les nettoyants chimiques ou les additifs), la turbidité (avec un disque de Secchi ou évaluation visuelle), ainsi qu'une randonnée annuelle pour évaluer les changements dans l'érosion des berges et l'utilisation des terres adjacentes. Une surveillance plus détaillée peut inclure des programmes pour évaluer les populations d'invertébrés et celles des poissons. Des protocoles ont été mis au point pour surveiller ces populations.

En ce qui concerne les estuaires, vous devriez évaluer la salinité, la température, les nutriments, la turbidité (avec un disque de Secchi ou évaluation visuelle), ainsi qu'une randonnée annuelle pour évaluer les changements dans l'érosion des berges et l'utilisation des terres adjacentes. Si l'on soupçonne une eutrophisation, un essai de teneur en chlorophylle *a* et un inventaire des macrophytes peuvent aider à confirmer si cela se produit ou non.

Une fois qu'il est déterminé que vous avez des habitats dégradés, il vous faut d'abord aborder la cause des problèmes. Vous ne pouvez faire aucun progrès pour restaurer les habitats si les activités qui les ont détruit continuent encore. Dans les cas où le problème est plus grand que le bassin versant local (par ex., les pluies acides), alors il est raisonnable d'entamer des efforts d'atténuation avant que le problème global soit résorbé et se nettoie de lui-même. Dans un cas ou l'autre, vous devriez amorcer les processus ici

bas afin d'établir l'ordre selon lequel les enjeux seront abordés et pour aider à s'assurer que tous les problèmes sont abordés.

La Figure 2 fait état d'un processus de planification, pas d'un processus linéaire, où vous devez franchir les étapes selon l'ordre présenté. Vous devriez évaluer la situation courante, déterminer vos buts et priorités, agir, en vérifier le succès et ensuite répéter le processus jusqu'à ce que vous ayez restauré la productivité de l'habitat. Il se peut que vous allez trouver que l'utilisation des terres dans le bassin est mauvaise et qu'il faut l'atténuer avant d'entamer toute autre action. C'est souvent le cas et c'est pourquoi c'est la première chose qu'on étudie. Cependant, ça fait peu de sens de travailler fort sur les enjeux d'utilisation des terres si le pH de l'eau est tellement bas (à cause des pluies acides) que cela empêche une production durable du poisson. Vous constaterez peut-être également que l'utilisation des terres est un problème chronique qu'il faut aborder en aval, que l'habitat est fragmenté par des ponceaux perchés et qu'il y a de longues sections de cours d'eau sans fosses. Votre première priorité serait de faire monter les poissons migrateurs jusqu'au bon habitat. Chaque bassin versant a différents besoins et priorités; il n'existe aucune approche, étape par étape, style recette de cuisine, qui va correspondre à toutes les situations.

Fragmentation des habitats

Un problème commun dans les rivières et les zones côtières, c'est la fragmentation des habitats, ainsi que le blocage partiel ou total des routes migratoires. Cela comprend les ponceaux, les barrages, les engins de pêche illégaux, les chaussées, les débris et les longues sections sans profondeurs adéquates ou bassins de repos.

Problèmes d'érosion des terres et de ruissellement

Les sources de pollution sont facilement identifiées par le ruissellement boueux provenant des exploitations fermières et forestières, par l'eau décolorée provenant des tuyaux d'égout et le haut pourcentage du bassin versant qui est couvert de surfaces dures et imperméables qui se vident dans les égouts d'orage. Plusieurs de ces activités ou structures sont contrôlées par des réglementations. Cependant, pas tous les cas d'érosion et de ruissellement ne sont couverts par des permis ou des contrôles réglementaires durant les opérations normales. Aucune réglementation ou loi ne s'applique au bétail dans les cours d'eau, à l'érosion par écoulement en nappe des champs agricoles, à l'érosion des sentiers de débusqueuses etc. Il faut aborder ces problèmes en contactant les propriétaires de ces terres et les encourager à utiliser de meilleures pratiques de gestion.

Qualité de l'eau

La qualité de l'eau est un problème majeur pour le poisson et la faune aux Maritimes. En Nouvelle-Écosse, de grandes sections souffrent des impacts des pluies acides qui ont abaissé le pH et causé une plus faible productivité des habitats. Associés à tout cela, il y a aussi des niveaux plus élevés de métaux dissous qui sont lessivés du sol par l'acide. Un autre problème commun, c'est le sable et le limon (silt) provenant de mauvaises activités d'utilisation des terres et de l'érosion des berges. À titre d'exemple, un tas de terre sur

une pelouse, un gazon récemment ensemencé, de nouveaux jardins ou bien les saletés provenant du lavage des véhicules et de l'équipement; tout ça peut se finir par entrer dans les égouts d'orage, dans les fossés et dans les ruisseaux. En troisième lieu, il y a aussi des nutriments et des produits chimiques provenant d'activités communes, telles que la fertilisation des pelouses, laver l'auto, les pesticides et les nettoyants, ainsi que les systèmes septiques mal construits ou mal entretenus. La pluie est capable de laver ces produits chimiques et nutriments dans les fossés, les égouts d'orage et les ruisseaux. Les effets cumulatifs de ces nombreuses petites sources peuvent avoir des impacts sérieux sur les habitats du poisson.

Qualité et processus riverains

Le long de tous les plans d'eau, on retrouve une bande de végétation qui crée des habitats uniques et productifs pour la faune et qui contribue à la stabilité, à la forme et à la productivité des habitats aquatiques. La largeur de cette bande peut varier selon la forme du terrain et le régime des crues (inondations). Les forestiers et les biologistes d'expérience peuvent observer les changements dans la végétation et définir la bordure de la zone riveraine pour protéger le cours d'eau. Pour fins de réglementations et de directives, les distances ont été établies pour définir la zone riveraine nécessaire pour protéger le cours d'eau. Ceci n'est pas généralement adéquat pour la faune et il faut faire attention lorsqu'on travaille avec ces distances si elles sont prévues pour être des tampons visant à prévenir les dommages aux cours d'eau. Les zones riveraines ont une capacité considérable d'atténuer les impacts en enlevant le sable, le limon, les nutriments excessifs, les produits chimiques et en régulant l'arrivée de l'eau souterraine dans les cours d'eau. Cependant, examinez attentivement ces zones tampons pour être sûrs que les polluants ne sont pas tout simplement canalisés à travers la zone ou bien qu'ils dépassent la capacité d'atténuation. Des zones riveraines adéquates (bandes vertes) devraient être laissées entre l'eau et toutes les activités terrestres.

Processus et qualité physique des habitats

Les régimes changeants des crues et des débits, l'usage antérieur de la rivière, l'érosion par la glace, les points de contrôle de fabrication humaine qui redémarrent la configuration des méandres, ainsi que le manque d'apports lents mais réguliers de gros débris organiques; tout cela contribue à la dégradation physique des habitats. Les fiches de renseignements à la fin de ce manuel mettent l'accent sur les techniques utilisées dans les cours d'eau afin de restaurer les fonctions naturelles de l'écosystème du cours d'eau.

Si vous n'avez pas un habitat dégradé ou si vos efforts de restauration ont réussi, la chose la plus importante sera de jouir de l'environnement sain dans lequel vous vivez.

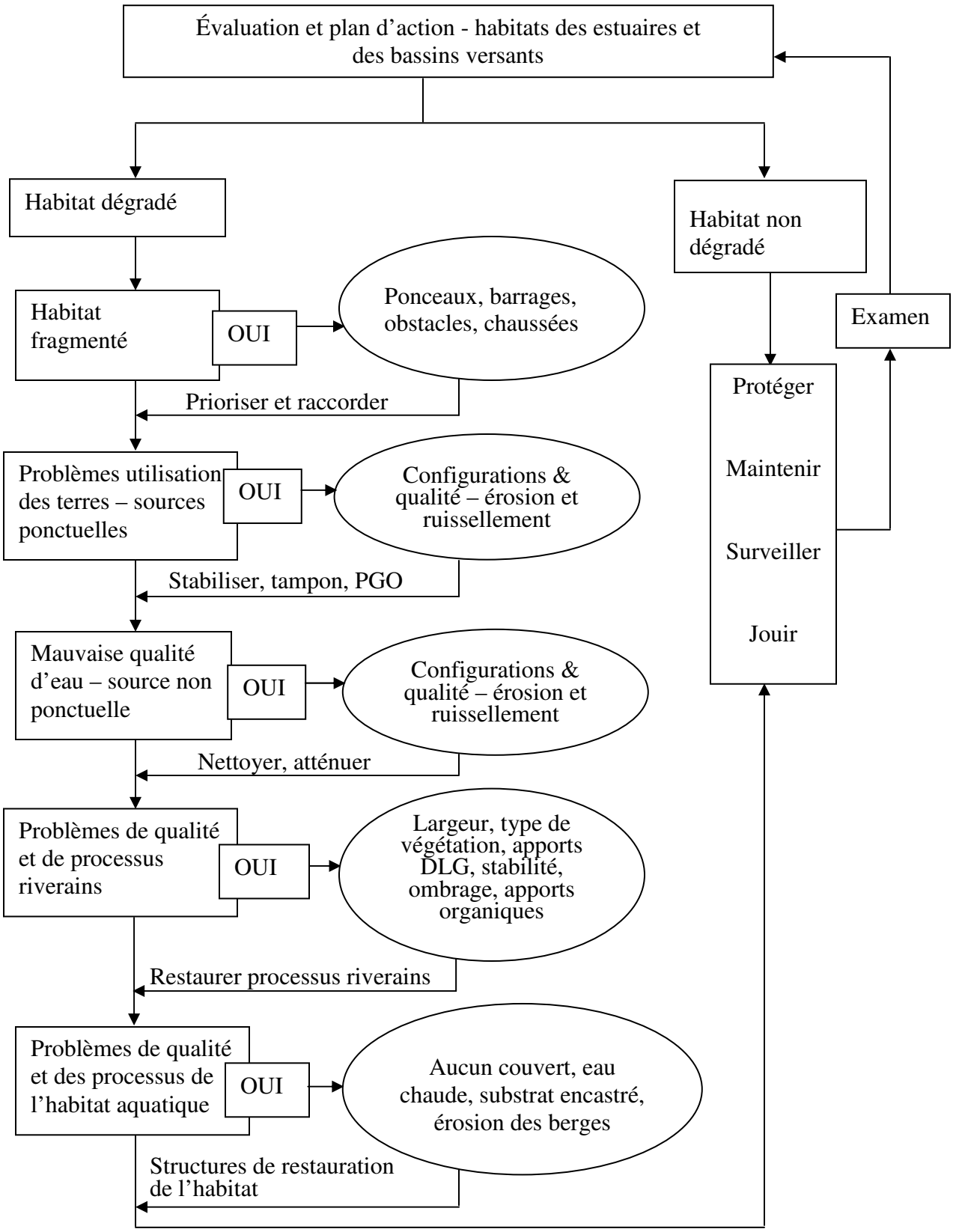


Figure 2. Arbre de décision hiérarchique pour l'évaluation des bassins versants et la planification des actions (modifié de Roni *et al.*, 2002).

2.0 PROCESSUS DES BASSINS VERSANTS, IMPACTS HUMAINS ET ATTÉNUATION DES IMPACTS

2.1 INTRODUCTION

Cette partie du manuel va mettre l'accent sur ce qui se passe à l'intérieur d'un bassin versant (ou bassin de drainage). Elle va inclure des renseignements généraux sur les processus naturels, sur comment les humains les modifient et sur ce qui est fait normalement pour aborder les perturbations. Le dernier chapitre va discuter les mérites d'utiliser la restauration de l'habitat du poisson pour accélérer le processus de récupération de la nature.

2.2 PROCESSUS DES BASSINS VERSANTS

Un bassin versant est un concept géographique qui désigne une dépression naturelle ou une zone qui draine dans une seule étendue d'eau. L'eau de pluie, l'eau de ruissellement, l'eau de fonte des neiges et l'eau souterraine sont tous des éléments de cette entité hydrologique. D'autres facteurs tels que le climat, les caractéristiques du paysage, la végétation et l'utilisation des terres, affectent tous la qualité et la quantité de l'eau dans un bassin versant.

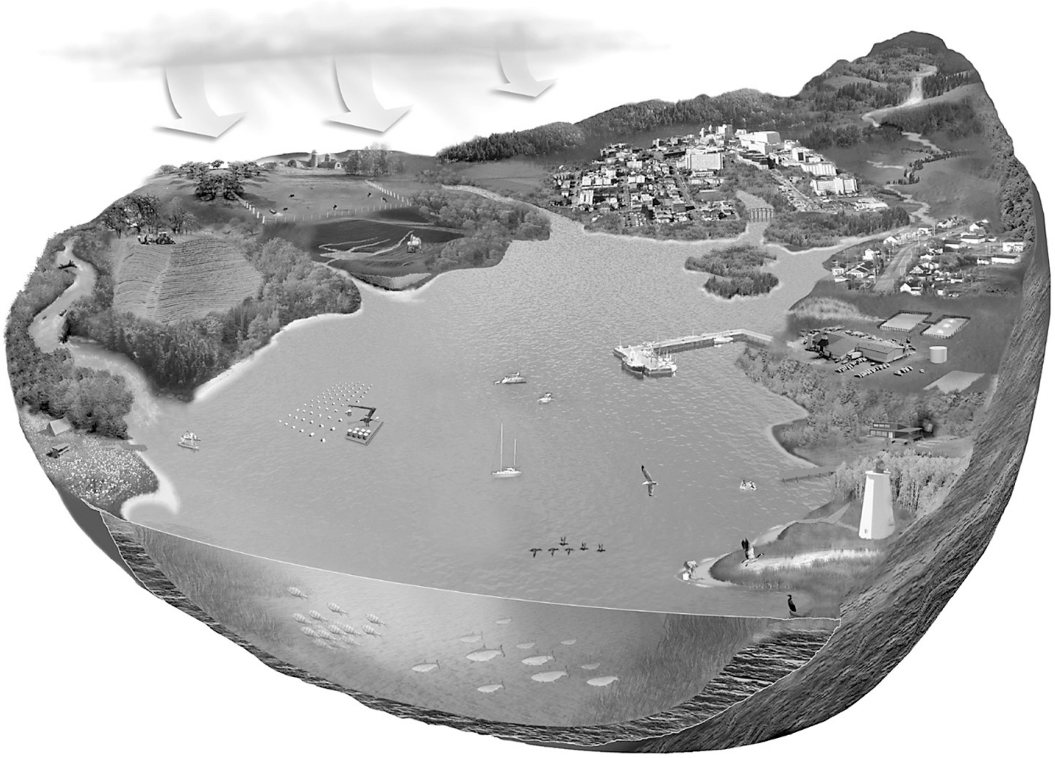


Figure 3. Modèle d'un bassin versant (Gestion intégrée de notre bassin versant, Pêches et Océans Canada, 2001).

2.2.1 Formations terrestres

Durant la dernière glaciation (12 000 – 15 000 ans), l'Est du Canada était surtout recouvert de glaciers. Les glaciers en retrait ont défini les bassins versants. Au fil du temps, à mesure que fondaient et reculaient ces glaciers, ils ont déposé des caractéristiques géologiques distinctes comme les *drumlins*, qui sont des collines douces et ovales (Columbia Electronic Encyclopedia, 2003). Les sédiments des glaciers furent également transportés par les cours d'eau douce qui ont gravé des tunnels dans la glace et transportés de gros montants de sable et de gravier que les glaciers avaient érodé du substrat rocheux. Lorsque la glace a fondu, ces dépôts sont demeurés comme des crêtes qu'on appelle *eskers*. Le sable et le gravier transportés au delà du bord de la glace ont formé des plaines d'épandage fluvioglaciaires qui sont de grandes étendues plattes avec plusieurs lacs (« The Last Billion Years », 2001). Durant la fonte des glaciers, des matériaux tels que les dépôts résiduels glacio-marins (sable, gravier et poches de sédiments fins) et le till (mélange tout-venant de roches, gravier et sable) furent également déposés. De telles caractéristiques sont typiques de la géologie dans les provinces Maritimes (Atlas du Canada, Ressources naturelles Canada, 2004).

2.2.2 Climat, végétation et le cycle hydrologique

Le climat est un facteur majeur qui détermine le montant de précipitation qui tombe et le type de végétation qui pousse dans une zone quelconque.

La précipitation tombe, elle « lave » l'air et emporte avec elle des particules et des gaz dissous. Quand elle arrive au sol, l'impact des gouttes de pluie est partiellement minimisé par la végétation. Une portion de l'eau est retenue par la végétation et tombe au sol plus tard; une portion est absorbée par la végétation comme telle et une autre portion est évaporée dans l'air. Si le sol n'est pas couvert de végétation, la pression des gouttes de pluie tombantes brise la structure du sol en disloquant de petites particules. Lorsque les gouttes de pluie frappent la roche, elles contribuent partiellement à son altération météorique. Dans des conditions météorologiques normales, une végétation adéquate encourage une bonne structure et stabilité du sol. C'est pourquoi les sols végétalisés absorbent l'eau à un taux plus rapide que les sols nus. Les sols sont également inégaux, alors ils forment de petits bassins d'eau, ce qui lui donne plus de temps pour pénétrer dans la terre. Cela recharge les réserves d'eau souterraine qui maintient les débits dans les ruisseaux et qui fournit l'eau aux plantes durant les temps secs. Lorsque le taux d'absorption d'eau du sol est dépassé, l'excès d'eau devient un ruissellement. Le ruissellement « lave » la surface du sol et emporte avec lui une partie du sol exposé, ainsi que plusieurs contaminants, à mesure qu'il coule rapidement vers les cours d'eau. La végétation va également relâcher lentement une quantité de cette eau souterraine dans l'air par la transpiration; une partie va s'évaporer de la surface des plans d'eau. Le montant total d'eau relâché dans l'atmosphère s'appelle l'*évapotranspiration*. L'échange d'eau entre la terre et l'atmosphère est défini comme étant le cycle hydrologique (Figure 4).

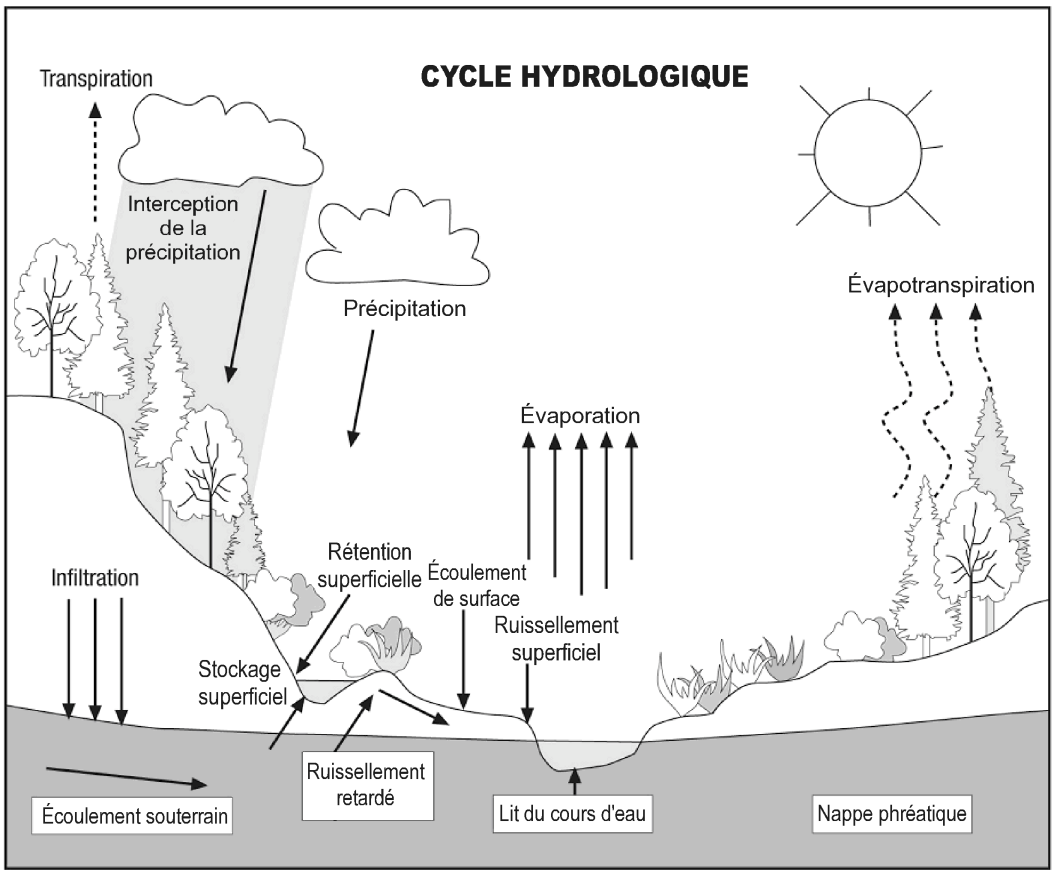


Figure 4. Le cycle hydrologique. (Ministère des Ressources naturelles de l'Ontario et le « Watershed Science Center », 2002)

2.2.3 <u>Formation des rivières et de l'habitat du poisson</u>

Le cours d'eau

Il existe plusieurs processus physiques au sein d'un bassin versant qui sont responsables pour donner sa forme à un cours d'eau. Un cours d'eau commence dans les parties supérieures d'un bassin versant, là où la terre est à une plus grande élévation. Ces petits ruisseaux sont alimentés par des sources d'eau froide, les ruissellements durant les pluies ou bien par la fonte des neiges (ruisseaux intermittents ou éphémères). La force de la gravité tire l'eau en descendant les pentes vers les élévations les plus basses. L'eau qui s'écoule érode la terre végétale (couche arable), les sédiments, les cailloux et le gravier et c'est ainsi qu'elle forme un chenal. L'écoulement de l'eau est ralenti par la résistance du substrat sur le fond, par les débris ligneux dans le cours d'eau, ainsi que par les berges du chenal. L'eau perd également de la vitesse quand elle commence à ballotter d'un côté à l'autre. À titre d'exemple, à mesure que l'eau ballotte vers le côté gauche, son niveau est plus élevé du côté gauche que du côté droit. L'eau du côté élevé tombe en dessous du débit et creuse une fosse du côté gauche du cours d'eau. Ensuite elle effectue un triage des cailloux, du gravier, du sable et du limon (silt), ce qui forme une barre de méandre du

côté droit et construit la crête du radier en aval du bassin. L'eau descend ensuite le radier/plat, ballotte en montant de l'autre côté et creuse une fosse du côté droit. L'action de creusage de l'eau place une fosse à environ chaque 5 à 7 largeurs du chenal d'un côté et ensuite de l'autre; cela forme ce que l'on appelle un méandre (Figure 5). Le débit qui forme le chenal représente le débit quotidien maximum annuel qui a lieu 66 % du temps dans une analyse de la fréquence des crues. On appelle ça une inondation 1:2 an. Plusieurs personnes préfèrent utiliser le débit instantané d'eau pour définir la dimension du chenal de l'habitat du poisson et les périodes de retour varient de 1:1,5 à 1:1,85 dans les ruisseaux des Maritimes (Bob Rutherford, communication personnelle). D'une manière ou d'une autre, il existe une relation directe entre les débits, la largeur du chenal et la longueur du méandre.

Tout en descendant une vallée, l'eau va rencontrer de la résistance de la part des formations géographiques (substrat rocheux ou vallées enclavées), de la végétation, ainsi que des structures comme les ponceaux, les ponts et les barrages, ce qui la force à réajuster le tracé du méandre. De plus, à mesure que l'eau érode le substrat dans une section du chenal, elle le dépose dans une autre section. Cette action donne au chenal une forme plus ou moins sinueuse ou ondulante.

La végétation joue également un rôle dans le développement du chenal. Des herbes et des arbustes poussent sur les abords du chenal dans des zones qui sont sèches durant la plupart des mois d'été. Les racines des plantes aident à fixer le sol et leurs cimes se couchent durant les débits plus élevés afin de prévenir l'érosion. Les débits élevés de l'automne et du printemps sont ralentis quand ils passent à travers la végétation et déposent le limon, le sable et le gravier qu'ils transportent. Cela aide à bâtir et maintenir les berges. Ces berges stables plus élevées contiennent les débits de pointe quotidiens d'inondations 1:2 an et permettent à l'eau de créer des fosses plus creuses, de nettoyer le sable et le limon sur le fonds et d'assurer une plus grande diversité des habitats des cours d'eau.

Les branches, les racines et les arbres (débris ligneux grossier – DLG) qui poussent ou qui tombent dans la rivière dans différents endroits jouent également un rôle important dans la construction du cours d'eau et de ses habitats. Dans les rivières à lits de pierres et de galet (cailloux), les DLG sont déplacés par les débits. Cela aide à nettoyer et à trier les matériaux formant le lit à mesure que les billots sont déplacés et qu'ils deviennent encastrés là où les courants de fond sont lents à la tête des fosses et dans les fosses. Les billots encastrés à la tête des fosses fixent le pied des zones de radier/plat, ce qui leur permet de bâtir des pentes stables sans que le gravier soit emporté dans les fosses. Les petites branches dans les fosses contribuent à la diversité de l'habitat et offrent un couvert pour toutes les espèces aquatiques. Les racines retiennent le sol sur les berges et permettent des sous-cavages; ils sont importants pour que le couvert puisse se former dans les moyennes et grandes rivières. Les racines forment également de petits barrages dans les petits ruisseaux, ce qui aide à maintenir la profondeur de l'eau et la structure de l'habitat.

Les cours d'eau existent sous différentes formes et ils peuvent exhiber différents modèles de débits. Rosgen (1994) a mis au point un système de classification des cours d'eau qui

est utilisé un peu partout de nos jours et qui aide à expliquer la variété de caractéristiques des cours d'eau (Figure 6). On peut observer différents types de cours d'eau dans un seul bassin versant (c-à-d., d'un type A dans le cours supérieur d'une rivière, à un type C dans les sections du milieu, jusqu'au type E dans les tourbières et les prés). En général, à mesure qu'une rivière fait son chemin en aval, elle passe de ruisseaux très érodants avec un substrat grossier (pente >2 %), à des cours d'eau et des rivières (< 2 %) avec substrats plus fins de galets et de gravier et des rivières à pentes faibles (< 0.2 %) avec substrats de sables fins et de limon.

Aux Maritimes, on soupçonne que plusieurs cours d'eau sont de type C parce qu'ils sont sinueux, modérément encaissés et à pentes faibles (< 2 %). Cependant, on peut également trouver des sections de cours d'eau de types B, D, E et F.

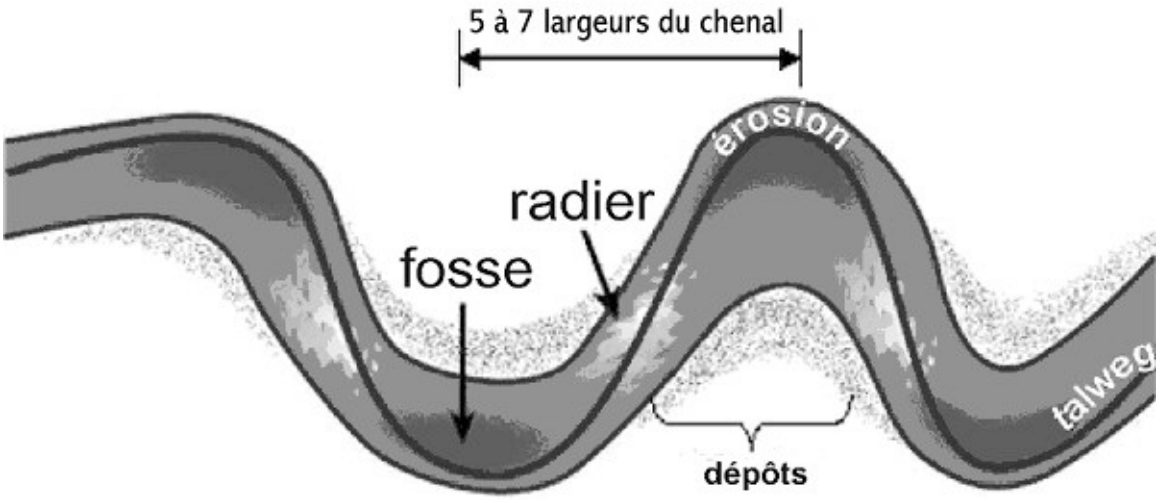


Figure 5. Séquence fosse-radier avec caractéristiques d'érosion et sédimentaire (modifié de FISRWG, 1999).

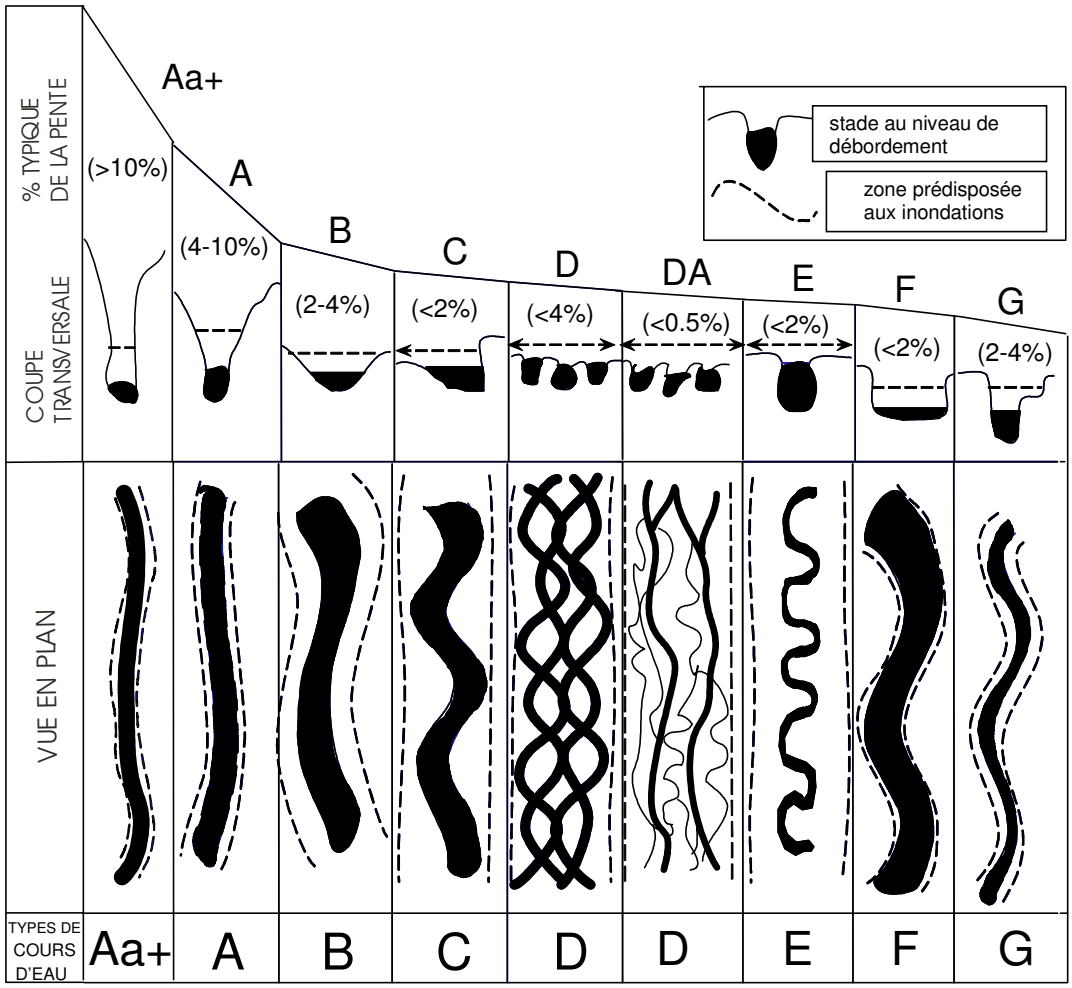


Figure 6. Un système de classification des cours d'eau basé sur leurs caractéristiques morphologiques (Rosgen, 1994).

La plaine inondable

Les chenaux que nous observons aujourd'hui ont été façonnés par les eaux de crues fréquentes (c-à-d., les inondations qui se produisent à chaque deux ans). La vallée d'une plaine inondable riveraine qui contient un cours d'eau est, à son tour, façonnée par des événements extrêmes rares comme une inondation majeure une fois par siècle (voir Figure 7 pour différents niveaux d'inondations). La vallée fluviale plus large est façonnée par les forces géologiques, les glaciers, les rivières historiques ou l'érosion lente par le méandre de la rivière durant des millions d'années. Au fil du temps, les sédiments sont mobilisés et redéposés ailleurs à mesure que la rivière se déplace latéralement dans la vallée. Cela crée des caractéristiques distinctes d'une rivière, telles que des chutes, des délaissés, des lacs de bras mort et des lacs d'anciens méandres (fragments de vieux chenaux) adjacents aux cours d'eau actuels. Comment de telles caractéristiques sont

formées va dépendre de la géologie locale, des variations du débit du cours d'eau et de la composition de la couverture végétale.

Du point de vue historique, les plaines inondables sont connues comme étant des terres fertiles parce que les inondations périodiques apportent du limon riche en nutriments et en minéraux qui sont déposés sur le sol. Donc, les plaines inondables contiennent un sol riche qui abrite une grande variété de plantes et d'animaux. La zone riveraine, cette partie fréquemment inondée de la plaine inondable adjacente au cours d'eau, est souvent l'une des zones des plus productives sur terre avec une grande biodiversité (FISRWG, 1999). De fait, Beschta (1991) concluait que les zones riveraines fournissaient les avantages suivants à un cours d'eau:

- Protection contre les températures extrêmes;
- Stabilisation des berges;
- Une source de matières allochtones (feuilles, aiguilles, débris ligneux etc.);
- Protection contre la sédimentation;
- Recyclage des nutriments.

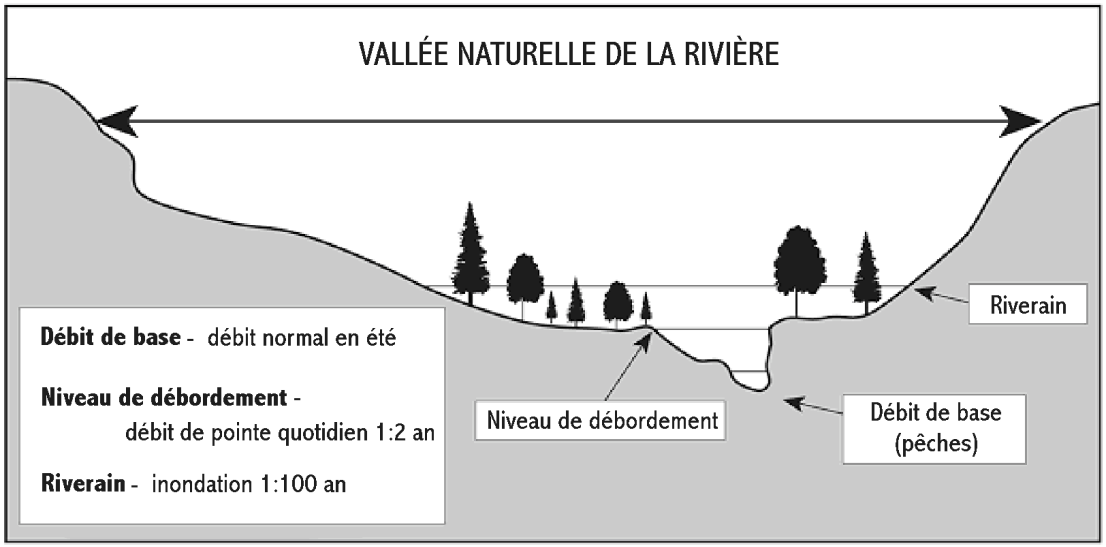


Figure 7. La relation entre les niveaux d'eau et les événements de précipitations (modifié du Ministère des Ressources naturelles de l'Ontario et du « Watershed Science Center, 2002).

Habitat du poisson

Lorsqu'un cours d'eau atteint un équilibre entre l'érosion et le dépôt de sédiments et qu'il retient ses caractéristiques physiques (c-à-d., pente, ratio largeur/profondeur, composition du substrat etc.), on dit qu'il est en état de « stabilité dynamique ». Les facteurs clés pour le maintien de cette « stabilité dynamique » sont l'intensité et la fréquence des chutes de pluie, ainsi que la végétation riveraine.

Un cours d'eau ayant une végétation riveraine en santé reçoit normalement un apport lent et régulier de débris ligneux grossiers (DLG) provenant de la zone riveraine. Les DLG sont déplacés et brisés par les écoulements, mais ils aident à maintenir la stabilité du chenal en étant incorporés dans le fond et les berges des cours d'eau. Ils aident également à créer une diversité d'habitats pour le poisson en formant un couvert dans le cours d'eau et de petits tourbillons (poches d'eau se déplaçant lentement en dedans du chenal). À mesure que les DLG se décomposent, ils fournissent également de la nourriture aux microbes qui, à leur tour, sont consommés par des invertébrés racleurs (par ex., larves de phrygane). Certains invertébrés vivent grâce aux DLG dans les trous et les crevasses. Certaines caractéristiques fournissent des zones idéales pour l'alevinage et l'alimentation pour certaines espèces de poissons et font en sorte que les DLG sont une partie essentielle de l'habitat d'un cours d'eau.

D'autres composantes importantes d'un habitat comprennent aussi des frayères situées aux bords des fosses où il y a des sources et des suintements, ou bien la section supérieure des radiers où l'eau suinte à travers le gravier et entre dans le radier. Ces habitats dépendent de l'équilibre délicat des processus érosion-dépot.

Lorsqu'il est hydrologiquement équilibré et en présence d'une végétation riveraine abondante, un cours d'eau accueille une multitude d'organismes, à partir des bactéries et des champignons microscopiques, aux phytoplanctons et zooplanctons, jusqu'aux grands invertébrés aquatiques et aux poissons prédateurs.

Habitats fosse-radier

Ces ruisseaux ont une pente moyenne de moins de 2 % (c-à-d., une descente de deux mètres sur une distance de cent mètres). Ce sont les ruisseaux pour lesquels les techniques de restauration de l'habitat sont conçues. Pour cette raison, il faut faire attention lorsqu'on applique les mêmes techniques aux ruisseaux ayant des pentes plus raides. Ces ruisseaux vont de gauche à droite, affouillant des fosses dans les courbes extérieures (de 5 à 7 largeurs de chenal chaque). La largeur désignée du chenal, ou du chenal de l'habitat du poisson, est directement reliée au montant du débit de crue 1:2 calculé à partir du débit de pointe quotidien. Si vous utilisez les débits de crue instantanés, vous trouverez que la dimension du chenal est reliée à la période de retour 1:1,5 à 1:1,8. Il faut faire attention lorsqu'on fait le design à partir de la largeur du niveau de débordement entre la végétation vivace sur les berges opposées. La plupart des cours d'eau qui ont perdu la structure fosse-radier et qui sont devenus fondamentalement des plats, sont plus larges que les cours d'eau fosse-radier et ont un fond plat. En utilisant cette largeur, vos structures seront trop espacées d'environ 20 %. En utilisant la largeur du niveau de débordement, il est important de trouver une section de cours d'eau qui est stable et représentative du cours d'eau dans une condition naturelle.

La plus grande diversité d'habitat et la plus haute productivité sont atteintes lorsque les cours d'eau sont en état de « stabilité dynamique » avec des fosses qui se déplacent à un rythme mesuré en millimètres ou d'un ou deux centimètres par année avec un mouvement minimal de la charge de fond composée principalement de très faibles niveaux de limon et de sable. Les radiers les plus productifs sont sur des pentes de 1,2 %

à 0,8 % et sont composés de gravier et de galets avec moins de 10 % de sables et de limons (Amiro, 1993). Ces radiers sont essentiels à la production d'invertébrés (nourriture pour le poisson et les petits oiseaux) et d'habitat pour les saumons juvéniles. Sans eux, la productivité du poisson est sérieusement limitée. Les radiers doivent avoir un talweg bien développé (la section la plus profonde dans une coupe transversale) et la crête devrait être orientée à 30° de directement à travers le cours d'eau et en direction de la prochaine fosse en aval. Des barres diagonales avec de petits radiers courts et escarpés ne sont pas productives, ne fournissent pas les aspects hydrauliques nécessaires pour le frai des salmonidés et peuvent être des obstacles partiels à la migration du poisson.

Les fosses sont de meilleure qualité lorsqu'elles sont plus profondes que 45 cm en basses eaux et lorsqu'elles ont une abondance de gravier et de galet sur le fond, de berges sous-cavées (érodées), de végétation surplombante et de gros débris organiques. Les fosses fournissent un couvert et un refuge pour toutes les espèces et tous les stades de vie des poissons durant les eaux basses en été et en hiver, ainsi que pour le repos durant la migration et des zones de frai pour les adultes. La pente sur la queue des fosses est meilleure pour le frai si elle est de 1,8 à 2,4 %. Des fosses plus profondes sont nécessaires comme fosses de rétention des saumons adultes.

En pentes plus raides (plus de 2 %), il y a beaucoup de radiers et très peu de plats ou de fosses. Cet habitat est plus propice à de plus jeunes classes de saumon et peut être très productif si les débits de base sont bons et que le petit pourcentage de fosses sont bien développées et propices au frai. À mesure que la pente devient plus douce, il y a un changement vers plus de fosses et moins de radiers. L'habitat du saumon est à son mieux à 75 % radier/plat et 25 % fosse (pente de 0,75 %), mais le meilleur habitat pour la truite est de 50 % fosse et 50 % radier plat (pente de 0,5 %) et dans les formations en pentes plus raides de fosses en gradins. Les sections à pentes plus faibles ont plus de fosses et sont vraiment propices aux adultes migrateurs, à la truite brune et au meunier noir.

Habitats de fosses en gradins

Les habitats de fosses en gradins deviennent évidents dans les ruisseaux avec des pentes de plus de 2 % et deviennent dominants quand la pente dépasse 4 %. Les rivières à pentes plus faibles ont encore la même fréquence de fosses (5 à 7 largeurs du chenal), mais la baisse entre eux se fait en gradins courts par dessus des roches ou des radiers avec de longs plats et des fosses courtes. À mesure que la pente augmente, les plats disparaissent et il y une série de descentes par dessus de gros débris organiques, ou de grosses roches, dans des fosses. La fréquence des fosses devient aussi courte qu'une seule largeur du chenal dans les petits ruisseaux et trois largeurs de chenal dans les grandes rivières. Ces cours d'eau à pentes plus accentuées sont des habitats pour la truite; la densité va dépendre du pourcentage et de la qualité des fosses. La restauration a été effectuée dans ces cours d'eau, mais elle est encore expérimentale et il n'existe pas d'indications exactes à savoir comment bien elle fonctionne. Les techniques utilisées pour ces types de cours d'eau ne sont pas décrites dans le présent manuel, mais le travail peut être effectué par ceux qui sont familiers avec ces cours d'eau.

2.2.4 Composantes physiques, chimiques et biologiques d'un écosystème riverain

Bien que ce ne soit pas l'intention de ce manuel de tenter de décrire la complexité des systèmes des cours d'eau, il est néanmoins important d'en présenter les concepts d'ensemble. Au fil des années, les chercheurs ont tenté de décrire comment les cours d'eau sont structurés et comment ils fonctionnent. Les biologistes ont décrit quels organismes vivent dans un cours d'eau, alors que les hydrologues et les géomorphologues ont décrit comment les débits agissent dans un cours d'eau pour lui donner son caractère physique.

Une méthode pour caractériser les cours d'eau fut présentée par Strahler (1957). Il proposa d'identifier les cours d'eau avec des chiffres en commençant avec les petits tributaires au premier rang et en montant de niveau à mesure que les ruisseaux se rejoignent et que la rivière coule vers la mer. Bien que le système de Strahler était simple à comprendre et à appliquer, il n'en expliquait pas les caractéristiques physiques, chimiques et biologiques. Par contre, un modèle fortement accepté pour décrire le caractère dynamique des cours d'eau fut mis au point par Vannote *et al.* (1980) intitulé le Concept du continuum de la rivière. Selon ce concept, il est proposé que des changements uniformes dans le biote et l'écosystème peuvent être observés des eaux d'amont jusqu'à l'estuaire (Figure 8).

2.2.4.1 Concept du continuum de la rivière

Eaux en amont

Normalement, les ruisseaux en amont sont ombragés par des arbres; donc, la production primaire dans le ruisseau (la croissance de plantes vertes) est faible étant donné le manque de lumière solaire directe. Cela signifie que la production d'oxygène dans le ruisseau est faible, peut-être plus basse que le niveau d'oxygène nécessaire pour les organismes vivants. C'est pourquoi le ratio production/respiration est moins de un ($P/R < 1$). Pour les besoins énergétiques, ces ruisseaux dépendent sur les apports terrestres de matières organiques (feuilles, aiguilles de conifères, brindilles etc.). Afin de transformer cette matière organique en une forme d'énergie utilisable, les petits ruisseaux ont une communauté de bactéries et d'insectes déchiqueteurs pour décomposer ces matières et une population plus petite d'insectes collecteurs et cueilleurs qui se nourrissent sur les algues à la dérive et les matières plus petites décomposées (qu'on appelle « matière particulaire grossière » ou MPG).

Cours d'eau de taille moyenne

À mesure que le couvert forestier s'ouvre pour les ruisseaux plus larges, il y a un changement vers la production primaire dans le cours d'eau par des plantes vertes qui sont alimentées par les nutriments et les plus gros montants de lumière solaire. Les changements deviennent apparents dans ces cours d'eau à mesure que la végétation aquatique et que les algues se propagent. Cela accroît la production d'oxygène à un point tel qu'elle surpasse la respiration par les animaux ($P/R > 1$). La plupart des matières organiques sont des MPG, donc les invertébrés de type collecteurs ou cueilleurs sont très

abondants, suivis par les brouteurs qui s'alimentent sur le film biologique présent à la surface de la matière organique en décomposition.

Grandes rivières

Dans les systèmes de grandes rivières, la production primaire est réduite (P/R < 1) à cause de la plus grande profondeur de l'eau (moins de pénétration de la lumière) et une turbidité accrue. La source principale de nourriture n'est plus la végétation riveraine et moins de la végétation aquatique. À ce point là, la plupart des MPG sont décomposées, mais il y encore une abondance de matière particulaire fine (MPF) qui deviennent de la nourriture disponible aux invertébrés collecteurs ou cueilleurs.

À mesure qu'une rivière fait son chemin vers la mer, l'eau devient plus chaude. Donc, les poissons d'eaux froides (par ex., salmonidés, chabots) se trouveront dans les cours d'eau plus petits, alors que les poissons d'eau chaude (par ex., l'achigan, le brochet) se trouvent dans les plus grands cours d'eau.

Aux Maritimes, les rivières sont surtout des cours d'eau de petite et moyenne classes dans le continuum. Dans plusieurs régions, les faibles niveaux de phosphore sont également un facteur limitant pour la production de matières végétales dans le cours d'eau. Cela fait en sorte que l'apport de matières organiques de la zone riveraine et la capacité du cours d'eau de les retenir pour y nourrir les insectes du cours d'eau, sont très importants à la productivité d'ensemble des habitats aquatiques.

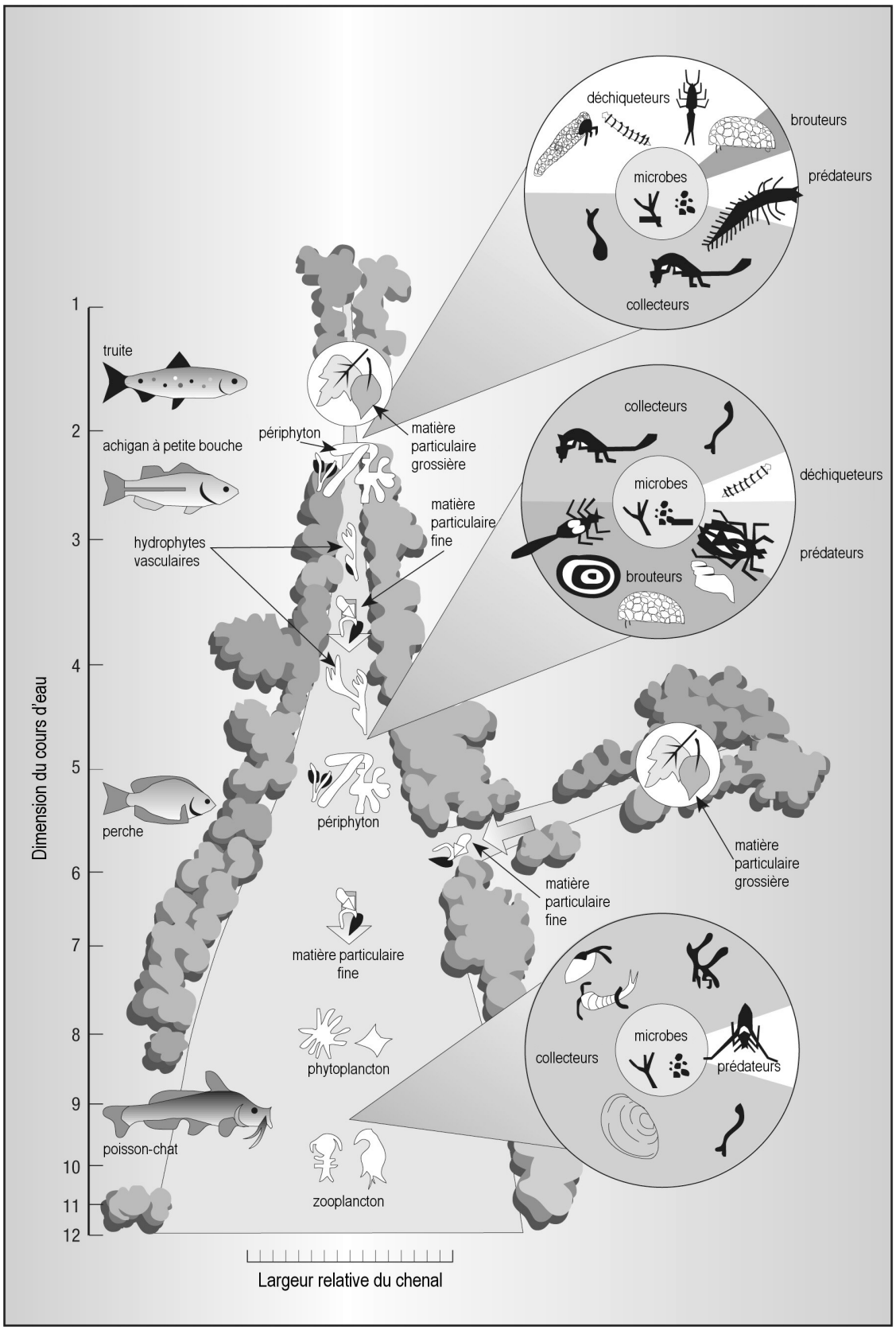


Figure 8. Le concept du continuum de la rivière (Vannote *et al.*, 1980).

2.2.5 Comment l'habitat du poisson est défini selon la loi et les politiques

Au Canada, le Ministre fédéral de Pêches et Océans (P&O) est responsable pour la conservation et la protection de tous les habitats du poisson. Ces pouvoirs sont confiés au Ministre dans la Loi sur les pêches.

Sous la Section 34 de la *Loi sur les pêches*, l'habitat du poisson est défini comme étant:

«Frayères, aires d'alevinage, de croissance et d'alimentation et routes migratoires dont dépend, directement ou indirectement, la survie des poissons.»

Les poissons sont définis dans la Loi (Section 2) comme étant:

« (a) Les poissons proprement dits et leurs parties,

(b) les mollusques, les crustacés et les animaux marins, ainsi que leurs parties,

(c) les oeufs, le sperme, la laitance, le frai, les larves, le naissain et les petits animaux.»

La Section 35 de la Loi stipule également que:

35. (1) Il est interdit d'exploiter des ouvrages ou entreprises entraînant la détérioration, la destruction ou la perturbation de l'habitat du poisson.

35. (2) Le paragraphe (1) ne s'applique pas aux personnes qui détériorent, détruisent ou perturbent l'habitat du poisson avec des moyens ou dans des circonstances autorisés par le ministre ou conformes aux règlements pris par le gouverneur en conseil en application de la présente loi.

La Politique de gestion de l'habitat du poisson du Ministère des Pêches et des Océans (1986) avait comme objectif d'en arriver à un «gain net de la capacité de production des habitats du poisson pour le bienfait social et économique des Canadiens». Cette politique comprend trois buts: conservation, restauration et développement de l'habitat du poisson. Le principe directeur du but de la conservation est « Aucune perte nette de la productivité ».

La Politique de gestion de l'habitat du poisson du Ministère des Pêches et des Océans (Présentée au Parlement par le ministre des Pêches et des Océans, le 7 octobre, 1986) est disponible au http://www.dfo-mpo.gc.ca/canwaters-eauxcan/infocentre/legislation-lois/policies/fhm-policy/index_f.asp

2.3 IMPACTS HUMAINS SUR LES BASSINS VERSANTS ET OPTIONS D'ATTÉNUATION

Les humains ont toujours été fascinés par l'eau. Qu'une rivière soit utilisée comme source d'eau potable, pour les transports, la récréation ou la dilution des déchets, de tels usages sont souvent en conflits et ils infligent habituellement des dommages sérieux aux habitats aquatiques.

Ce chapitre va explorer les impacts cumulatifs associés à l'urbanisation et à l'utilisation des terres dans les bassins versants des provinces Maritimes. Les problèmes sont communs et abondants; pourtant, les solutions sont difficiles à mettre en application. Des options pratiques et faisables d'atténuation et de remédiement seront explorées et offertes dans le cadre de planification à l'échelle du bassin versant.

2.3.1 Gestion des eaux pluviales

À cause des changements dans l'utilisation des terres, les ruissellements accrus des eaux pluviales entrent dans les ruisseaux et rivières et représentent un des principaux dommages aux habitats du poisson. Les écoulements accrus changent la géométrie et la largeur du chenal, ce qui change aussi le modèle fosse-radier. Les débits plus élevés peuvent emporter les passages de cours d'eau conçus pour les débits plus faibles et causer ainsi une érosion sérieuse des berges du cours d'eau. Une mauvaise utilisation des terres abaisse également les niveaux d'eaux souterraines en réduisant l'infiltration de sorte que les débits réduits d'été et d'hiver deviennent dangereusement bas. Le limon et la perturbation directe qui en résultent réduisent la productivité de l'habitat aquatique et cela peut prendre des décennies à se remettre sur pied.

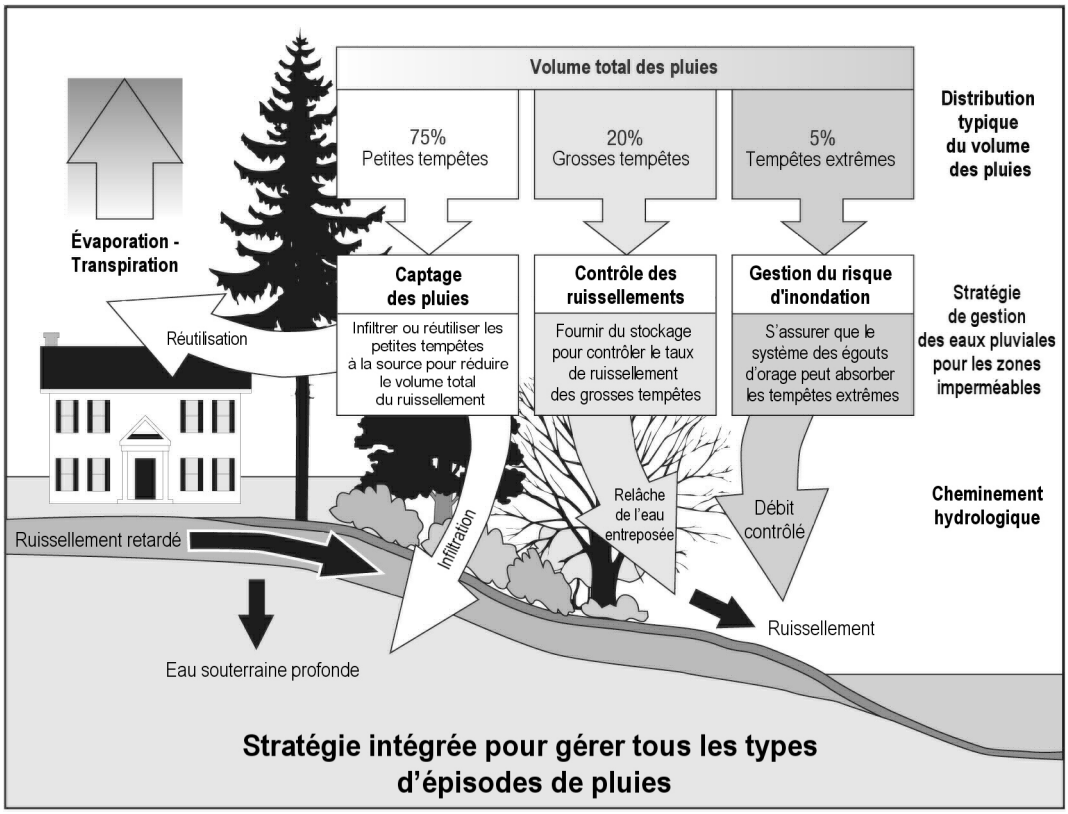


Figure 9. Stratégie intégrée pour gérer tous les types d'épisodes de pluies. (Centre for Watershed Protection, 2004 - http://www.cwp.org/).

Une fois qu'un bassin versant se développe jusqu'au point d'avoir plus de 10 % de surfaces imperméables, il devrait être considéré comme pleinement développé si les cours d'eau doivent être protégés. Il est bien documenté que plus un bassin versant devient

endurci (c-à-d., imperméable), le plus il y a de ruissellement de surface. L'objectif est de contrôler le ruissellement des eaux d'orage, pour permettre autant d'infiltration dans le sol que possible. L'aménagement du terrain devrait prévoir le captage des pluies jusqu'aux niveaux du Débit annuel moyen, qui est égal ou même un peu plus élevé que les tempêtes 1:2 an. Le ruissellement des grosses tempêtes devrait être entreposé et relâché dans les cours d'eau à un rythme contrôlé. Le ruissellement maximal des tempêtes extrêmes sera réduit par d'autres techniques et il faut s'assurer que les débits n'endommagent pas les propriétés (normalement la tempête de 1:100 an) et que cette plaine inondable soit végétalisée et stable.

Solutions:

Il existe des pratiques de gestion optimales pour le contrôle du ruissellement qui peuvent être appliquées durant les phases de planification et opérationnelles de tout développement.

On peut trouver celles-ci dans:

- « A Guide to Land Use Planning in the Coastal Zone in the Maritime Provinces » (Stewart *et al.,* 2003). (disponible en anglais seulement)

- Pour les développements urbains et résidentiels, un bon guide serait « BC Storm Water Planning » (Kim A. Stephens, May 2002). (disponible en anglais seulement)

Pour l'utilisation agricole des terres, veuillez consulter votre propre Ministère de l'Agriculture.

« On the Living Edge: Your Handbook to Waterfront Living » (Living-by-Water Project - http://www.livingbywater.ca). (disponible en anglais seulement)

2.3.2 Obstacles aux migrations de poisson

Dans tout bassin versant développé, il y aura des périodes durant lesquelles la migration du poisson est soit gênée (par ex., à cause des débits faibles durant l'été ou du manque de fosses convenables pour s'y reposer, des passes migratoires mal conçues aux barrages, ou des ponceaux mal installés) ou complètement bloquée (par ex., par des barrages ou des ponceaux perchés).

Barrages

Plusieurs des barrages d'aujourd'hui sont des reliques du passé et puisque plusieurs d'entre-eux n'ont aucune utilité économique, ils ont été négligés et sont en mauvais état. En plus d'être un danger environnemental ou public (si le barrage devait lâcher), les barrages plus anciens pourraient ne pas avoir de passes migratoires approuvées par le MPO pour permettre la migration (une exigence de la Section 20(1) de la *Loi sur les pêches*). Gêner la migration du poisson affecte sérieusement le cycle de vie et la productivité de plusieurs espèces de poissons diadromes comme le saumon, la truite anadrome, l'anguille et le gaspareau. D'autres impacts pourraient inclure la perturbation

des processus de transport des sédiments au sein d'une rivière, ce qui mène à une accumulation éventuelle de sédiments en amont du barrage. S'il y a assez d'activités industrielles en amont, ces sédiments deviennent très souvent contaminés par des produits chimiques toxiques. À la lumière de ces défis, les propriétaires de barrages doivent éventuellement considérer soit de moderniser leur barrage et d'y installer une passe migratoire ou bien de déclasser tout simplement le barrage.

Solutions:

1. Déclasser le barrage pour restaurer le débit naturel et la fonction écologique de la rivière. Cela va exiger l'expertise d'ingénieurs et d'hydrologues; si le barrage est large, son enlèvement pourrait être dispendieux. Néanmoins, un nombre croissant de propriétaires et de communautés choisissent de déclasser les barrages à cause des avantages sociaux et économiques d'avoir une rivière qui coule librement.

2. Installer une passe migratoire approuvée par le MPO. Ceci exige l'expertise d'un ingénieur, mais ce sera généralement plus économique et va maintenir le barrage pour d'autres usages.

Ponceaux

Les ponceaux d'aujourd'hui sont installés selon des conditions plus strictes que par le passé. Il n'est donc pas surprenant que la plupart des impacts sont causés par des ponceaux installés 20 ans passés ou plus, ou bien parce qu'ils ne sont pas installés selon les normes courantes. Les problèmes avec les ponceaux se présentent soit parce qu'ils sont mal alignés avec le cours d'eau ou parce qu'ils sont installés en pente inappropriée sur le lit de ce cours d'eau. Dans de tels cas, un ponceau peut éroder les berges ou lit du cours d'eau en aval et cela mène au dépôt des sédiments plus loin en aval. Un déséquilibre hydraulique peut se faire sentir sur une certaine distance en aval alors que le cours d'eau ajuste de nouveau ses processus érosion-dépôt pour revenir en équilibre. Au fil du temps, si les problèmes ne sont pas corrigés dans le cas d'un ponceau mal installé, il deviendra perché (hautement élevé du lit du cours d'eau au bout en aval) ce qui va bloquer la migration du poisson.

Solutions:

1. Installer le ponceau selon les Directives du MPO pour l'installation des ponts et des ponceaux, ainsi que selon les lignes directrices provinciales, qui sont disponibles auprès des bureaux régionaux de l'habitat du MPO ou bien auprès des ministères provinciaux de l'environnement.

2. Rapporter tout ponceau perché au bureau local du MPO ou à votre ministère provincial de l'environnement afin que des mesures correctives soient prises.

Débits faibles

S'ils doivent migrer vers l'amont, les poissons ont besoin d'une eau qui est au moins aussi profonde que leurs corps. Deuxièmement, ils ont besoin de fosses à faibles vélocités

qui leur offrent une protection contre les prédateurs et un endroit pour se reposer. Les cours d'eau dégradés peuvent perdre leur parcours fosse-radier et leur talweg à cause d'un envasement excessif et de plusieurs autres impacts directs. Dans les situations de débits faibles, il pourrait ne pas y avoir une eau assez profonde pour la migration; avec des débits élevés, les vélocités pourraient être élevées et aucun endroit pour se reposer. Les cours d'eau sans obstacles apparents peuvent tout de même arrêter la migration si une bonne structure d'habitat n'est pas présente. Les débits faibles aggravent aussi le problème aux ponceaux qui sont installés trop hauts ou qui ont des fonds larges et plats sans eau profonde. Ces débits peuvent également causer plusieurs embâcles de débris, des barrages et autres structures impassables.

Solution:

Il y a plusieurs techniques qui peuvent être utilisées dans les cours d'eau de gravier, de galets et de petits blocs pour restaurer la structure fosse-radier et talweg. Elles sont détaillées plus loin dans le manuel. Les ponceaux et autres obstructions peuvent être modifiés pour augmenter la profondeur de l'eau et fournir un passage approprié. En général, si les ponceaux sont conçus selon les normes actuelles et bien installés, ils devraient fonctionner efficacement. Consultez les directives de conception courantes.

2.3.3 Sources d'envasement et de siltation

Les impacts du limon sur la qualité de l'eau et sur l'habitat du poisson sont bien documentés (Waters, 1995; Anderson *et al.*, 1996). Les effets incluent une plus grande turbidité dans la colonne d'eau, la perte de productivité des invertébrés benthiques, l'étouffement des œufs de poisson, la destruction des frayères et l'excoriation des branchies des poissons. De plus, plusieurs poissons se nourrissent à vue et un envasement accru peut gêner leur vision et leurs chances d'attraper de la nourriture.

L'érosion se produit normalement lorsque le sol n'est pas protégé par la végétation. Quoique sérieuse, la source d'envasement n'est pas toujours évidente. Les sédiments peuvent venir de plusieurs sources; cependant, ils proviennent habituellement de l'érosion accélérée par les activités humaines. Les sites de construction, les chemins et les fossés de terre, les ravins dans les champs agricoles, y compris les pâturages, l'érosion des berges causée par les ponts et les ponceaux mal construits, ainsi que les épisodes de ruissellements extrêmes ont tous le potentiel d'aggraver l'érosion et l'envasement.

On peut faire beaucoup pour réduire l'incidence d'envasement par l'érosion. À titre d'exemple, le MPO et les ministères provinciaux de l'environnement ont des processus d'examen des activités là où toute activité en dedans d'une distance fixe d'un cours d'eau est sujet à examen (30 m au Nouveau-Brunswick et en ÎPÉ, 10 m plus une largeur additionnelle selon la pente et le type de sol en Nouvelle-Écosse). Si un permis est émis, il exige normalement des mesures pour prévenir l'envasement.

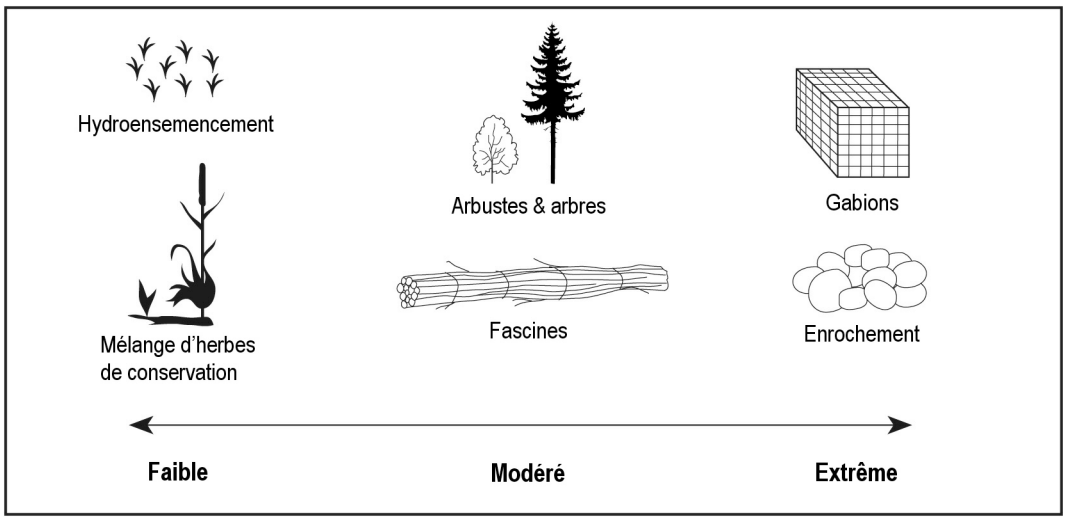


Figure 10. Méthodes pour stabiliser les sols selon l'érosion imminente.

Solutions:

Pour toute activité qui peut mener à l'enlèvement de la végétation ou à l'exposition du sol, des mesures doivent être prises immédiatement pour stabiliser le site dans lequel l'activité a eu lieu. Une perturbation mineure peut seulement exiger l'installation de clôtures de rétention du limon ou de paillis de foin, mais une perturbation plus sérieuse peut exiger un nivellement du site pour détourner le ruissellement des sols exposés et des techniques de bio-ingénierie (c-à-d., fascines, un ballot de coupes vivantes en forme de câble, attachées ensembles avec de la ficelle et des paillis de broussailles) et de la végétalisation (hydroensemencement, arbustes et arbres). La Figure 10 explique comment les méthodes de stabilisation devraient être choisies selon la sévérité potentielle de l'érosion.

2.3.4 Surcharge en nutriments

La surcharge en nutriments est un problème dans plusieurs des lacs, des estuaires et parfois des cours d'eau des Maritimes. Les produits chimiques d'origine naturelle ou humaine incluent l'azote (sous forme d'ammoniaque, de nitrites et de nitrates) et le phosphore. Les sources de nutriments peuvent inclure les usines de traitement des eaux usées, le ruissellement des terres agricoles, les engrais domestiques et commerciaux, les produits de nettoyage domestiques et commerciaux, les fosses septiques, la décomposition des matières organiques et, dans certains cas, le lessivage du sol et des roches (phosphore). Le problème avec les nutriments, c'est que ça ne prend seulement que de petites concentrations pour promouvoir la croissance prolifique des algues et des plantes aquatiques. Une chose est certaine: à mesure que les niveaux de nutriments augmentent, il y a des changements dans la communauté biologique.

Dans les Maritimes, les systèmes d'eau douce sont naturellement pauvres en phosphore. Cela est dû au faible montant (de phosphore) disponible des roches et des sols de la régions et aussi parce qu'une végétation forestière en santé retient et recycle le phosphore

assimilable. L'enlèvement de la végétation riveraine peut perturber le recyclage naturel du phosphore et les activités humaines peuvent ajouter du phosphore au bassin versant. Cela, à son tour, peut changer un écosystème oligotrophe (pauvre en nutriments) ayant de l'eau claire, fraîche et bien oxygénée en un écosystème mésotrophe (abondant en nutriments) ou en un écosystème eutrophe (riche en nutriments) avec un surcroissement des plantes et des algues, qui absorbent la chaleur du soleil et la perte d'oxygène à une abondance de plantes en décomposition.

Dans les petits cours d'eau des Maritimes, la lumière solaire, les nutriments, les plantes et les algues ne représentent seulement qu'un petit pourcentage de la productivité aquatique. La plus grande partie vient de la chute des feuilles et autres matières organiques provenant des berges et de la végétation riveraine. La matière organique tombe au fond du cours d'eau où elle s'insère dans les espaces interstitiels dans le gravier ou les galets dans les fosses. Elle est ensuite digérée par les bactéries et les insectes déchiqueteurs. À mesure que les nutriments augmentent, il y a aussi une augmentation de la croissance des algues et des plantes, un changement à des insectes principalement de types brouteurs et filtreurs, ainsi qu'une accumulation de matière organique en décomposition sur le substrat du cours d'eau. L'action de décomposition exige de l'oxygène; donc, les niveaux d'oxygène dissout peuvent être réduits d'une manière dramatique dans les systèmes eutrophiques. Lorsqu'une croissance accrue des algues se produit dans les lacs, l'eau devient opaque et elle absorbe plus de chaleur du soleil. Cela peut faire monter la température de l'eau en surface au dessus de niveaux sains pour les poissons d'eaux froides (par ex., la truite) et changer les populations de poissons à des espèces d'eaux plus chaudes (par ex., vandoise ou « dard »).

Dans les systèmes côtiers et marins, l'azote est généralement limitant. Quoiqu'il y a normalement un mélange adéquat de l'eau, la lumière devient souvent le facteur limitant sur la production des plantes. Les zones côtières sont les récipiendaires des nutriments et des déchets organiques provenant de l'utilisation des terres et des activités humaines dans l'ensemble du bassin versant. Dans les estuaires dominés par le débit de la rivière et dans les estuaires à faible énergie avec de petites marées, les nutriments sont captés par l'action de pompage estuarien et retenus dans l'estuaire (c-à-d., les nutriments ne peuvent pas être évacués; ils demeurent donc dans l'estuaire). Dans de tels cas, il y a une croissance abondante de plantes près de la source des nutriments et dans les zones peu profondes et peu énergétiques le long du rivage. D'épais tapis d'algues se forment sur les plantes et sur les bas fonds intertidaux; la végétation en décomposition réduit les niveaux d'oxygène. Dans des cas extrêmes, la matière organique en décomposition peut consommer tout l'oxygène disponible. Lorsque cela se produit, elle se décompose en anaérobiose et relâche du sulfure d'hydrogène (senteur d'œufs pourris). Une croissance d'algue abondante peut étouffer la végétation existante, dégrader les gisements de mye et d'huîtres et réduire la qualité de l'habitat pour les espèces de poissons importantes, y compris les espèces anadromes migratoires. Les estuaires avec des bassins profonds et un seuil le long de leur bordure peuvent également perdre de l'oxygène dans les eaux du fond du bassin de la même façon que les lacs. Dans ces eaux plus profondes, les organismes vivants peuvent mourir et les zones d'hivernage en eau profonde sont réduites. Des mortalités massives de poissons peuvent également se produire lorsque les eaux de surface sont poussées au large par les vents et que les eaux de fond faibles en

oxygène remontent le long du rivage. De nouvelles preuves indiquent que les estuaires riches en nutriments peuvent contenir et même promouvoir la prolifération de bactéries coliformes fécaux, ce qui réduit la qualité de l'habitat pour la production de mollusques et crustacés et les usages récréatifs de l'estuaire. La nature, par sa manière tout à fait spéciale, peut assimiler et recycler les déchets organiques avec ses processus biologiques, biophysiques et biomécaniques. Si l'impact des activités humaines est petit, alors les processus naturels peuvent être utilisés pour atténuer les déchets biodégradables. Ces fonctions naturelles ne sont pas bien comprises par les urbanistes, les usagers industriels et les propriétaires fonciers dans le bassin versant.

On peut trouver des puits de nutriments dans l'ensemble du bassin versant, en commençant par les terres humides, les zones riveraines et les terres basses qui contiennent de l'eau seulement durant les périodes de gros temps. Les zones riveraines font également partie des plaines inondables où le ruissellement des eaux est ralenti par la végétation et les débris organiques sur le plancher forestier. Cela fournit la capacité d'enlever et d'attacher les nutriments et de réduire le risque d'eutrophisation en aval.

Eutrophisation: un processus par lequel un plan d'eau devient enrichit en nutriments dissous qui stimulent la croissance de la vie aquatique, ce qui mène habituellement à l'épuisement de l'oxygène dissout (Merriam-Webster Online Dictionary). L'eutrophisation est souvent le résultat d'activités humaines au sein du bassin versant. Les activités impliquent souvent l'importation ou la création de nutriments ou de déchets, des manipulations physiques du bassin versant qui lui enlèvent sa capacité assimilative en remplissant ou en drainant les terres humides, ainsi que les opportunités croissantes de sources de pollution non ponctuelles. Ces actions sont souvent justifiées par des considérations économiques et des raisons de commodité pour les gens et les gouvernements.

Plusieurs de ces activités peuvent perturber l'équilibre au sein du bassin versant et peuvent souvent être attribuées à l'ignorance de la part des planificateurs, des organismes de réglementation et autres intérêts au sein de la communauté. Plusieurs décisions ne sont pas réversibles et la nature n'a pas eu le temps d'assimiler les impacts ou de créer un nouvel équilibre. Il est temps que la communauté reconnaisse ces méprises et qu'elle tente d'en corriger quelques-unes. On ne s'attend pas qu'un problème qui s'est développé au cours de plusieurs années puisse se régler du jour au lendemain.

<u>Solutions:</u>

1. Réduire les sources de pollution ponctuelles (c-à-d., à l'effluent ou au point d'entrée dans un cours d'eau). Cela veut dire que les normes relatives aux effluents doivent être améliorées de sorte que les coliformes et les nutriments sont tous deux réduits à des niveaux qui peuvent être assimilés par l'écosystème, sans changements communautaires, ou éliminés par un meilleur traitement (tertiaire) des déchets; que les animaux sont retirés des cours d'eau; que le fumier est bien entreposé et utilisé; que les engrais sont réduits et bien utilisés; que les fosses septiques sont bien construites et entretenues; et, que tout le monde utilise des produits chimiques de nettoyage qui sont écologiques.

2. Bien qu'elles soient difficiles à détecter, les sources non ponctuelles sont soupçonnées d'être une source majeure de nutriments. Contrôler le ruissellement direct dans les cours d'eau, stabiliser les ravins érodants dans les pâturages, améliorer les pratiques d'entreposage du fumier, augmenter la largeur de la zone riveraine et protéger et améliorer les terres humides - tout cela aide à réduire ce type de pollution.

2.3.5 Plan de gestion des nutriments

Voici les éléments que devrait inclure un plan de gestion des nutriments à l'échelle d'un bassin versant:

- Un programme d'éducation clair et simple pour tous les contributeurs de sources ponctuelles et non ponctuelles dans le bassin versant. En donnant une explication simple et facile à comprendre des impacts possibles et de comment les réduire, cela pourrait donner des résultats positifs à court et à moyen terme.
- Lorsque vous tentez d'aborder un enjeu, clarifiez le rôle du groupe communautaire et établissez une relation de confiance dans les secteurs publics et privés au sein du bassin versant.
- Fixer des buts et des normes réalistes sur lesquels on doit baser un plan de gestion des nutriments. Il faut comprendre la complexité du sujet et promouvoir une participation de la part des différents intérêts au sein de la communauté.
- Mettre sur pied un programme de surveillance et de documentation afin de déterminer si les buts sont atteints. S'assurer de développer un programme de surveillance qui est capable de protéger les données sensibles tout en gardant la confiance des différents intérêts au sein de la communauté.
- Établir des indicateurs qui peuvent être compris par le public. Cela va permettre à tout le monde de voir et d'apprécier la valeur collective de plusieurs éléments du plan proposé.
- Promouvoir les valeurs de la gestion des nutriments dans l'ensemble du bassin versant (rural et urbain) et, par l'éducation, s'assurer que les propriétaires occupants, les propriétaires de terrains et les gros utilisateurs d'énergie (tels que les fabriquants et les distributeurs de carburants) fassent partie du partenariat. Il est également important d'inclure les vendeurs d'engrais, ainsi que les chercheurs et les conseillers sur les impacts de ces produits.
- Identifier les insuffisances d'information dans les données et promouvoir la recherche sur ce sujet. Cela est très important afin de maintenir et de raffiner les nombreuses composantes d'un plan de gestion des nutriments.
- S'impliquer dans les consultations publiques. S'assurer que les plans de gestion des nutriments soient préparés par des agronomes qualifiés.

En guise de résumé, plus grand est un tributaire, plus grand sera le besoin de gérer les intrants en nutriments aux zones côtières. Le succès du programme va dépendre de la contribution de tout le monde pour l'atteinte des buts fixés dans le plan de gestion des nutriments.

2.3.6 Destruction de la végétation riveraine et des terres humides

Végétation riveraine – Lorsqu'un bassin versant est « développé » (mis en valeur), plusieurs changements prévisibles se produisent. À mesure que des chemins, des édifices et des infrastructures sont construits, l'enlèvement de la végétation est inévitable. Les aires perdues à l'urbanisation représentent également des aires où l'eau n'est plus absorbée ou retenue par le sol. De plus, cette zone devient imperméable. Selon Schreier (2004), quand plus de 10 % de la surface d'un bassin versant devient dure et imperméable, il y aura des pertes prévisibles en matière de productivité et de biodiversité des espèces aquatiques. D'autres changements se produisent également dans le régime hydrologique des cours d'eau, à mesure qu'augmentent les débits de pointe des tempêtes et que les débits de base diminuent (Zandbergen, 1998). Cela signifie que la stabilité des habitats dans les cours d'eau sera compromise, perdant leur forme fosse-radier et leur diversité à mesure que les cours d'eau s'élargissent pour transporter les débits additionnels et que les débits de base ne fourniront pas assez d'eau froide pour que le poisson puisse y survivre.

La pollution, elle aussi, augmente à cause de l'urbanisation à mesure que les déchets non traités, les produits pétroliers, le sel de voirie, le limon et les produits chimiques de nettoyage entrent directement dans les cours d'eau par les fossés, les tuyaux ou les égouts d'orage (voir Section 2.3.7).

Solutions:

1. Les impacts de l'urbanisation peuvent être atténués en entamant des démarches pour minimiser les surfaces imperméables, pour protéger les sols exposés et pour utiliser des produits et des méthodes écologiques pour le jardinage, le nettoyage et l'entretien en hiver.

2. Les propriétaires individuels peuvent choisir de laisser les arbres et la végétation sur place lorsqu'ils construisent un domicile. En deuxième lieu, ils peuvent choisir une entrée en gravier ou en pierre au lieu d'une entrée revêtue. Le ruissellement des toits et des surfaces pavées peut être dirigé vers des tranchées drainantes où l'eau va s'infiltrer dans le sol. Les débits d'égouts peuvent être envoyés dans des bassins de captage pour enlever des déchets en suspension et rééquilibrer le parcours et le débit naturels du cours d'eau.

3. Des réseaux routiers améliorés: les gouvernements municipaux et provinciaux doivent améliorer la planification de sorte que moins de chemins soient nécessaires pour desservir une zone donnée et que les ruissellements soient détournés dans les terres environnantes aussi souvent que possible au lieu de les envoyer dans les fossés et, ainsi, dans les cours d'eau. Moins de chemins signifie plus d'épargnes.

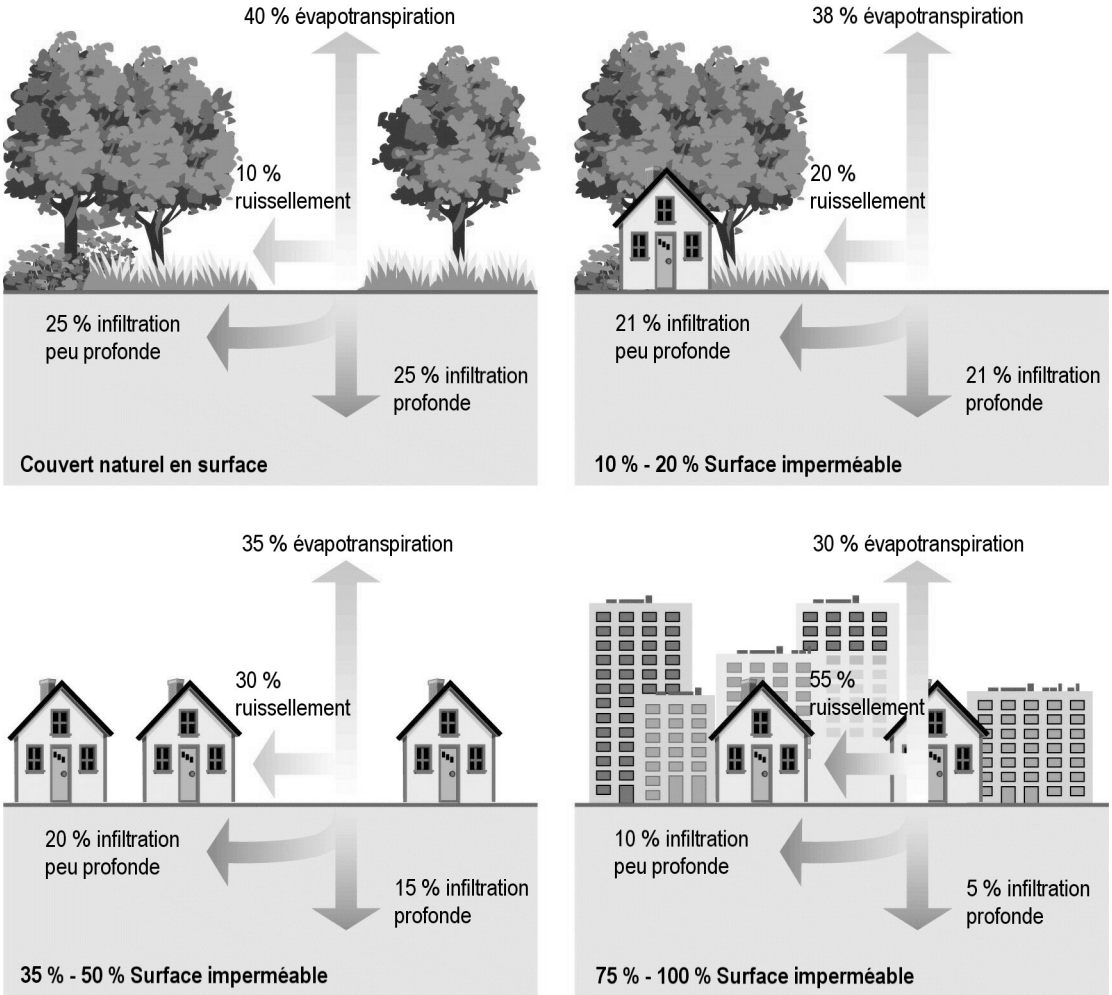


Figure 11. Relation entre le couvert imperméable et le ruissellement de surface (FISRWG, 1999).

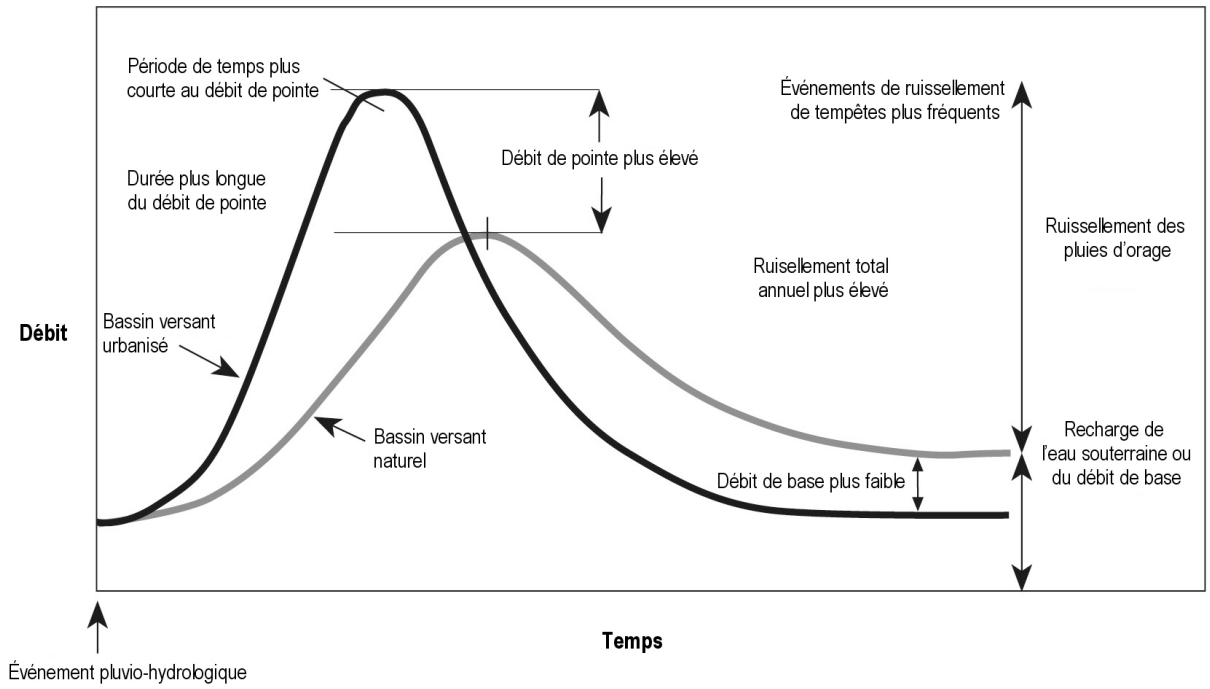


Figure 12. Changements génériques à l'hydrogramme des égouts d'orage dans les bassins versants urbains (Zandbergen, 1998).

Terres humides – Les terres humides sont également victimes du développement à mesure qu'un nombre croissant de gens désirent construire leurs domiciles près de l'eau. Bien que certaines réglementations ou politiques provinciales interdisent le remplissage ou la destruction des terres humides, au fil des années plus de 70 % des terres humides ont été détruites au Canada et jusqu'à 90 % furent perdues dans certaines régions des Maritimes (Canard Illimités Canada). En plus de perdre de la biodiversité, la destruction des terres humides peut augmenter la probabilité d'inondation dans les zones riveraines et dans les zones où des propriétaires riverains ont construit leurs résidences ou leurs chalets. D'autres impacts pourraient être l'abaissement de la nappe phréatique et une plus grande érosion. Canards Illimités Canada a publié les « dix faits » suivants concernant les terres humides:

- Les terres humides existent partout à travers le monde
- Les terres humides assainissent notre eau
- Les terres humides sont importantes pour l'habitat faunique
- Les terres humides peuvent aider à réduire les inondations
- Les terres humides sont des endroits de loisir merveilleux
- Les terres humides peuvent aider à traiter les eaux usées
- Les terres humides font de bonnes salles de classe en plein air
- Les terres humides aident à recharger l'eau souterraine
- Les terres humides aident à protéger contre l'érosion
- Les terres humides du Canada continuent à disparaître

Solutions:

Les urbanistes devraient recevoir une formation formelle sur la sensibilité environnementale de certains environnements. Suite à une telle formation, les urbanistes devraient s'efforcer d'inclure les habitats sensibles dans les plans de développement urbain; les buts devraient être fixés pour excéder les directives provinciales (par ex., laisser des zones tampons de plus de 30 m et de strictement limiter les activités dans ou près des terres humides).

2.3.7 Pollution de l'air et de l'eau

La pollution chimique de l'environnement a été un problème persistant depuis le début de l'ère industrielle (au début des années 1900). Évidemment, la société a fait plusieurs pas d'avant pour améliorer les normes d'efficacité, réduire l'utilisation de l'énergie, réduire les déchets et la pollution résiduelle. En dépit de ces améliorations, la contamination de l'air, de l'eau et des sols continue encore de nos jours. Les gouvernements ont promulgué, mais seulement avec un succès modéré, des lois et des réglementations pour « contrôler » la pollution.

Les sources de pollution environnementale sont nombreuses, mais voici les plus communes dans les Maritimes:

Atmosphérique

- Smog – les oxydes nitreux (NO_x) et les composés organiques volatils (COV) réagissent à la lumière solaire pour former de l'ozone troposphérique (au niveau du sol). Lorsque l'ozone au niveau du sol et les particules en suspension dans l'air se mélangent, cela crée du smog (fumard), ce qui déclenche des maladies cardiaques et respiratoires dans les villes.
- Oxydes nitreux (NO_x) – gaz provenant de la combustion des combustibles fossiles. Ce sont des gaz à effet de serre et des contributeurs à la pluie acide.
- Dioxyde de soufre (SO_2) – gaz provenant de la combustion des combustibles fossiles, surtout du charbon. Il forme de l'acide sulfurique lorsqu'il se combine avec l'humidité dans l'air, ce qui cause des pluies acides. Une portion de la pluie acide aux Maritimes vient des villes de la côte Est des États-Unis, du Midwest américain et du centre du Canada, mais nous contribuons aussi des montants considérables à ce problème.
- Méthane (CH_4) – gaz provenant de la décomposition des déchets organiques. Les exploitations d'élevage intensif peuvent également contribuer de gros montants de méthane. C'est un gaz à effet de serre.
- Dioxyde de carbone (CO_2) – gaz provenant de la respiration des animaux et de la combustion des combustibles fossiles. Gaz à effet de serre.
- Monoxyde de carbone (CO) – gaz provenant de la combustion incomplète de combustibles fossiles.

Ces gaz augmentent dans l'atmosphère et ils contribuent au réchauffement planétaire. Ces gaz se dissoudent également dans les précipitations et, dans le cas des oxydes (NO_x, SO_2

et CO_2), ils forment des acides qui changent la qualité de la végétation, des sols et de l'eau aux Maritimes.

Il faut également comprendre que les contributions (atmosphériques) au bassin versant peuvent venir de très loin. Les « dépôts atmosphériques » sont un problème qui n'est pas bien compris ou ni inclut comme source contribuante. Le concept du « bassin atmosphérique » doit être considéré, ainsi que son impact potentiel sur les bassins versants et les zones côtières. On doit reconnaître que tout changement important de ces dépôts va exiger des ententes multilatérales entre les gouvernements nationaux en matière d'émissions industrielles. Il faut reconnaître que tout le monde peut réduire les dépôts atmosphériques en réduisant leur utilisation de combustibles fossiles. Cela signifie de réduire l'utilisation de carburants en arrêtant l'équipement et les autos quand ils ne sont pas en fonction et de seulement chauffer les sections dont on se sert dans nos maisons. Bien que les contributions soient faibles, elles font une différence lorsque considérées cumulativement. Le « bassin atmosphérique » des polluants plus légers est estimé à une distance de 600 à 800 km.

Hydrique

- Produits chimiques organiques – on les trouve dans les effluents des industries qui transforment les produits du bois. Certains composés chimiques qui se trouvent dans les effluents des pâtes et papier agissent comme « perturbateurs endocriniens », c-à-d., ils se déguisent en « simulateurs des hormones sexuelles femelles, les oestrogènes ». De tels produits peuvent affecter négativement la capacité de reproduction du poisson (Fairchild, 1999). À cause de leur toxicité potentielle, plusieurs de ces produits chimiques sont réglementés sous l'égide des réglementations de la *Loi canadienne sur la protection de l'environnement* (LCPE). Pour de plus amples renseignements, visitez http://www.ec.gc.ca/spse/fiche/broch_f.htm .
- Produits pétroliers (gaz, huiles, solvants, etc.) – leur voie d'accès à l'environnement sont les chemins, le lavage des véhicules, ainsi que des fuites et des déversements.
- Métaux – dans les bassins versants avec une histoire d'exploitations minières, les concentrations de métaux peuvent être élevés. Les industries de produits de préservation du bois et autres industries similaires représentent également un risque de pollution important. Cependant, dans certains cas, les concentrations de certains métaux peuvent être naturellement élevées. À titre d'exemple, les niveaux d'aluminium, de manganèse et de fer ont tendance à être élevés dans certains cours d'eau des Maritimes à cause du lessivage naturel des roches et des sols. Ceci est accéléré par les précipitations acides.
- Nutriments (nitrates/nitrites, ammoniaque et phosphore) – des composantes d'origines naturelles, mais leur présence est exacerbée par les activités humaines. Parmi les sources: engrais, égouts municipaux, fosses septiques et composés chimiques lourds contenant des phosphates. Les nutriments encouragent la croissance de plantes et d'algues dans les cours d'eau. La présence de concentrations élevées de nutriments dans l'eau mène souvent à l'eutrophisation (voir Section 2.3.4).
- Bactéries coliformes fécales et pathogènes aquatiques – elles proviennent surtout des déchets d'animaux à sang chaud. Parmi les sources: effluents municipaux, mauvaises fosses septiques et ruissellements des fermes agricoles. La recherche récente suggère

que la présence des nutriments peut également encourager la prolifération de tels pathogènes.

- Pesticides – utilisés en agriculture, dans les plantations forestières, sur les pelouses et autour des maisons pour contrôler les mauvaises herbes et les espèces nuisibles.
- Produits de nettoyage commerciaux et ménagers – de tels produits chimiques aboutissent soit dans les systèmes de traitement des eaux ou dans les égouts d'orage. Dans la plupart des cas, les municipalités ne sont pas équipées pour traiter ou enlever de tels produits chimiques avant qu'ils soient évacués dans la nature. Par le passé, plusieurs produits de nettoyage contenaient des phosphates, des nutriments qui encouragent la croissance des algues.
- Envasement – cela se produit lorsque le ruissellement de l'eau érode le sol et transporte les sédiments dans le cours d'eau. Le limon (silt) peut sérieusement affecter l'habitat du poisson.
- Sel de voirie – il se dissout dans le ruissellement de l'eau sur les chemins et entre dans les cours d'eau par l'entremise des fossés. Un apport de sel considérable peut changer la salinité de l'eau et affecter négativement les organismes vivants. De fait, le sel a été récemment ajouté à la liste des produits chimiques possiblement toxiques sous l'égide de la *Loi canadienne sur la protection de l'environnement (LCPE).*
- Pathogènes d'origines naturelles – *Escherichia coli* (une bactérie) et le *Cryptosporidium sp.* (un organisme unicellulaire) ne sont que deux exemples de pathogènes introduits dans les systèmes aquatiques par les excréments de la faune sauvage. D'autres organismes comme *Pseudo nitzchia,* une algue microscopique, sont inoffensifs par eux-mêmes, mais en grands nombres, ils produisent des neurotoxines qui sont nuisibles et potentiellement mortelles pour les humains (Bates, 2004).

2.3.8 Espèces envahissantes

Depuis longtemps, l'eau a été le moyen de choix pour transporter des biens. Malheureusement, la circulation élevée sur la mer a mené à l'introduction accidentelle d'espèces exotiques dans nos eaux côtières. Une fois introduite, les espèces exotiques peuvent faire compétition avec les espèces locales pour la nourriture et l'habitat. Dans certains cas, ceci a causé l'effondrement d'espèces commerciales ou a créé des difficultés pour les pêcheurs et les aquaculteurs. Récemment, trois envahisseurs ont fait les manchettes aux Maritimes (extraits du site Web du MPO - http://www.glf.dfo-mpo.gc.ca/sci-sci/inva-enva/index-f.html):

- Voleuse d'huîtres (*Codium fragile tomentosoides*) – Cette algue verte est originaire du Japon. On a décelé sa présence à Caribou (N.-É.) en 1996. L'algue *Codium fragile* étouffe les moules et les huîtres, les empêchant d'ouvrir leur coquille pour se nourrir par filtration. Les mollusques ainsi affamés et affaiblis deviennent des proies faciles pour les prédateurs. Les bulles de gaz emprisonnées sous les tapis épais de *Codium fragile* peuvent soulever les mollusques de leurs gisements et les emporter loin d'eux par flottaison. L'encrassement par cette algue accroît le coût de la main-d'œuvre dans la récolte des mollusques. *Codium fragile* vient se substituer au laminaire indigène, ce qui nuit à l'habitat utilisé par de nombreuses espèces, notamment l'oursin vert et le homard.

- Ascidie plissée (*Styela clava*) – La présence de l'ascidie plissée, originaire du Pacifique Ouest, a été signalée dans la rivière Brudenell (Î.-P.-É.) en janvier 1998. L'ascidie plissée pousse en touffes denses comportant jusqu'à 1 000 individus par mètre carré. À l'état adulte, elle peut atteindre une longueur de 16 à 18 cm. L'espèce a infesté des quais, des bouées et autres surfaces depuis la laisse de basse mer jusqu'à des profondeurs de 4 à 5 mètres. L'ascidie plissée nuit à la fixation des larves d'huître et de moule et dispute l'espace et la nourriture aux jeunes huîtres et moules. C'est un parasite grave pour l'aquaculture.

- Crabe vert (*Carcinus* maenas) – Le crabe vert d'Europe a été observé dans la baie St. Georges (N.-É.) en 1995. Le crabe vert est un prédateur dominant, qui consomme une variété d'espèces, en particulier des mollusques comme les myes, les palourdes et les moules. Le crabe vert est plus petit et plus agressif que le crabe commun indigène. Quelques populations de crabe vert se sont dispersées plus de 100 km par année. Ce crabe a probablement contribué à l'effondrement de l'industrie de la mye au Maine dans les années 1950.

Il y a également des exemples d'introduction intentionnelle d'espèces exotiques ou de la fuite d'espèces des exploitations aquacoles. L'importation des espèces de poisson est strictement réglementée et des permis doivent être obtenus pour déplacer des espèces de poisson dans les provinces Maritimes, entre les provinces ou entre les bassins versants. Par le passé, des approbations furent obtenues pour l'introduction de la truite arc-en-ciel; des fuites aquacoles ont introduit du saumon coho et des souches de saumon Atlantique qui ne sont pas indigènes aux Maritimes. Les pratiques par le passé ont permis le stockage de poisson entre les bassins versants avec différentes souches du saumon Atlantique et elles ont aussi introduit des espèces telles que la truite brune, l'achigan à petite bouche et le brochet dans nos bassins versants. Le stockage illégal du poisson continue encore et il dégrade sérieusement nos habitats aquatiques.

Solutions:

1. Avant de remorquer votre bateau vers un plan d'eau, il devrait être lavé, ainsi que son ancre, sa remorque et tout autre matériel, avec de l'eau douce et/ou aspergez-les de vinaigre pur (non dilué). Retirez du bateau toute plante ou tout animal. Évacuez l'eau du moteur, l'eau de cale et l'eau des puisards. Si possible, laissez l'équipement sécher complètement.
2. Dans le cas de grands navires, utilisez une peinture antisalissure pour réduire l'incrustation d'organismes sur la coque. Abstenez-vous de prendre ou de larguer de l'eau de ballast dans un port ou près d'une installation d'aquaculture.
3. Ne larguez jamais à l'eau des appâts vivants, des poissons d'aquarium, des écrevisses ou des plantes.
4. Nettoyez les myes et palourdes ou les autres mollusques dans leur eau de provenance. Transportez-les dans une quantité d'eau minimale.
5. Apprenez à identifier les espèces envahissantes (intruses) dans votre région et signalez leur présence éventuelle au MPO et au ministère provincial des pêches.

6. Ne pas déplacer des espèces d'un bassin versant à un autre à moins d'obtenir un *Permis d'introduction et de transfert* du MPO afin de s'assurer que ces organismes ne s'échapperont pas pour nuire à l'écosystème naturel.

2.4 PLANIFICATION À L'ÉCHELLE DU BASSIN VERSANT – ABORDER LES FACTEURS LIMITANTS

La planification communautaire et à l'échelle d'un bassin versant est un processus complexe et engageant. L'éducation et l'appréciation quant à l'ampleur du problème doivent être comprises à l'échelle du bassin versant avant que l'on puisse jouir de réelles améliorations. L'éducation nous offre la meilleure opportunité et elle permet à la communauté de fixer des buts réalistes pour ses initiatives. Les buts doivent être modestes et de courts à moyens termes. Cela sera nécessaire afin de retenir l'intérêt de la communauté et d'effectuer un vrai changement.

En plus d'éduquer et d'établir des buts réalistes, il est nécessaire de cibler des zones où il sera le plus économique de réduire les intrants. Le processus pourrait être long et difficile; cependant, choisir cette approche va vraisemblement produire les meilleurs résultats pour les fonds investis. La communauté préfère généralement cette approche.

La planification relative aux bassins versants pour les écosystèmes aquatiques commence dans les ruisseaux et les marais d'amont; elle continue ensuite tout le long des ruisseaux, des cours d'eau, des rivières, des lacs, des tourbières et des marais, jusque dans les waddens estuariens, les marais salés, les herbiers et les eaux sublittorales et vers la haute mer.

Le processus de planification à l'échelle du bassin versant prend en considération les caractéristiques spécifiques d'un bassin versant et sa combinaison unique de topographie, de sols et d'utilisation des terres. Aux Maritimes, les bassins versants sont surtout composés de terres forestières et agricoles, mais il y a des zones croissantes de lotissements résidentiels (urbains et ruraux) et de sites industriels. Tous ces types d'utilisation des terres peuvent contribuer de gros montants de déchets dans les cours d'eau. Cela peut causer l'accumulation de grandes quantités de nutriments, tels que l'azote et le phosphore, dans les sédiments. Dans les estuaires, si de gros intrants de nutriments ont lieu au fil du temps, les sédiments du fond peuvent piéger certains des nutriments et ils peuvent être re-suspendus durant les événements de tempêtes, ce qui va aggraver l'effet de l'eutrophisation. Un autre facteur limitant qui est commun, c'est la température élevée de l'eau. De fait, certaines études ont constaté que la température de l'eau est le facteur le plus limitant pour plusieurs espèces de truites (Stoneman et Jones, 2000).

Plusieurs activités d'utilisation des terres ont contribué à la détérioration de la qualité de l'eau et de l'habitat aquatique au sein des bassins versants. Les démarches suivantes vont aider les communautés à élaborer un plan pour aborder certains des facteurs limitants.

<u>Première étape</u>: Cartographier les pratiques et utilisations courantes des terres.

Cartographier les utilisations courantes des terres et les évaluer contre les pratiques de gestion optimales; on peut trouver celles-ci dans plusieurs directives publiées par les agences fédérales et provinciales responsables des différents secteurs d'utilisation et par les ministères de l'environnement. L'information sur l'utilisation de terres peut être souvent obtenue de la province sous forme du Système d'information géographique (SIG). Voici deux bonnes publications à consulter:

- GUIDE DES SOLUTIONS D'ASSAINISSEMENT préparé par l'Accord Canada-Nouveau-Brunswick sur l'eau et l'économie, ainsi que par le Programme d'action des zones côtières de l'Atlantique (PAZCA)-Saint John, N.-B. (http://www.atl.ec.gc.ca/community/acap/pdf/remedialguidebook_f.pdf); et
- MASSACHUSETTS EROSION AND SEDIMENT CONTROL GUIDELINES FOR URBAN AND SUBURBAN AREAS – A Guide for Planners, Designers and Municipal Officials. (disponible en anglais seulement) première édition: mars 1997; *réimprimé en mai, 2003* (http://www.mass.gov/dep/brp/stormwtr/files/essec1.pdf).

Il y a peu de raison de commencer à restaurer les habitats aquatiques si les pratiques d'utilisation des terres continuent à endommager l'écosystème. Cependant, aux Maritimes, plusieurs activités endommageant les habitats ont cessé. Par le passé, bien plus des terres étaient utilisées pour l'agriculture. Plusieurs de ces fermes furent abandonnées dès les années 1930 et elles sont maintenant recouvertes de forêts matures. La plupart du couvert forestier aux Maritimes a été abattu plus d'une fois. Le flottage du bois (la « drave ») était commun dans les cours d'eau et rivières jusqu'aux années 1960 et l'enlèvement du gravier pour la construction était une pratique commune jusqu'à récemment. Les cours d'eau furent réalignés en chenaux droits pour la construction de chemins de fer et de routes, le long des lignes de propriété ou même pour rendre les champs plus utilisables.

Plusieurs bassins versants n'ont aucun impact courant et plusieurs autres ne subissent que des impacts mineurs. Si c'est le cas dans un bassin versant quelconque, on peut procéder à la deuxième étape.

Deuxième étape: Identifier les facteurs limitants

- Regarder pour les facteurs qui limitent présentement la production des espèces aquatiques. À titre d'exemple, il peut s'agir de hautes températures estivales (d'été), de débits très faibles en été et au milieu de l'hiver (avec aucune eau profonde pour que les poissons puissent s'y rendre), des niveaux plus bas du pH et de l'oxygène. Plusieurs des facteurs qui limitent la productivité peuvent être atténués et il existe des techniques qui peuvent être utilisées pour travailler avec la nature afin d'accélérer la reprise de ces habitats. Les cours d'eau des Maritimes ont une longue histoire d'utilisation et de reprise; cependant, l'habitat peut exiger plusieurs décennies, voire des siècles, pour se remettre en état s'il n'est pas aidé en lui assurant les bonnes conditions.

- Identifier les espèces indicatrices ayant une valeur commerciale dans le bassin versant et bien noter toutes les espèces en péril. Il est préférable de faire cela pour plus qu'un

seul niveau dans la chaîne alimentaire (c-à-d., insectes, poissons, oiseaux, amphibiens).

- Déterminer les besoins de l'habitat par des listes de variables selon les espèces choisies. Certaines variables peuvent être évaluées à l'année longue (c-à-d., limon dans le substrat, berges en érosion, végétation vivace, DLG dans les ruisseaux, les fosses et le couvert dans le cours d'eau). Certaines doivent être évaluées durant la saison indiquée (c-à-d., températures de l'eau élevées ou perte d'oxygène dans les eaux profondes et froides dans les lacs, un pH bas et un faible débit).

- Il y a plusieurs moyens d'évaluer ceux-ci: les protocoles du Réseau d'évaluation et de surveillance écologiques (RÉSÉ) abordent plusieurs espèces (par ex., invertébrés, surveillance des grenouilles, etc.). Il y a également des protocoles RÉSÉ préliminaires pour les habitats côtiers et marins. Visiter le site Web RÉSÉ pour ces protocoles: http://www.eman-rese.ca/rese/ecotools/protocols/?lang=f&language=francais

Troisième étape: la protection

- Peu de problèmes d'utilisation des terres ou d'habitats endommagés – l'habitat doit être préservé.
- Les problèmes d'utilisation des terres sont réglés et la restauration est en cours ou bien complétée.
- Un programme de type « Surveillance du fleuve » afin de rapporter tous problèmes aux autorités.

2.5 ACCÉLÉRATION DU PROCÉDÉ DE RÉCUPÉRATION PAR LA RESTAURATION DE L'HABITAT

Dans un bassin versant, si les impacts devaient s'arrêter et que le ruissellement était propre, la nature ramènerait naturellement le cours d'eau à un équilibre dynamique avec un parcours fosse-radier stable et des niveaux de productivité naturels. Cependant, il n'est pas raisonnable de s'attendre que toutes les activités vont s'arrêter. Pour cette raison, le développement et les changements climatiques vont continuer à altérer l'hydrologie des bassins versants et à réduire la capacité biotique des espèces indigènes. Afin de renverser cette tendance, toutes les activités dans un bassin versant doivent avoir lieu selon les pratiques de gestion optimales afin de limiter leur impact sur l'environnement. C'est seulement à ce moment-là qu'on peut travailler avec la nature pour lui aider à procéder aussi vite que possible vers sa remise en état.

Les techniques de restauration, ainsi que le dimensionnement et la topologie de la rivière, sont conçus de sorte à fonctionner avec les débits et la végétation pour accélérer les processus de récupération naturels. Les structures elles-mêmes peuvent fournir de l'habitat, mais l'intention principale est d'aider à développer une diversité d'habitats nécessaires pour une productivité durable. Les structures devraient permettre à la nature de faire des changements à la structure et à la fonction du cours d'eau au cours d'une période de trois à cinq ans. Ce seront ces changements qui vont donner les meilleurs résultats. Les structures (ouvrages) vont exiger un entretien mineur durant cette période,

mais des changements positifs devraient être observés dans les habitats de la rivière et entre les structures elles-mêmes si elles fonctionnent d'une manière appropriée. Les structures en billots et rondins vont durer au delà de 25 ans et elles devront possiblement être remplacées si la gestion de la zone riveraine ne fournit pas un approvisionnement lent mais régulier de débris ligneux grossiers.

Les ouvrages de restauration de l'habitat sont sensés travailler avec la nature. Les débits, la végétation riveraine, les débris ligneux grossiers (DLG) et les roches imitent ce que fait la nature au cours d'une période de temps bien plus longue. Les ouvrages qui ont démontré d'excellents résultats sont convenables pour les cours d'eau de petites et moyennes dimensions avec un gradient (pente) faible et avec des fonds composés surtout de galets et de gravier. Les grosses rivières avec un substrat de blocs rocheux et les cours d'eau à gradient plus élevé avec des structures terrasse-fosse exigent des démarches différentes qui ne sont pas décrites dans le présent manuel. Le travail de conception pour les cours d'eau terrasse-fosse et à gros substrat exigent la considération des experts.

3.0 PLANIFICATION D'UN PROJET

3.1 ÉVALUATIONS

Afin de savoir si une zone est appropriée pour la restauration et quelles techniques seront utiles, une évaluation complète de la zone considérée doit être effectuée. L'évaluation devrait être subdivisée dans les quatre niveaux d'évaluation qui suivent. Il est important que toute évaluation soit effectuée d'une manière qui puisse être interprétée par quelqu'un autre que l'évaluateur et qu'elle puisse être utilisée pour recommander les besoins et les approches de restauration appropriées.

3.1.1 Premier niveau d'évaluation – Historique de l'utilisation des terres dans le bassin versant

Il est très important qu'une image claire de l'utilisation des terres dans le bassin versant soit déterminée avant de mettre l'accent sur les évaluations courantes ou propres au site. Les témoignages de l'histoire peuvent aider à expliquer les causes sous-jacentes des problèmes observés dans le bassin versant. Bien qu'ils ne soient pas exclusifs, voici des exemples d'impacts historiques communs que l'on trouve dans les bassins versants des Maritimes.

Impacts forestiers: Si la région a des antécédents d'activités forestières, toute information concernant les aspects spécifiques de cette activité est donc utile. Les pratiques de coupes à blanc, de construction des chemins, l'application aérienne de pesticides et autres pratiques forestières communes peuvent avoir des effets adverses à long terme sur le bassin versant local. S'il y a des antécédents historiques de flottage de bois dans un bassin versant, il est important de savoir où les barrages de contrôle et les scieries (et usines) étaient situés, puisque des sections de la rivière ou du cours d'eau peuvent avoir été redressées.

Agriculture: La portée et le type d'agriculture qui avait lieu auparavant dans le bassin versant peut aider à expliquer certains problèmes courants. Si de larges sections du bassin versant étaient autrefois des champs, cela expliquerait certains impacts sur l'hydrologie locale. Les fermiers réorientaient souvent les cours d'eau le long des champs et des lignes de propriété afin d'améliorer l'accès et la maniabilité des champs. Le bétail utilisant le cours d'eau peut avoir causé une érosion extensive des berges et l'envasement du lit du cours d'eau. Toute utilisation historique des engrais ou des pesticides et des herbicides devrait également être notée.

Développement urbain: Le développement urbain peut impacter directement les bassins versants de plusieurs façons, y compris des changements à l'hydrologie, le réalignement du chenal et plusieurs variétés de contaminations (y compris le limon et le sable, les nutriments, les pesticides et les herbicides, le sel et les produits chimiques de toutes sortes) qui s'acheminent dans les égouts d'orage et ensuite dans les cours d'eau.

Autres industries: Toute activité industrielle antérieure peut avoir des impacts adverses de longue durée sur la zone locale. À partir du barrage des rivières/des cours d'eau, au réalignement du chenal, à la déviation de l'eau et à l'enlèvement du gravier du lit du

cours d'eau, toute modification physique d'un cours d'eau est très endommageante. La contamination chimique des sols et des sédiments des cours d'eau est commune dans ces sites. Les sites de dépotoirs industriels peuvent virtuellement contenir des centaines de produits chimiques.

Embâcles glaciaires et inondations: Les activités passées qui ont trop élargi un cours d'eau peuvent avoir créé une situation où les débits faibles d'hiver gèlent au fond de la rivière et la mince couche d'eau qui coule par dessus s'accumule sur la glace. Dans certains cas, ceci s'est produit à un point tel que le chenal est rempli de glace au niveau de débordement et l'eau coule dans la zone riveraine, déplaçant ainsi les animaux qui hivernent, en plus de geler et d'endommager la végétation. Au printemps, la glace de surface en amont bloque (forme des embâcles) dans ces endroits, causant des inondations ou bien des blocs de glace peuvent affouiller l'habitat du fond des cours d'eau (les nids de frai et les juvéniles qui y vivent en hiver), niveler les fosses et les radiers et arracher la végétation des berges. Aux Maritimes, ce processus est commun à cause des cycles gel/dégel en hiver. Les cours d'eau qui sont endommagés par la glace ont de la difficulté à se remettre en état naturellement et ont besoin de restauration pour arrêter les dommages annuels aux habitats.

Il est important de se rappeler que si des changements physiques ont eu lieu longtemps passé, ils peuvent avoir été envahis par la végétation et être difficiles à repérer. Toute contamination possible d'anciens sites industriels ou toute pollution historique des cours d'eau devraient être notées.

3.1.2 Deuxième niveau d'évaluation – Impacts courants

Pratiques d'exploitation forestière: Si une ou des activités forestières quelconques ont lieu dans le bassin versant, il est important de savoir l'ampleur des travaux, leur localisation et qui les effectuent (c-à-d., à grande échelle – terres publiques, à grande échelle – terres privées, petite échelle – terres privées). Si possible, l'information doit être acquise pour savoir si on utilise des méthodes de coupe sélective ou de coupe à blanc, ainsi que les lignes directrices ou les pratiques de gestion optimales (PGO) qui sont utilisées. Toutes les exploitations forestières sur les terres publiques et la plupart des exploitations forestières privées, ont des plans de gestion. On devrait obtenir ces renseignements lorsque possible. La plupart des Maritimes sont composé de propriétés privées; les individus et les petites compagnies ne préparent pas de plans de gestion pour leurs terres. L'âge de toutes les coupes déjà présentes dans le bassin versant, ainsi que le nombre de traversées routières devraient être notés. Étant donné les modèles de propriétés foncières aux Maritimes, la plupart des régions ont bien plus de chemins qu'il en est permis dans d'autres juridictions au Canada.

Types et pratiques en agriculture: Si une activité agricole quelconque a lieu dans le bassin versant, il est important d'en savoir l'ampleur, le type et la localisation. S'il y a des pâturages dans le bassin versant, il faut considérer des facteurs tels que l'accès direct du bétail aux cours d'eau, l'entreposage et l'évacuation du fumier, ainsi qu'une contamination fécale potentielle des cours d'eau et des habitats côtiers. Il faut savoir le type d'agriculture spécifique qui s'y pratique (la culture en rang, les vergers, etc.) parce

que chaque type a des effets variables sur l'érosion, sur la contamination possible de l'eau souterraine et de surface, etc. Les produits chimiques utilisés dans chaque opération et les lignes directrices et les PGO observées par l'exploitant devraient être également notés.

Développement urbain: S'il y a du développement urbain au sein du bassin versant, la dimension des lots, la densité des lots et le niveau de développement sur les lots doivent être connus. Veuillez noter si des fosses septiques ou un système central de traitement est utilisé, ainsi que l'efficacité du traitement des eaux usées (à savoir s'ils fonctionnent bien, ou non). De bons contrôles du ruissellement des eaux d'orage doivent être assurés pour tout développement urbain. Non seulement les eaux d'orage non contrôlées peuvent-elles transporter rapidement des contaminants des zones développées dans les cours d'eau, mais les augmentations soudaines des débits reliées aux eaux d'orage ayant un accès direct aux cours d'eau et aux rivières sans des zones tampons appropriées peuvent également causer des dommages morphologiques au lit du cours d'eau. Cela est directement lié au pourcentage des surfaces dures que l'on trouve dans les zones développées (voir Imperméabilité). À mesure qu'une plus grande superficie est couverte de surfaces qui ne retiennent pas la précipitation, cela augmente les montants de ruissellements des eaux d'orage dans les cours d'eau durant de plus courtes périodes de temps, ce qui cause la destruction de l'habitat dans le cours d'eau.

Développement des transports: L'évaluation de cette section devrait mettre l'accent sur la construction des chemins et des sentiers à proximité ou à travers d'un cours d'eau. Si un ponceau est présent et qu'il n'est pas bien installé, il peut créer un obstacle au passage du poisson. On devrait noter si le ponceau est perché au dessus de l'eau ou s'il est correctement positionné. La longueur et le diamètre du ponceau peuvent également représenter un obstacle au passage du poisson; on devrait donc obtenir la longueur et le diamètre de chaque ponceau dans le bassin versant. Si la construction de chemins et de sentiers a eu lieu à proximité d'un cours d'eau, il faut noter les incidences de réalignements du chenal. Il est important de se rappeler que les réalignements de chenal ont eu lieu plusieurs années passées et que le cours d'eau actuel peut être non perturbé à première vue. Il faut également noter tout le fossoyage près d'un cours d'eau, surtout en ce qui a trait à la possibilité de contaminer le cours d'eau (limon, sel, huile, etc.).

3.1.3 Troisième niveau d'évaluation – Évaluation de l'habitat aquatique et riverain

Caractéristiques de l'habitat des cours d'eau:

Lorsqu'on évalue un cours d'eau pour ses caractéristiques d'habitat, il est important d'en évaluer les aspects suivants:

1) Qualité de l'eau – des tests généraux pour la qualité de l'eau (pH, température, conductivité, oxygène dissout, nutriments, métaux et bactéries coliformes fécales) sont importants et peuvent aider à indiquer des problèmes possibles dans un bassin versant.

2) Fosses – sections profondes d'un cours d'eau ou d'une rivière. Des fosses bien développées fournissent un couvert, aident à réglementer la température, facilitent le passage du poisson et agissent comme refuges pour les poissons juvéniles durant les périodes de débits faibles. Un manque de fosses est une indication claire que quelque chose va mal dans le bassin versant.
3) Talweg – la partie la plus profonde dans une coupe transversale du chenal principal d'un cours d'eau, offre un passage, maintient une profondeur d'eau minimale durant les périodes de débits faibles pour garder l'eau fraîche et fournir un habitat pour les poissons juvéniles et les insectes.
4) Couvert – la disponibilité du couvert présent dans un cours d'eau. Cela peut inclure de petits et de gros rochers en cours d'eau qui ne sont fixés dans le sable ou le limon, la végétation en cours d'eau, les gros débris organiques, les sections d'eaux profondes, l'eau de couleur noirâtre, la végétation en surplomb et les berges érodées.
5) Enchâssement – les espaces entre les rochers et les roches dans un lit de cours d'eau sont un habitat essentiel pour les invertébrés aquatiques et ils forment la base de plusieurs chaînes alimentaires et de l'abri pour les petits poissons. Il est donc important que les galets, les roches et les rochers soient enchâssés d'une manière minimale (c-à-d., fixés dans le sable et le limon).
6) Stabilité de la berge – l'érosion des berges est un intrant majeur de limon qui peut mener à un enchâssement plus accru dans un cours d'eau et cela signifie généralement que le cours d'eau est instable et qu'il se réaligne pour s'ajuster aux changements des volumes de débits et autres perturbations. Sa présence est une indication claire que quelque chose ne fonctionne pas bien dans le bassin versant.
7) Végétation sur les berges – la végétation des berges est importante pour le couvert/abri, l'apport de nutriments, la stabilité des berges, etc. On devrait noter le pourcentage du couvert et les types de végétation prédominants.

Caractéristiques de l'habitat des lacs:

Lorsqu'on évalue un lac pour ses caractéristiques d'habitat, il est important d'en évaluer les aspects suivants:

1) Régime de concentration de l'oxygène dissout – essentiel pour toutes espèces vivant dans un lac, la concentration d'oxygène dissout (OD) est un aspect clé de l'habitat. L'OD n'est généralement pas uniforme dans l'ensemble d'un lac; les caractéristiques suivantes d'un habitat auront un effet sur le régime de l'OD présent.
2) Régime de température – durant les saisons chaudes, les lacs peuvent fournir un sanctuaire aux espèces qui ne peuvent pas demeurer dans les eaux chaudes et peu profondes des cours d'eau. La température de l'eau impacte directement l'OD à mesure que l'eau chaude diminue l'OD et que l'eau plus froide augmente l'OD. Cependant, le manque de circulation et la végétation en décomposition peuvent réduire les niveaux d'OD dans l'eau fraîche, laissant les poissons d'eau froide sans habitat.
3) Charge nutritive – le montant de nutriments disponibles dans l'eau du lac affecte directement le niveau d'algues et autres plantes aquatiques, ainsi que les organismes microscopiques dans un lac. Le phosphore est normalement le nutriment qui contrôle

la croissance des plantes dans l'eau douce. Si un niveau élevé de nutriments est présent, il peut causer une croissance excessive des plantes.

4) Profondeur du lac – une caractéristique importante telle que la profondeur peut affecter à la fois l'OD et le régime de température dans un lac. Dans la plupart des lacs relativement profonds, un thermocline se développe qui sépare deux zones d'eau dont la température est différente; la couche supérieure plus chaude (l'épilimnion) et la couche inférieure plus froide (l'hypolimnion). Si un bon mélange (changement annuel) ou des sources externes d'OD (eau de source) n'existent pas, la couche inférieure peut devenir anoxique (sans oxygène). Si cela se produit, ça limite l'usage du lac comme refuge pour les espèces qui tentent de trouver des eaux plus fraîches durant les périodes chaudes.

3.1.4 Quatrième niveau d'évaluation – Plan de réhabilitation de l'habitat aquatique

Déterminer les variables limitantes pour l'habitat

L'évaluation de l'habitat est un processus de détermination des facteurs limitants et c'est un prérequis crucial pour déterminer la capacité biotique de l'habitat et ce qui est nécessaire pour sa restauration. En dépit de certains inventaires intensifs dans certaines rivières, une telle information n'est pas disponible pour les cours d'eau des Maritimes. Si elle était disponible, cela rendrait bien plus facile la conception d'un projet de restauration. Malheureusement, il n'est pas facile d'identifier tous les facteurs limitants et chaque cours d'eau peut avoir sa propre combinaison unique de facteurs dont l'interaction limite la productivité tout au long de l'année. Bisson (1992) a résumé un certain nombre d'obstacles potentiels à l'identification d'importants facteurs limitants et qui sont encore valides de nos jours.

Ceux-ci comprennent:

1. *Une dépendance excessive sur le jugement professionnel en l'absence de données spécifiques à un site*. Des budgets limités, le manque de temps, des biais personnels, des évaluations d'une seule journée, ainsi que des évaluations limitées à de courtes sections; tout cela contribue à une dépendance excessive sur le jugement professionnel. De plus, une dépendance sur des modèles inappropriés incorporant des données incomplètes ou inconcluantes et des modèles basés sur une seule espèce peut mener à une fausse identification des facteurs limitants. Une surveillance et une évaluation du cours d'eau par la communauté locale (tous les stades de vie des espèces choisies, toutes les saisons et durant plusieurs années) sont la seule manière efficace d'identifier les limites.

2. *Extrapolation dans l'espace et dans le temps*. Bisson (1992) avertit les enquêteurs des dangers de l'extrapolation et il présente plusieurs exemples indiquant une grande variation dans la dimension de la population des poissons dans les cours d'eau qui peut être reliée à une succession de facteurs limitants dans un seul cours d'eau. Une fois de plus, bien connaître votre cours d'eau et savoir comment il fonctionne au fil du temps sont les seules façons de s'assurer que vous en avez appris les facteurs limitants.

3. *Simplification exagérée de situations écologiques complexes*. Il existe un postulat qui est souvent sous-jacent aux programmes d'amélioration de l'habitat; c-à-d., que les populations de poisson sont reliées de façon linéaire au montant d'habitat de croissance. Ce n'est pas toujours le cas parce qu'étant donné la territorialité, les plus gros poissons ont besoin d'habitats plus grands. La qualité de l'habitat a également un effet majeur sur la productivité. D'autres facteurs affectant la productivité de l'habitat incluent la fluctuation de la nourriture disponible, la présence de compétiteurs et de prédateurs, ainsi que des événements hors site tels que les incidences de pollution, les obstacles pour le poisson et la surpêche. Tous ces facteurs augmentent la difficulté de relier l'aire d'alevinage à la densité de la population.

4. *Mettre l'accent exclusivement sur un aspect du cycle biologique*. Même si un facteur limitant est identifié à un stade particulier du cycle vital, s'en occuper pourrait ne pas régler l'ensemble du problème de productivité. Une intervention de gestion commune est de contourner l'habitat de frai de mauvaise qualité ou inaccessible qui limite la productivité en faisant appel à l'élevage en alevinière et à l'empoissonnement, pour découvrir ensuite qu'un autre habitat, tel que l'habitat présaumoneau d'hiver, est celui qui contrôle la production. Une fois de plus, il est nécessaire de considérer de multiples facteurs limitants qui pourraient possiblement affecter différents stades de vie, ainsi que l'ensemble du cycle de vie de l'espèce de poisson en question.

5. *Défaut de considérer les facteurs d'importance cruciale*. Bisson (1992) identifie plusieurs secteurs où la compréhension de l'information sur le cycle biologique (vital) du cours d'eau est mauvaise, y compris des facteurs tels que la prédation, la préférence d'un habitat nocturne, l'utilisation de refuges d'hiver, etc. De plus, le fait que les poissons sont migrateurs et capables de mouvements à courts et à long termes à tous leurs stades de vie représente une autre complexité dont il faut tenir compte.

Il faudrait penser aux facteurs limitants comme étant des embouteillages (bouchons) à travers lesquels tous les poissons et toute la faune doivent passer. Si l'habitat « bouchon » va seulement permettre à quelques individus de survivre, alors cet habitat contrôle ou limite la productivité. La Figure 13 est une représentation de comment un habitat limitant peut affecter la population du saumon de l'Atlantique.

3.1.5 Protocoles et méthodes d'évaluation de l'habitat

Il existe plusieurs fiches d'évaluation et de nombreuses approches utilisées pour évaluer l'habitat du poisson. En général, vous pouvez trouver une fiche (ou formulaire) pour chaque juridiction et, dans certains cas, des manuels complets sur comment les compléter et des logiciels pour aider à analyser les données. Plusieurs ont été mis au point pour fournir de l'information aux gestionnaires des stocks de poissons ou pour aider à fournir de l'information sur les modèles d'habitat pour espèces de poisson uniques. Le plus grand défi avec chacun de ces formats, c'est comment interpréter les données une fois qu'elles sont recueillies. Comment pouvez-vous découvrir les variables qui limitent la productivité de l'habitat?

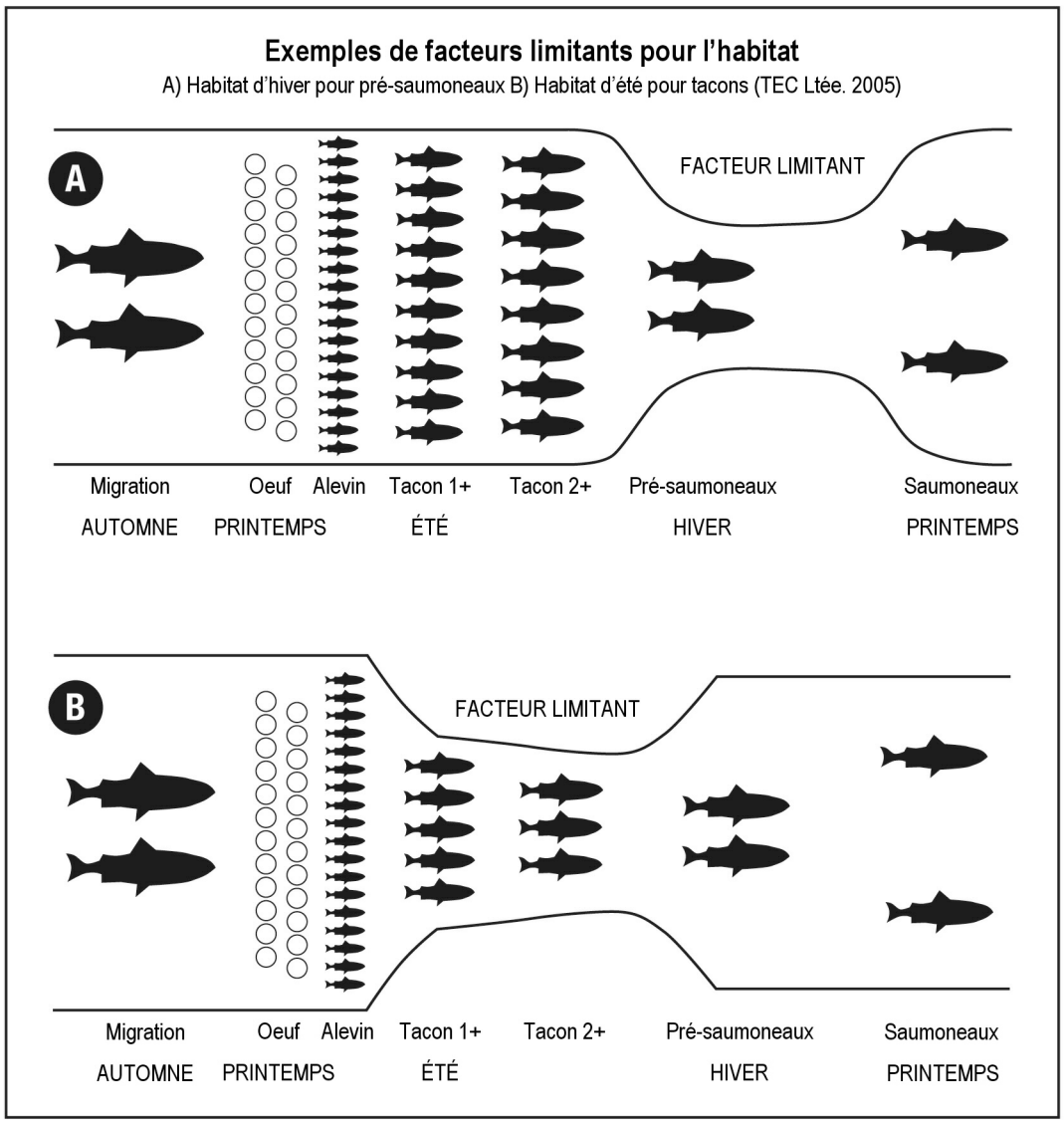


Figure 13. Exemple de facteurs limitants l'habitat pour le saumon de l'Atlantique: a) habitat d'hiver pour pré-saumoneaux et b) habitat d'été pour tacons (Thaumas Environmental Consultants Ltd., 2005).

Est-il nécessaire d'effectuer des évaluations détaillées si une ou deux des variables sont évidemment faibles ? Quel protocole est utilisé pour s'assurer que les données sont comparables entre les évaluateurs, les années, d'autres rivières et les modèles d'habitat ? Quelles techniques sont utilisées pour travailler avec les processus naturels afin de réhabiliter l'habitat ?

La meilleure approche pour un groupe communautaire est de « penser comme un poisson ». Pour ainsi faire, choisissez des espèces communes dans le bassin versant et, en commençant avec la migration de frai, pensez à tous les besoins de l'espèce à chaque stade de vie et pour chaque saison. De quoi ont-ils besoin pour être en bonne santé et grandir dans l'estuaire et la rivière ? Pour répondre à ces questions, les tableaux dans les pages suivantes montrent les variables qui, individuellement ou en combinaison, limitent

généralement la productivité de l'habitat du poisson dans les cours d'eau des Maritimes. Dans les colonnes adjacentes, on trouve le degré des variables qui sont considérées comme étant excellentes, bonnes et non soutenables pour une sélection de poissons de sport communs et d'espèces de poissons indicatrices. Ces valeurs sont présentées pour identifier les variables limitantes pour l'habitat. Elles ne sont pas considérées comme des niveaux auxquels l'écosystème se désintègre et la population s'effondre, mais sont indicatives d'où il faut concentrer le travail de restauration. Pour obtenir les valeurs utilisées en relation aux infractions ou aux évaluations d'incidences environnementales, communiquez avec votre biologiste local du MPO.

La section suivante comprend une brève description des protocoles d'échantillonnage pour chaque variable de sorte que les données seront cohérentes pour l'ensemble de l'évaluation, pour la surveillance d'une année à l'autre et comparables à d'autres évaluations dans la région.

En ce qui a trait à la restauration des habitats, l'objectif est de travailler avec la nature pour déplacer les variables limitantes vers les degrés de « bon » ou « excellent ». De plus, on trouvera dans la section des fiches de renseignements des liens entre la variable qui doit être améliorée et les techniques de restauration appropriées. Plusieurs des techniques utilisées pour restaurer l'habitat physique règlent les problèmes avec plusieurs des variables limitantes.

L'installation actuelle des structures dans le cours d'eau n'est pas expliquée en détail, parce que cela exige quelqu'un qui est formé en hydrologie des cours d'eau et dans la conception et l'application de techniques de restauration pour compléter le plan pour le projet. Cet aspect est très important, parce que si les structures ne sont bien installées, elles pourraient ne pas créer l'habitat amélioré; elles peuvent être enterrées, emportées par les eaux ou, dans de rares cas, créent leur propre facteur limitant. Une mauvaise conception est la raison la plus commune pour l'échec des projets de restauration. Afin d'éviter de gaspiller tous vos efforts, demandez à une personne formée de consacrer deux jours pour préparer un aménagement approprié.

L'espacement entre les structures dans les cours d'eau est normalement 6 largeurs de chenal. La dimension des structures devient claire après avoir examiné les sites et suite à la lecture de l'information fournie dans les fiches de renseignements sur la restauration. Vous pouvez généralement développer une bonne estimation de l'ampleur du travail nécessaire et estimer les coûts et la logistique d'accomplir ce travail.

Après les tableaux, il y a une liste de protocoles de surveillance utilisés pour d'autres espèces aquatiques par le Réseau d'évaluation et de surveillance écologiques (RÉSÉ) et autres organisations locales. En ce qui concerne votre gestion du bassin versant, cette liste sera utile pour élargir au delà du poisson votre travail de restauration et de surveillance afin qu'il devienne plus orienté sur l'ensemble de l'écosystème.

Choisissez les espèces qui fréquentent ou qui devraient être présentes dans votre cours d'eau. Pensez ensuite à tous les stades du cycle biologique et considérer toutes les variables qui sont énumérées ci-après pour chacune des espèces que vous avez choisies.

Selon les données existantes ou selon les connaissances locales et traditionnelles, choisissez les variables qui ont le potentiel d'être limitantes dans votre bassin versant et présentez une explication de pourquoi vous pensez que les autres variables ne sont pas limitantes. À titre d'exemple, si vous savez que le pH dans votre rivière et tous ses tributaires demeure au niveau « excellent » ou « bon » à l'année longue pour les salmonidés, alors on peut l'éliminer de l'évaluation. Cependant, si les températures d'été s'élèvent vers les « mi-20 degrés » dans les sections inférieures ou dans aucun des tributaires, alors il est important de mesurer la température dans l'ensemble du bassin versant durant les périodes les plus chaudes de l'année afin de trouver les habitats viables et identifier les sections qui peuvent être réhabilitées. Fondamentalement, durant votre cueillette des données, il vous faut évaluer et surveiller les variables limitantes pour la communauté des espèces qui habitent, ou qui devraient habiter, dans le cours d'eau s'il était en bonne santé.

Il est presque impossible d'effectuer une évaluation complète d'un cours d'eau d'un seul coup. Certains des évaluateurs d'expérience peuvent voir les problèmes qui existeront à d'autres temps de l'année, mais cette opinion experte est souvent erronée parce que chaque bassin versant possède ses propres caractéristiques. Il faut donc vous préparer à apprendre à connaître votre cours d'eau durant les quatre saisons, plus particulièrement durant les périodes cruciales de débits faibles en été et en hiver, ainsi que durant les périodes de frai du printemps et de l'automne.

3.1.5.1 Cueillette des données de base

Il est important que toutes les données et tous les échantillons reliés à un site soient correctement enregistrés:

- La localisation GPS, les références de grilles cartographiques topographiques, les marqueurs permanents tels que les numéros de site peints sur des arbres ou des rochers, ou décrits avec précision (par ex., le ruisseau Nine Mile Brook à la sortie du ponceau sur la Route 14, en Nouvelle-Écosse). Indiquez l'emplacement sur la carte ou la photo aérienne la plus détaillée qui est disponible. Les cartes à l'échelle de 1:50 000 sont bonnes, mais celles de 1:10 000 sont meilleures.
- Le temps et la date de l'échantillon ou du relevé.
- L'équipement utilisé pour mesurer ou prendre un échantillon.
- Le nom de la personne qui prend l'échantillon ou la mesure, ainsi que l'enregistreur.
- La météo durant l'échantillonnage.
- Photographier l'endroit, enregistrer le numéro de la photo, ainsi que la direction vers laquelle vous étiez tourné.
- Toutes les directions de droite et gauche dans les fiches de renseignements sont données comme si vous regardiez vers l'aval.

Les relevés sont normalement effectués sur une base de section par section. La longueur d'une section peut être déterminée à une longueur nominale (par ex., de 50m chacune) ou pour chaque unité d'habitat, qui est de six fois la largeur du chenal. Cette dernière méthode va donner une nouvelle longueur de section à la jonction de chaque tributaire. Dans le cas d'évaluations initiales d'un bassin versant, les évaluations peuvent être

effectuées tout juste à la jonction des tributaires. Les sections seraient évaluées sur le tronc principal en haut et en bas du tributaire et une dans le tributaire. Ceci va donner un aperçu de la santé des habitats et aider à identifier là où les efforts devraient être concentrés.

3.1.5.2 Différents habitats et espèces de poisson

A) Salmonidés (le saumon de l'Atlantique, l'omble de fontaine et la truite brune)

1 – Profondeur et vélocités de l'eau durant la migration et le frai

Estuaire

Quand les salmonidés migrent vers l'amont (à partir de l'estuaire), ils passent du temps dans les dépressions au fond, à la ligne extrême des eaux de marée. Ils demeurent dans cette eau salée/saumâtre pendant différentes périodes de temps et, si les conditions de migration en rivière ne sont pas bonnes, ils retournent dans les eaux côtières adjacentes pour s'y nourrir. Ils reviennent quelques semaines plus tard pour retenter la migration vers l'amont si et quand les conditions sont correctes. Si les aires de repos sont impactées par le développement, ou si elles ont changé à cause de la sédimentation, alors le nombre de poisson qu'elles peuvent contenir est donc réduit. Cela limite le nombre de poisson qui peuvent migrer sur une crue et le nombre total qui migre en amont de la rivière pour y frayer.

Tableau 1. Profondeur (cm) et vélocités (cm/s) de l'eau de la rivière durant la migration et le frai.

Espèces	**Prof. min.**	**Vélocité préférée**	**Vélocité maximale**	**Notes**
Truite brune	> 18	60	250	
Saumon de l'Atlantique	> 18	75	250	
Omble de fontaine	4 à 18	20 à 45	120	Selon la dimension du poisson

Notes

- Les adultes ont besoin de ces profondeurs et de ces vélocités seulement durant leur migration vers les aires de frai. Des valeurs plus faibles que celles-ci seront généralement observées durant les périodes de débits faibles en été et en automne et elles vont halter la migration en ces temps-là.
- Les adultes vont nager contre la vélocité préférée, ou aussi près d'elle qu'ils peuvent trouver: mi-eau dans les débits peu profonds et à la profondeur d'un disque de Secchi dans les eaux plus profondes. La profondeur d'un disque de Secchi est la profondeur à laquelle vous pouvez voir un objet blanc qui est submergé dans l'eau.
- Grâce à des pointes de vitesse, les poissons peuvent passer de courtes sections de hautes vélocités. Ils peuvent nager contre des vélocités allant jusqu'à 10 longueurs de

corps par seconde et pendant jusqu'à 10 secondes. Si les vélocités de l'eau n'empêchent pas les poissons de voyager la distance nécessaire tout en nageant contre le courant, alors la section est passable. Cependant, le débit devrait être considéré comme étant un obstacle partiel si la vélocité dépasse la vélocité maximale indiquée dans le Tableau 1.

- Afin d'utiliser l'habitat pleinement, le poisson frayant devrait être capable de remonter aussi loin que possible dans le cours d'eau pour obtenir une distribution optimale des alevins. Même la truite et le saumon qui sont plus gros vont utiliser des cours d'eau de premier et de deuxième ordre si l'accès et les aires/fosses de repos sont bonnes.

Protocole d'échantillonnage

Remontez à pied le long de la rivière durant la saison de migration et suivez la route que le poisson utiliserait selon les profondeurs, les vélocités (tableau ci-haut), la qualité et la fréquence des fosses (tableaux ci-après). Notez les zones de la rivière à travers lesquelles les poissons auraient de la difficulté à passer. Celles-ci peuvent inclure des sections larges, peu profondes, sans fosses, ou bien des ponceaux, des barrages et des embâcles de débris.

Équipement

Mètre à mesurer, flotteurs, chronomètre et caméra.

2 – Superficie et qualité des fosses durant la migration et le frai

Table 2. Pourcentage (superficie) des fosses durant la migration et le frai.

Espèces	Excellent	Bon	Pauvre	Notes
Truite brune	50 à 90	15 à 25	< 15	
Saumon de l'Atlantique	20 à 25	10 à 30	< 5	
Omble de fontaine	35 à 65	12 à 90	< 5	

Notes

Les évaluations devraient être effectuées aux débits de migrations. Si cela n'est pas possible, la profondeur de l'eau à la crête du radier en bas de la fosse devrait être mesurée et ensuite des estimations devraient être faites sur la dimension qu'aurait la fosse si le débit se situait au niveau normal de l'automne.

Protocole d'échantillonnage

Les fosses sont toutes les aires dans le cours d'eau qui sont plus profondes que la profondeur moyenne du cours d'eau. Ce pourcentage est mesuré ou estimé sur la base d'une section à la fois.

Équipement

Ruban de mesure, mètre à mesurer, jalon et calculatrice.

Table 3. Classement des types de fosses durant la migration et le frai.

Espèces	**Excellent**	**Bonne**	**Pauvre**	**Notes**
Truite brune	> 30 % de la zone est composé de fosses de 1ière classe.	> 10 % mais < 30 % de la zone est composé de fosses de 1ière classe ou > 50 % est composé de fosses de 2e classe.	< 10 % de la zone est composé de fosses de 1ière classe et < 50 % est composé de fosses de 2e classe.	Voir les descriptions des classes de fosses ici-bas.
Saumon de l'Atlantique	20 % de la zone est composé de fosses de 1ière classe.	> 10 % mai < 20 % de la zone est composé de fosses de 1ière classe ou > 30 % < 50 % est composé de fosses de 2e classe.	< 10 % de la zone est composé de fosses de 1ière classe et < 30 % est composé de 2e classe.	
Omble de fontaine	> 30 % de la zone est composé de fosses de 1ière classe.	> 10 % mais < 30 % composé fosses de 1ière classe ou > 50 % composé de 2e classe.	< 10 % composé de fosses de 1ière classe et < 50 % composé de fosses de 2e classe.	

Notes

Cette classification des fosses devrait être faite en conjonction avec l'évaluation de la fréquence et du pourcentage des fosses.

Les salmonidés doivent se tenir dans le cours d'eau près des zones de frai et ils cherchent tous une bonne profondeur d'eau, des vélocités faibles et de l'abri. La capacité des fosses en tant qu'aire de repos/attente peut réguler le nombre de poissons frayant dans les cours d'eau bien peuplés.

Protocole d'échantillonnage

Classez toutes les fosses selon le plan de classification suivant:

Fosse de première classe: Large et profonde. La profondeur et la dimension de la fosse sont suffisantes pour fournir une aire de repos de faible vélocité. Plus de 30 % du fond de la fosse est obscurci à cause de la profondeur, de la turbulence en surface ou de la présence de structures telles que des billots, des piles de débris, des rochers, ou bien des berges et de la végétation en surplomb. Ou bien, la plus grande profondeur de la fosse est > 1,5 m dans le cours d'eau d'une largeur de < 5 m, ou > 2 m de profondeur dans les cours d'eau d'une largeur de > 5 m.

Fosse de deuxième classe: Dimension modérée et profondeur de > 45cm à débit faible. La profondeur et la dimension sont suffisantes pour fournir une aire de repos de faible vélocité (> 0,5 m/s). De 5 % à 30 % du fond est obscurci à cause de la turbulence en surface, de la profondeur ou de la présence de structures. Les fosses typiques de deuxième classe sont de gros tourbillons de turbulence derrières les rochers et de faible vélocité; ce sont des aires modérément profondes en dessous de berges et de végétation en surplomb.

Fosse de troisième classe: Petite ou peu profonde de < 45 cm à débit faible. La profondeur et la dimension sont suffisantes pour fournir une aire de repos de faible vélocité. Le couvert, s'il est présent, aura la forme d'ombrage, de turbulence de surface ou de structures très limitées. Les fosses typiques de troisième classe sont des aires larges, peu profondes et à vélocités réduites des cours d'eau, ou bien de petits tourbillons derrières les rochers. Presque tout l'ensemble du fond de la fosse est discernable.

Fosse de quatrième classe: Des sections peu profondes du cours d'eau avec gradient faible; la dimension et la profondeur sont suffisantes pour offrir des aires de repos aux tacons. Le couvert est limité aux espaces sous le substrat. L'ensemble du fond est discernable.

Équipement

Mètre à mesurer ou jalon pour mesurer les profondeurs.

3 – Fréquence des fosses de retenue et de repos pour la migration

Les fosses sont très importantes pour le poisson durant la migration de frai. La capacité du poisson de nager contre le courant est reliée à son espèce, à sa condition physique et à sa longueur. Les poissons ont périodiquement besoin d'aires de faibles vélocités pour s'y reposer avant de continuer vers la prochaine section de la rivière. Les fosses doivent fournir du couvert, de faibles vélocités et assez d'espace pour accommoder tous les poissons qui ont besoin de repos. Pour les poissons en migration, il est important de considérer la fréquence des fosses de première et de deuxième classe.

Table 4. Fréquence des fosses de retenue/repos pour différentes espèces de salmonidés.

Espèces	Excellente	Bonne	Pauvre	Notes
Truite brune	6 largeurs de chenal	12 largeurs de chenal	> 24 largeurs de chenal	

Saumon de l'Atlantique	6 largeurs de chenal	12 largeurs de chenal	> 24 largeurs de chenal	
Omble de fontaine	6 largeurs de chenal ou plus dans les cours d'eau à fosses en terrasse	12 largeurs de chenal	> 24 largeurs de chenal	

Protocole d'échantillonnage

Les largeurs du chenal sont mesurées dans les sections stables du cours d'eau directement d'un bord à l'autre entre la base de la végétation terrestre vivace de chaque côté. Les cours d'eau aux Maritimes ont tendance à être trop larges de 20 % à cause des activités de la glace et des utilisations passées. Ceci est particulièrement vrai dans des sections où les fosses sont mal développées. Si c'est le cas au site d'échantillonnage, réduisez de 20 % la mesure de la largeur et utilisez ce chiffre en évaluant la fréquence des fosses.

Équipement

Ruban de mesure

4 – Aire de frai

Le saumon et la truite brune frayent là où l'eau est puisée vers le bas à travers le gravier. Ces aires sont typiquement situées à la queue de la fosse, là où il y a une différence de hauteur entre le niveau d'eau dans la fosse et le radier ou le plat en aval. La différence de hauteur (tête) fait que l'eau suinte à travers la queue de la fosse, sous la crête du radier et sort dans le radier. Un taux de suintement de 100 cm/h est excellent pour apporter de l'oxygène aux oeufs et enlever les déchets, mais ce débit est difficile à trouver et à mesurer. Parmi d'autres bons sites avec une hydrologie similaire, on trouve des aires en haut des billots creuseurs et des embâcles de débris, ainsi qu'au bord des fosses où le suintement passe en dessous de la plaine inondable avant de retourner dans le cours d'eau. Si les poissons doivent utiliser un site particulier, le débit d'eau en dessous du gravier doit se faire en parallèle au débit de surface. Les radiers courts et escarpés qui traversent la rivière à plus de 30 degrés ont des débits de suintement et de surface qui ne sont pas parallèles et les poissons sont rarement capables de construire des nids de frai fructueux. Lorsqu'on cherche des aires de frai, on doit regarder pour des différences de hauteur (entre la queue de la fosse et le radier en aval) et voir si les radiers sont étroitement alignés avec le débit, ainsi que pour la présence d'un gravier propre sur le fond avec peu de limon.

L'omble de fontaine utilise essentiellement les mêmes habitats que le saumon, mais il préfère les aires où l'eau remonte (c-à-d, qu'elle suinte du gravier). On peut trouver de telles aires le long des bords des lacs et des cours d'eau où le niveau de l'eau souterraine

est à au moins 30 cm plus haut que le niveau de l'eau du cours d'eau, ou bien là où l'eau retourne dans le cours d'eau après avoir suinté sous la plaine inondable. Ces aires peuvent être détectées par les différences de température entre l'eau suintante et l'eau du cours d'eau en question. Normalement, l'eau suintante est plus froide en été et plus chaude en hiver.

Tableau 5. Profondeur et vélocité de l'aire de frai durant la période de frai.

Espèces	**Profondeur en cm**	**Excellente vélocité au dessus des nids de fraie en cm/s**	**Bonne vélocité au dessus des nids de fraie en cm/s**	**Notes**
Truite brune adulte	> 24	40 à 70	30 à 80	
Saumon de l'Atlantique	> 25	60 à 80	35 à 90	
Omble de fontaine	> 15	S/O	S/O	Frayent surtout dans les sources et les suintements ayant des sources excellentes d'une hauteur de > 40 cm

Protocole d'échantillonnage

Il faut échantillonner vers la fin d'automne (octobre, novembre ou décembre) durant les crues modérées. Mesurez la vélocité au dessus de la queue de la fosse.

Équipement

Mètre à mesurer ou jalon pour les profondeurs et un flotteur (de couleur orange est bon) et un chronomètre.

5 – Substrat des frayères

Tableau 6. Substrat des frayères préféré par les espèces salmonidés.

Espèces	**Excellent**	**Bon**	**Pauvre**	**Notes**
Truite brune	< 3 % sable fin < 15 % sable 40 –50 % gravier 40-50 % galet	Se dégrade avec une teneur plus élevée de sable et de limon	> 20 % sable fin & limon	
Saumon de l'Atlantique	< 3 % sable fin < 15 % sable 40 –50 %	Se dégrade avec une	> 20 % sable fin & limon	

	gravier 40-50 % galet	teneur plus élevée de sable et de limon		
Omble de fontaine	< 3 % sable fin < 15 % sable le reste en gravier	Se dégrade avec une teneur plus élevée de sable et de limon	> 20 % sable fin & limon	

Notes de Peterson (1978):

- Sable fin (0,06-0,50 mm);
- Sable grossier (0,5-2,2 mm);
- Gravier (2,2-22 mm);
- Galet (22-256 mm).

Protocole d'échantillonnage

Il est mieux de faire cela en mesurant une superficie de 50 cm x 50 cm à la queue d'une fosse et de faire une estimation visuelle du pourcentage de chaque classe de dimension. Pour d'autres méthodes qui sont disponibles, consultez Hamilton (1984).

Équipement

Mètre à mesurer.

6 – Pourcentage de l'aire ayant du gravier de frayère

Tableau 7. Pourcentage de l'ensemble total de l'aire étudiée composé de gravier de dimension pour frayères.

Espèces	Excellent	Bon	Pauvre	Notes
Truite brune A	5	2	1	Mesurez le gravier de dimension de 0,3 à 10 cm dans les aires de > 0,5 m^2 et à des profondeurs de > 15 cm seulement. Classe A = 1 à 7 cm
B		5	2.5	Class B = 0,3 à < 1 et > 7-10 cm
Saumon de l'Atlantique	5	2	1	

Omble de fontaine	5	2	1	

Protocole d'échantillonnage

Ceci devrait être estimé pour chaque section.

7 – Habitat des oeufs

Les oeufs restent enterrés dans le gravier durant l'hiver et ont besoin d'un débit ou d'un suintement d'eau pour leur amener de l'oxygène et enlever les déchets. Il est également important que le cours d'eau soit stable et que les nids de frai ne soient pas emportés par les eaux ou affouillés par la glace.

Tableau 8. Niveau quotidien moyen minimal d'oxygène dissout (mg/L) durant le développement de l'embryon.

Espèces	Excellent	Bon	Pauvre	Notes
Truite brune < 10 °C	> 10	> 7	< 6	
> 10 °C	> 13	> 10	< 9	
Saumon de l'Atlantique	> 13	> 10	< 9	
Omble de fontaine < 15 °C	> 6.5	4.5	< 4	
> 15 °C	> 8.5	6.5	< 6	

Notes

La saturation en oxygène est préférable pour toutes les températures d'eau.

Tableau 9. Température quotidienne maximale moyenne de l'eau (°C) durant le développement de l'embryon.

Espèces	Excellente	Bonne	Pauvre	Notes
Truite brune	7 à 13	4 à 14	< 3 ou > 14	
Saumon de l'Atlantique	3 à 7	1 à 8	< 0.5 & > 9	
Omble de fontaine	4 à 11	2 à 15	< 1 à > 17	

8 - Alevins

Lors de l'éclosion des oeufs au début du printemps, les alevins vésiculés se déplacent dans les espaces libres dans le gravier. À ce moment-là, il y a de grosses pertes de jeunes poissons s'il y a du sable et du limon qui remplissent ces espaces puisque les alevins vésiculés ne peuvent pas sortir de la coquille ou s'allonger et se déplacer librement. Quand les alevins vésiculés absorbent le vitellus (jaune d'œuf) et qu'ils deviennent des alevins nageants, ils nagent en montant à travers le gravier pour vivre dans les aires peu

profondes à faible vélocité dans le cours d'eau. Encore là, le montant de sable et de limon dans le gravier doit être très bas pour leur permettre de nager en montant et leur fournir un couvert contre les prédateurs. Le processus de creuser un nid de fraie enlève le sable et limon du nid de fraie, mais si le montant de sable et de limon est élevé dans le substrat, il s'en revient dans le gravier du nid de fraie durant l'hiver.

9 – Habitat des alevins

Les alevins émergents sortent jusqu'à 100 m du nid de fraie. Ils s'avancent surtout vers l'aval alors qu'ils cherchent un habitat convenable. Si les densités sont trop élevées pour l'habitat disponible, les alevins de trop meurent en l'espace de quelques jours. Il est important que des aires peu profondes à faible vélocité avec du gravier propre et abondant soient facilement accessibles pour ces jeunes poissons.

Tableau 10. Substrat dans l'eau peu profonde à courant faible.

Espèces	Excellent	Bon	Pauvre	Notes
Alevins de la truite brune	Gravier	Galet	Gravier, galet ou sable enchâssés	
Alevins du saumon de l'Atlantique	Gravier	Galet	Gravier, galet ou sable enchâssés	
Alevins de l'omble de fontaine	Gravier	Galet	Gravier, galet ou sable enchâssés	
Alevins de salmonidés	Gravier	Galet	Gravier, galet ou sable enchâssés	

10 - Habitats des tacons (été et durant l'hiver)

Le facteur limitant primaire sur le tacon est la température de l'eau, qui est directement reliée à l'oxygène réduit et au manque de couvert convenable dans le cours d'eau.

Tableau 11. Écart des températures estivales (été) de l'eau (^{o}C) pour les salmonidés.

Espèces	Excellent	Bon	Pauvre	Notes
Truite brune	11 à 19	8 à 21	< 6 ou > 24	
Alevin	7 à 15	7 à 19	< 6 ou > 20	
Saumon de l'Atlantique	11 à 19	9 à 21	< 6 ou > 24	
Omble de fontaine	10 à 16	5 à 20	< 3 à > 22	

Salmonidés	10 à 16	8 à 20	< 6 ou > 22	Population mixte

Notes

- Il s'agit d'une variable très simple à surveiller et un facteur limitant très commun.
- La température doit être combinée avec l'oxygène pour trouver des habitats convenables.
- Pour les salmonidés dans les cours d'eau ou des conditions congestionnées, oxygène > 6 mg/L; dans les étangs ou les lacs où il n'y aucun courant, oxygène > 3 mg/L. Les niveaux en dessous de 6 mg/L ne doivent pas durer plus de deux semaines.

Protocole d'échantillonnage

Les températures quotidiennes minimales moyennes ont un plus grand effet sur la croissance et la survie de la truite que les températures minimales. La température qui supporte la meilleure croissance et survie est l'écart de température « excellent » ci-haut.

Techniques de restauration

- Développement des talwegs et des fosses
- Ajouter de la végétation dans la zone riveraine pour fournir plus d'ombrage

Tableau 12. Pourcentage des fosses durant l'arrière-saison de croissance, en période d'étiage (de basses eaux).

Espèces	**Excellent**	**Bon**	**Pauvre**	**Notes**
Truite brune	50 à 90	15 à 25	< 15	
Saumon de l'Atlantique	20 à 25	10 à 30	< 5	
Omble de fontaine	35 à 65	12 à 90	< 5	
Salmonidés				

Notes

Les évaluations devraient être effectuées durant les débits faibles d'été; si cela n'est pas possible, la profondeur de l'eau devrait être mesurée à la crête du radier en bas de la fosse et des estimations devraient être faites sur combien de fosses il y aurait si le débit était réduit de cette profondeur.

Protocole d'échantillonnage

Les fosses sont toutes des aires dans le cours d'eau qui sont plus profondes que la profondeur moyenne du cours d'eau. Ceci est mesuré ou estimé sur la base d'une section à la fois.

Équipement

Ruban de mesure et mètre à mesurer ou jalon.

Tableau 13. Classement des fosses durant la croissance de l'arrière-saison et la période de faible débit.

Espèces	Excellent	Bon	Pauvre	Notes
Truite brune	> 30 % de la superficie est composé de fosses de 1ière classe.	> 10 % mais < 30 % de la superficie sont des fosses de 1ière classe ou > 50 % sont des fosses de 2e classe.	< 10 % de la superficie sont des fosses de 1ière classe et < 50 % sont des fosses de 2e classe.	Voir les descriptions des classes de fosses ci-après.
Saumon de l'Atlantique	20 % de la superficie est composé de fosses de 1ière classe.	> 10 % mais < 20 % de la superficie sont des fosses de 1ière classe ou > 30 % < 50 % sont des fosses de 2e classe.	< 10 % de la superficie sont des fosses de 1ière classe et < 30 % sont des fosses de 2e classe.	Les fosses sont cruciales pour les tacons dans des conditions de faibles débits et pour les pré-saumoneaux durant l'hiver.
Omble de fontaine	> 30 % de la superficie est composé de fosses de 1ière classe.	> 10 % mais < 30 % fosses de 1ière classe ou > 50 % fosses de 2e classe.	< 10 % de la superficie sont des fosses de 1ière classe et < 50 % sont des fosses de 2e classe.	

Notes

Cette classification des fosses devrait être effectuée de concert avec l'évaluation du pourcentage des fosses.

Protocole d'échantillonnage

Classez toutes les fosses selon le plan de classification suivant:

Fosse de première classe: Large et profonde. La profondeur et la dimension de la fosse sont suffisantes pour fournir une aire de repos de faible vélocité. Plus de 30 % du fond de la fosse est obscurci à cause de la profondeur, de la turbulence en surface ou la présence de structures telles que des billots, des piles de débris, des rochers, ou bien des berges et de la végétation en surplomb. Ou bien, la plus grande profondeur de la fosse est > 1,5 m dans le cours d'eau d'une largeur de < 5 m, ou > 2 m de profondeur dans les cours d'eau d'une largeur de > 5 m.

Fosse de deuxième classe: Dimension modérée et profondeur de > 45 cm à débit faible. La profondeur et la dimension sont suffisantes pour fournir une aire de repos de faible vélocité (> 0,5 m/s). De 5 % à 30 % du fond est obscurci de la turbulence en surface, de la profondeur ou la présence de structures. Les fosses typiques de deuxième classe sont

de gros tourbillons de turbulence derrières les rochers et de faible vélocité; ce sont des aires modérément profondes en dessous de berges et de végétation en surplomb.

Fosse de troisième classe: Petite ou peu profonde de < 45 cm à débit faible. La profondeur et la dimension sont suffisantes pour fournir une aire de repos de faible vélocité. Le couvert, s'il est présent, aura la forme d'ombrage, de turbulence de surface ou de structures très limitées. Les fosses typiques de troisième classe sont des aires larges, peu profondes et à vélocités réduites des cours d'eau, ou bien de petits tourbillons derrières les rochers. Presque tout l'ensemble du fond de la fosse est discernable.

Fosse de quatrième classe: Des sections peu profondes du cours d'eau avec gradient faible; la dimension et la profondeur sont suffisantes pour offrir des aires de repos aux tacons. Le couvert est limité aux espaces sous le substrat. L'ensemble du fond est discernable.

Équipement

Mètre à mesurer ou jalon pour mesurer les profondeurs

Tableau 14. Substrat utilisé pour couvert de fuite et habitat hivernal pour les petits juvéniles.

Espèces	**Excellent**	**Bon**	**Pauvre**	**Notes**
Truite brune	Galet	Gravier	Sable	Non enchâssé
Saumon de l'Atlantique	Galet	Galet	Sable	Non enchâssé
Omble de fontaine	Voir la note	Galet	Sable	Les berges sous-cavées et les gros débris organiques fournissent un couvert/abri dans les fosses. Les petits poissons utilisent du galet non enchâssé dans le cours d'eau comme couvert.

Note

Les truites peuvent utiliser des cours d'eau avec fonds de sable ou de limon s'ils ont suffisamment de couvert pour tous les stades de vie.

Protocole d'échantillonnage

Mesurez des parcelles de 50 cm x 50 cm sur le fond du cours d'eau et estimez le pourcentage de chaque type de fond convenable comme couvert dans les aires de radiers, de plats et de fosses.

Équipement

Ruban de mesure.

Tableau 15. Pourcentage du couvert durant la croissance de l'arrière-saison et les habitats durant l'hiver.

Espèces	Excellent	Bon	Pauvre	Notes
Truite brune	> 30	20	15	Période de basse eau à des profondeurs de > 15 cm et des vélocités près du fond de < l5 cm/s
Juvénile	> 15	10	5	
Saumon de l'Atlantique	> 40	20	10	Le galet non enchâssé est excellent. Le gravier non enchâssé est bon.
Omble de fontaine	> 25	15	5	Substrat comme pour le saumon, ou végétation, gros débris organique, ou berges sous-cavées.

Protocole d'échantillonnage

Estimation visuelle du pourcentage de couvert dans une section.

11 – Habitat des pré-saumoneaux

Les pré-saumoneaux du saumon de l'Atlantique passent leur dernier hiver dans la rivière à se nourrir activement dans les fosses. Le meilleur habitat se trouve dans les fosses de première ou de deuxième classe avec un couvert de glace. Ceci offre une diversité de couvert, suffisamment large pour les pré-saumoneaux et le couvert de glace aide à réguler la température de l'eau. Cependant, ces fosses sont souvent manquantes et elles peuvent limiter la population en limitant la survie durant ce dernier stade dans le cours d'eau.

Quand les salmonidés se déplacent vers l'aval, ils font face au courant. Ils se déplacent dans le cours d'eau pour trouver des vélocités de 45 à 60 cm/s pour les transporter en aval. Dans les étangs et les lacs, où les vélocités descendent en bas de 15 cm/s, ils se retournent et nagent avec le courant ou suivent la berge en cherchant la sortie. La profondeur de la nage est à mi-eau où l'on peut voir le fond et à la profondeur du disque de Secchi dans l'eau profonde et colorée. Les obstructions comprennent les embâcles de débris et surtout les barrages parce qu'ils ont des décharges non naturelles. Les barrages forcent souvent le poisson à descendre plus bas dans l'eau pour trouver les décharges de fond ou bien de monter près de la surface sans le guidage d'un fond en pente pour trouver les décharges en surface. Afin d'évaluer ces obstructions, il faut déterminer si les poissons vont trouver la décharge à leur profondeur de nage et leur vélocité préférées.

12 – Qualité générale de l'eau

Tableau 16. Écart des valeurs de pH tolérées. Utilisez la mesure la plus élevée et la plus basse.

Espèces	Excellent	Bon	Pauvre	Notes
Truite brune	6,8 à 7,8	6 à 8,4	< 5,5 & > 8,6	
Acide organique		5,5 +	< 5,0	
Saumon de l'Atlantique	> 6	> 5,5	< 5,0	
Acide organique		5,0 à 5,4	< 4,7	
Omble de fontaine	6,5 à 8	5,5 à 8,5	< 5 & > 9	
Acide organique			< 4,2	Besoin d'un pH de 5,5 à 8 dans les sources ou les suintements pour frayer.

Note

Si l'eau est sans couleur, utilisez les valeurs sur la même ligne que le nom de l'espèce. Si l'eau a la couleur du thé, elle contient des acides organiques, donc utilisez les niveaux d'acide organique suivant l'espèce. Les acides organiques sont produits dans les marais et les tourbières; ils sont moins toxiques que l'acidité des pluies acides et, de fait, ils atténuent plusieurs des effets de la pluie acide en liant les métaux lourds.

Pour les habitats lacustres, mesurez le pH dans la zone ayant la meilleure combinaison d'oxygène dissout et de température.

Protocole d'échantillonnage

Durant les périodes de faibles débits, la plupart de l'eau dans un cours d'eau est de l'eau souterraine et ce débit aura le pH le plus élevé que l'on peut s'attendre à trouver durant l'année. On trouve le pH bas durant les périodes de débits élevés, surtout avec la fonte des neiges au printemps. Les événements de précipitation de l'ouest et du sud-ouest sont très acides parce qu'ils viennent des régions très industrialisées. Le mieux, ce sont des échantillonnages d'évaluations réguliers ou une surveillance continuelle, bien que cela exige plus de temps. Pour trouver les facteurs limitants, échantillonnez durant la période où l'on s'attend à ce que le pH sera le plus bas.

Tableau 17. Niveau quotidien minimal moyen de l'oxygène dissout (mg/L) durant le développement de l'embryon.

Espèces	Excellent	Bon	Pauvre	Notes
Truite brune < 10 °C	> 10	> 7	< 6	
> 10 °C	> 13	> 10	< 9	
Saumon de	> 6.5	4.5	< 4	

l'Atlantique < 15 °C				
>15 °C	> 8.5	6.5	< 6	
Omble de fontaine < 15 °C	> 6.5	4.5	< 4	
> 15 °C	> 8.5	6.5	< 6	

Note

La saturation en oxygène est préférée pour toutes les températures d'eau.

Protocole d'échantillonnage

Il s'agit d'une variable importante, mais très difficile à échantillonner durant l'hiver. Cet échantillonnage devrait être effectué si l'on s'attend qu'une demande biologique élevée ou une demande chimique en oxygène soit créée par les activités d'utilisation des terres dans le bassin versant. Ce n'est pas un facteur limitant commun.

13 – Structure et stabilité générales du cours d'eau

Sédimentation & sols suspendus

Un gros volume de sédiments en suspension va réduire la pénétration de la lumière et l'activité photosynthétique du phytoplancton, des algues et des plantes aquatiques enracinées, surtout celles plus loin de la surface. Dans l'ensemble, les sédiments en suspension mènent à moins de plantes photosynthétiques qui serviraient de sources d'alimentation pour les insectes, ce qui mène ainsi à une réduction de la nourriture pour le poisson.

Quand les sédiments sont introduits dans les eaux de surface, ils sont soit déposés sur le lit du cours d'eau ou du lac, ou bien suspendus dans la colonne d'eau (charge en suspension). La charge de fond, ce sont de grosses particules de sédiment qui se déplacent en rebondissant et en roulant le long du fond. En général, la charge en suspension dans l'eau courante est composée de grains d'un diamètre de moins de 0,5 mm. Les charges en suspension dans les lacs sont normalement composées des plus petites fractions sédimentaires, telles que le limon et l'argile.

Le courant d'eau transporte les particules à la fois dans la charge de fond et dans la charge en suspension. Étant donné que les particules dans la charge de fond se déplacent en rebondissant ou en roulant le long du fond, le transport de la charge de fond se fait dans les eaux qui coulent. Ces particules de la charge de fond tombent dans les espaces entre le gravier et le galet dans le fond du cours d'eau et elles réduisent l'habitat des invertébrés, le refuge et le couvert hivernal pour les poissons juvéniles et elles remplissent les lits de frai. Le volume de sédiments transportés, qu'il s'agisse de la charge en suspension ou de la charge de fond, va dépendre de la dimension des particules et de la vélocité du débit. Une vélocité plus élevée peut transporter un plus grand nombre

de grosses particules que ne le peut un courant plus lent. Tout sédiment transporté par l'eau est voué à être déposé à mesure que la vélocité du débit diminue.

Le montant de sédiments déposés sur un substrat rocheux peut être défini quantitativement par une estimation du pourcentage de l'enchâssement. Le pourcentage d'enchâssement est le degré selon lequel les sédiments fins, tels que le sable, le limon et l'argile, remplissent les interstices entre les roches dans un substrat.

Un substrat avec un enchâssement de 70 % va causer des changements dans la structure de la faune macroinvertébrée et la plupart des alevins et des tacons vont quitter la zone ou mourir lorsque les niveaux d'enchâssement vont atteindre 50-60 %.

<u>Écart optimal</u>

0 à 10 % d'enchâssement	Excellentes conditions
< 25 % d'enchâssement	Bonnes conditions
25 – 50 % d'enchâssement	Conditions adéquates
50 – 75 % d'enchâssement	Pauvres conditions
> 75 % d'enchâssement	Pauvres conditions

Veuillez noter que la truite peut s'épanouir dans des cours ayant un enchâssement élevé si les sources et les suintements utilisés pour le frai sont propres et s'il y a un couvert abondant dans le cours d'eau sous forme de berges érodées (sous-cavées) et de gros débris organiques.

Un guide sur le pourcentage d'enchâssement (Hamilton 1984):

- *0 % enchâssement* = Aucun sédiment fin sur le substrat.
- *25 % enchâssement* = Les roches sont à moitié entourées de sédiments et ne sont pas couvertes de sédiments.
- *50 % enchâssement* = Les roches sont complètement entourées de sédiments, mais ne sont pas couvertes de sédiments.
- *75 % enchâssement* = Les roches sont complètement entourées de sédiments et à moitié couvertes de sédiments.
- *100 % enchâssement* = Les roches sont complètement entourées de sédiments et complètement couvertes de sédiments.

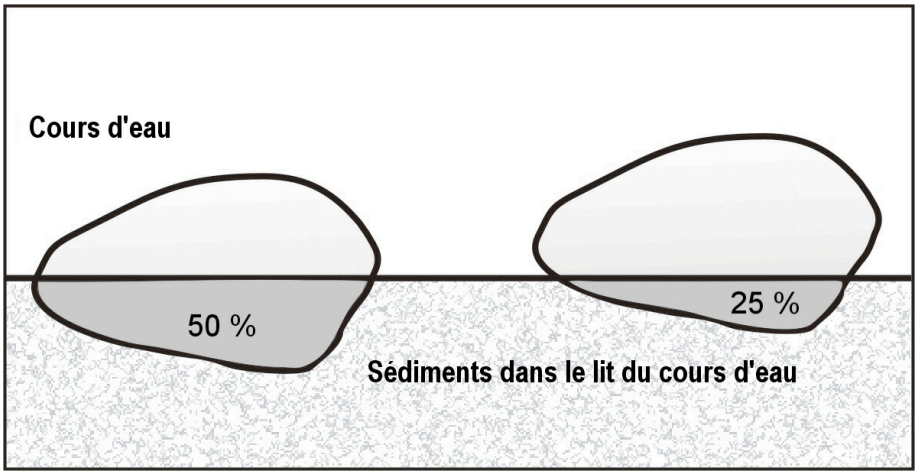


Figure 14. Un exemple d'enchâssement dans le substrat.

Les solides en suspension devraient être maintenus à un minimum. Les directives américaines et européennes pour les cours d'eau de salmonidés fixent une limite supérieure de 25 mg/L comme moyenne à long terme à 80 mg/L dans un échantillon instantané (pris au hazard). Les directives canadiennes (CCME) pour la vie aquatique fixent une limite de 10 mg/L au dessus des niveaux naturels pour les cours d'eau dont le niveau naturel est de moins de 100 mg/L. À mesure que les niveaux de solides en suspension s'élèvent au dessus de 25 mg/L, les salmonidés perdent la capacité de voir la nourriture flottante et les insectes se détachent du substrat et partent à la dérive. La croissance et la condition du poisson sont réduites le plus longtemps que les solides en suspension sont > 25 mg/L durant la saison de croissance.

Les charges de fond dans les cours d'eau des Maritimes sont principalement composées de sable et de limon provenant de l'érosion causée par une mauvaise utilisation des terres et par des structures mal conçues dans le cours d'eau, telles que des ponceaux et des ponts, etc. À mesure que cette charge de fond remplit les substrats de gravier/galets/roches, elle empêche la rivière de trier ces substrats plus lourds les « cimentant » dans le lit. Il en résulte une rivière ayant une coupe transversale moins profonde avec un développement appauvri des talwegs et des fosses et qui est trop large d'environ 20 %.

Options de restauration

Billots creuseurs, seuils de roches, déflecteurs.

Tableau 18. Pourcentage de la superficie du cours d'eau ombragée entre 10h00 et 14h00 (pour les cours d'eau de < 50 m de large).

Espèces	Excellent	Bon	Pauvre	Notes
Truite brune	50 à 75	> 25	< 10	Ne pas utiliser pour le froid < 18^0 C, maximum d'été
Saumon de l'Atlantique	50 à 75	> 25	< 10	

Omble de fontaine	50 à 75	> 25	< 10	Ne pas utiliser pour le froid < 18^0 C, maximum d'été

Protocole d'échantillonnage

Estimez le pourcentage de la section ombragée durant une journée ensoleillée. Il y a des miroirs convexes avec des grilles sur eux pour l'estimation du couvert de la voûte forestière; ils sont utiles, mais pas nécessaires.

Tableau 19. Type de substrat dominant dans les aires de radier/plat & de production de nourriture.

Espèces	Excellent	Bon	Pauvre	Notes
Truite brune	A	B	C	Voir ici-bas
Saumon de l'Atlantique	A	B	C	Voir ici-bas
Omble de fontaine	A	B	C	Voir ici-bas

Pour tous les salmonidés, le substrat dominant (> 50 % de la superficie):

A) Gravats ou petits rochers, ou la végétation aquatique dans les zones des sources, dominent; montants limités de gravier, de grosses roches ou de roche-mère.
B) Gravats, gravier, rochers et fines s'y trouvent en montants approximativement égaux, ou bien les mélanges de gravats/gros gravier sont dominants. La végétation aquatique peut, ou peut ne pas, être présente.
C) Fines, roche-mère, petit gravier ou grosses roches dominent. Gravats et petites roches sont insignifiants < 25 %.

Tableau 20. Pourcentage de fines (< 3 mm) dans les radiers et les plats.

Espèces	Excellent	Bon	Pauvre	Notes
Truite brune	< 10	10 à 25	> 35	
Saumon de l'Atlantique	< 10	10 à 25	> 35	
Omble de fontaine	< 15	15 à 35	> 45	

Protocole d'échantillonnage

Combinez l'estimation des deux variables ci-haut. Mesurez des parcelles de 50 cm x 50 cm dans les zones de radiers et estimez les types de substrat.

Tableau 21. Indice de la végétation (arbres, arbustes et herbes) le long de la berge du cours d'eau durant l'été pour les apports allochtones (couverture de feuilles mortes). L'indice de végétation est 2 (% arbustes) + 1,5 (% herbes) + 1(% arbres) + 0 (% sol nu) = pointage ici-bas.

Espèces	Excellent	Bon	Pauvre	Notes
Truite brune	> 120	60 à 120	< 40	

Saumon de l'Atlantique	> 120	60 à 120	< 40	
Omble de fontaine	> 120	90	< 60	

Tableau 22. Pourcentage moyen de végétation enracinée et couvert terrestre rocheux stable le long des berges du cours d'eau durant l'été.

Espèces	**Excellent**	**Bon**	**Pauvre**	**Notes**
Truite brune	> 75	40 à 75	< 30	
Saumon de l'Atlantique				
Omble de fontaine	75	40 à 75	< 25	

Protocole d'échantillonnage

Estimations visuelles des types de végétation et pourcentage de végétation enracinée sur les deux berges en prenant des sections de 10 m (5 m à votre droite et 5 m à votre gauche) quand vous faites face à la berge. Faites la somme des totaux pour la section.

Tableau 23. Régime annuel moyen du débit de base durant la fin d'été ou la période de débit faible en hiver comme pourcentage du débit quotidien annuel moyen (pied cube par seconde – pcs).

Espèces	**Excellent**	**Bon**	**Pauvre**	**Notes**
Salmonidés	50	30	20	

Débit de pointe annuel moyen comme multiple du débit annuel moyen. Pour l'habitat convenable aux embryons et aux alevins, utilisez les débits moyens et de pointe qui se produisent du temps de la ponte jusqu'à deux semaines après l'émergence des alevins.

Tableau 24. Débit de pointe annuel moyen comme multiple du débit quotidien annuel moyen.

Espèces	**Excellent**	**Bon**	**Pauvre**	**Notes**
Salmonidés	2 à 3	> 1 et < 4.5	1 et > 5	

Protocole d'échantillonnage

Ce sont des variables difficiles à surveiller si le cours d'eau n'a pas de station de jaugeage ou une échelle limnimétrique avec des courbes de durée de débits. Cependant, un problème peut être constaté en observant les débits et en estimant lesquelles des catégories ci-haut correspondent au cours d'eau. En général, les bassins versants boisés avec des sols perméables tombent dans la catégorie « excellent ». Les bassins versants développés avec surfaces imperméables tombent dans les catégories plus « pauvres ».

Options de restauration

Contrôle du ruissellement et s'assurer que les zones d'eau souterraine sont rechargées.

14 – Habitat lacustre

Les mêmes variables de qualité de l'eau, du couvert et de l'habitat physique s'appliquent aux lacs. Les lacs sont souvent des aires de repos/retenue pour les saumons adultes durant l'été et ils peuvent avoir une petite population de tacons quand la population dans le bassin versant est élevée ou durant les périodes où les habitats du cours d'eau ne sont pas convenables et que les jeunes poissons retournent dans les lacs. Les lacs peu profonds sont chauds dans l'ensemble de la colonne d'eau et ils ont généralement des températures d'eau qui sont trop élevées pour l'habitat « bon » durant le milieu d'été. Les lacs plus profonds se stratifient avec l'eau chaude sur la surface et l'eau plus froide sur le fond et ils sont convenables pour le poisson de 3 à 6 mètres de profondeur. Les poissons cherchent leur température d'eau préférée. Si la charge organique dans le lac est faible, alors les matières en décomposition dans les eaux froides ne vont pas réduire le niveau d'oxygène en dessous de 6 mg/L et le saumon va y rester et les truites vont bien grandir. Si la charge organique ou la charge nutritive est élevée, l'oxygène sera épuisé et ces aires de refuges en eau froide seront perdues. Les profils des températures et de l'oxygène durant la fin de l'été définissent ce facteur limitant.

B) Gaspareau (Alosa pseudoharengus) et Alose d'été (Alosa aestivalis)

Estuaire

Les juvéniles, qui migrent vers l'estuaire en fin d'été, demeurent dans l'estuaire jusqu'à ce que la majeure partie de la population retourne de ses aires d'alimentation marines le printemps suivant. Les gaspareaux et les aloses adultes ont une tolérance élevée pour les changements de salinité et ils peuvent passer rapidement de l'un à l'autre. Les deux espèces font escale près de la ligne extrême des eaux de marée en attendant les bonnes températures d'eau dans la rivière.

Température de l'eau

Les gaspareaux commencent à migrer dans l'eau douce au printemps quand la température s'élève au dessus de 11 ^{o}C. Le taux de migration varie directement avec le taux de montée de la température de l'eau. La meilleure migration se produit typiquement durant les journées chaudes et ensoleillées quand la température monte rapidement et elle ralentit durant la nuit à mesure que la température commence à descendre. Ceci a déjà été mépris pour le besoin de lumière, mais les gaspareaux vont migrer tard en soirée si les températures de l'eau continuent à monter. Les températures optimales pour la migration et le frai se situent entre 16 et 20 ^{o}C. Donc, la migration commence en avril dans le sud et elle continue aussi tard qu'à la fin de juin dans les régions du nord des Maritimes.

L'alose d'été commence à migrer à 14 °C; elle atteint typiquement son apogée de deux à trois semaines plus tard que les gaspareaux, bien que les montées se chevauchent. Les températures optimales de migration sont entre 17 à 26 °C.

Vélocités

Les deux espèces préfèrent migrer contre les courants de 30 à 50 cm/s vers les eaux plus lentes pour y faire escale et s'y reposer. Des aires de repos convenables doivent être disponibles dans la rivière à au moins chaque autre segment d'habitat ou à chaque douze largeurs de chenal.

Profondeurs de l'eau durant la migration en eau douce

L'eau doit être plus profonde que leur corps. Ils nagent typiquement avec leur nageoire dorsale à mi-eau là où vous pouvez voir le fond ou bien à la profondeur d'un disque de Secchi dans les eaux plus profondes. Cela veut dire qu'ils montent et descendent dans la colonne d'eau sans changer d'intensité lumineuse. Les deux espèces sont des poissons qui se rassemblent en bancs et qui migrent en bancs formés en un V horizontal composé de quatre à cinq poissons. Si le poisson de tête suit la vélocité et la profondeur préférées, les vélocités plus élevées et les eaux moins profondes pourraient arrêter les autres. C'est pourquoi les passes migratoires du genre fosses et gradins fonctionnent mieux parce que les bancs de poissons peuvent monter ensemble par dessus le déversoir.

Turbulence

Ces poissons sont comprimés latéralement et ne tolèrent pas de turbulence provenant du côté.

Alimentation

Ces deux espèces se nourrissent de zooplancton et elles vont également manger des œufs de poisson. Elles se nourrissent durant la migration, mais la nourriture de dimension convenable est rarement disponible.

Profondeur et substrats pour le frai

Les gaspareaux frayent dans les fosses, dans les eaux stagnantes et dans les lacs, là où le courant est faible et la profondeur de l'eau est entre 15 cm et 3 m. L'abri est considéré comme une variable importante et, bien qu'il puisse s'agir de la végétation, c'est normalement la couleur de l'eau dans les rivières des Maritimes.

Les aloses d'été frayent là où les courants d'eau sont plus rapides dans les sections plus profondes de la rivière ou dans les aires marginales inondées. Les deux espèces frayent par dispersion. En partant, leurs œufs collent au matériel du fond, mais ils perdent leur propriété adhérente après quelques heures dans l'eau.

Alevinage et juvéniles

Les oeufs éclosent en trois à quatre jours à 20 °C et les poissons demeurent dans les eaux chaudes peu profondes à se nourrir de zooplancton. La survie est surtout étroitement liée à la disponibilité de la nourriture avec un optimum de 100 zooplanctons/L. Les juvéniles sont concentrés dans la zone littorale des lacs et des eaux stagnantes.

Migration vers l'aval

Les adultes retournent à la mer après le frai et les taux de répétition (multifrai) sont aussi élevés que 60 %. Les juvéniles descendent vers l'aval en fin d'été en réaction aux eaux de températures plus froides. Ils nagent également à mi-eau là où l'on peut voir le fond et à la profondeur d'un disque de Secchi dans les eaux plus profondes ou durant la nuit. Il doit y avoir un passage en aval à ces profondeurs pour qu'ils puissent trouver le courant. Ceci peut être un problème aux barrages ayant des dégorgeoirs profonds et près de la surface.

Structure générale du cours d'eau

Les gaspareaux utilisent des rivières avec des lacs et des eaux stagnantes qui réchauffent l'eau rapidement durant les journées chaudes du printemps. Ils migrent tout au long jusqu'aux lacs de tête (d'amont). Un chenal de cours d'eau bien développé avec des fosses et un bon talweg fournissent un bon habitat de migration. Les longs plats, les ponceaux perchés et les barrages fragmentent l'habitat.

Les aloses d'été ne migrent pas très loin en montant la rivière et on les trouve dans les sections inférieures dans les plats creux et les eaux arrêtées (bras morts).

C) Éperlan arc-en-ciel (Osmerus mordax)

Migration de reproduction

L'éperlan fraye la nuit et la plupart d'entre-eux retournent à la marée la nuit. Si les cours d'eau sont proches, alors le poisson peut frayer dans plusieurs cours d'eau durant la même année. La migration commence tôt au printemps et, dans plusieurs cas, a lieu sous la glace.

Température de l'eau

L'éperlan fraye à des températures situées entre 4 et 9 °C; cependant, on sait aussi qu'il fraye à l'occasion dans des eaux situées entre 10 et 15 °C dans le Nord du Nouveau-Brunswick. Le temps de l'éclosion est relié à la température: 25 jours à 7 °C et 8 jours à 16 °C.

Profondeur de l'eau

La profondeur de l'eau varie entre 0,1 m et 1,3 m.

Type de substrat

Le type de substrat est typiquement composé de gravier, avec des vélocités d'eau de 0,6 à 0,8 m/s. Les taux de survie sont très bas, de l'ordre de 1 à 2 %.

Structure générale du cours d'eau

De bonnes fosses en cours d'eau, une bonne structure de talweg et du gravier non enchâssé dans les sections inférieures de la rivière; tout cela assure la meilleure migration et survie des larves.

D) Anguille d'Amérique (Anguilla rostrata)

Frai

Selon la numération des larves, il semble que le frai se passe dans la mer des Sargasses, au sud des Bermudes, de février à avril. Les adultes meurent après le frai. Les larves sont transportées par les courants océaniques et elles passent jusqu'à deux ans en mer. Les larves se métamorphosent en civelles après un an et se métamorphosent une fois de plus quand elles entrent dans les zones côtières pour devenir des anguilles jaunes. Elles entrent dans les eaux douces au début du printemps. Une fois en eau douce, elles nagent activement vers l'amont contre des vélocités modérées et elles se reposent dans les aires de faible vélocité. Les anguilles continuent à remonter vers l'amont à mesure qu'elles avancent en âge.

Type de substrat

Le type de substrat varie, mais elles ont besoin d'un couvert (abri) excellent dans le substrat ou dans les débris organiques. Elles se nourrissent de tout ce qui vit dans le même habitat.

Pour de plus amples renseignements, visitez http://www.nwrc.usgs.gov/wdb/pub/hsi/hsiintro.htm pour les indices de qualité de l'habitat et le profil des espèces.

3.2 FICHES D'ÉVALUATION DES BASSINS VERSANTS ET DES COURS D'EAU

Chaque juridiction et même chaque ministère au sein de ces juridictions, ont développé leurs propres méthodologies et formulaires d'évaluation des cours d'eau. Les données recueillies sont utiles pour déterminer les besoins de base pour un plan de restauration et pour comparer aux données recueillies en utilisant la même méthodologie plusieurs années plus tard pour en documenter les changements. Il y a une méthodologie qui a été utilisée au Nouveau-Brunswick pendant plusieurs années; on peut obtenir ces formulaires et directives sur comment recueillir les données auprès du biologiste de district provincial et des biologistes locaux de protection de l'habitat du poisson. En Nouvelle-Écosse, le « Nova Scotia Adopt-a–Stream Manual » contient des formulaires à utiliser pour la cueillette de données sur l'historique des activités dans le bassin versant, sur les

problèmes courants en matière d'utilisation des terres, ainsi que pour l'évaluation de l'habitat dans le cours d'eau. Le MPO a également utilisé une approche modifiée de l'indice de qualité de l'habitat qui est basée sur les modèles de l'habitat de l'omble de fontaine. Cette dernière approche est similaire au processus présenté ci-haut pour plusieurs espèces.

À l'Î.-P.-É., plusieurs techniques ont été utilisées et les biologistes locaux sur l'habitat peuvent être consultés.

Avant de commencer une évaluation, vous devriez communiquer avec votre biologiste local sur l'habitat pour vérifier si la rivière a déjà été évaluée et quels avantages il y aurait de répéter la même méthodologie d'évaluation. L'élément clé, c'est de demander s'il y aura quelqu'un ayant la capacité d'interpréter l'évaluation d'une manière qui sera utile pour répondre aux objectifs du projet.

Les formulaires ci-après sont présentés sous forme de résumé; ils peuvent être utilisés pour organiser les conclusions découlant du processus de « penser comme un poisson » et en utilisant le diagramme de *l'Évaluation et plan d'action - habitats des estuaires et des bassins versants* à la page 12. N'oubliez pas qu'il s'agit d'un processus qui comprend un apprentissage sur les bassins versants et sur les impacts des activités. Il s'agit d'un processus progressif qui comprend l'évaluation, les actions, la surveillance et la révision dans un cycle continuel. Grâce à cette approche, la productivité des habitats aquatiques peut être restaurée et maintenue.

3.2.1 Instructions sur le Guide d'évaluation et de planification à l'échelle du bassin versant

Sur la prochaine page, il y a un formulaire qui devrait être complété avec l'information suivante:

- La date que l'évaluation fut complétée.
- La localisation de la section de rivière ou du sous-bassin versant et comment celle-ci fut définie. À titre d'exemple, le formulaire peut être complété pour chaque 50 m de cours d'eau ou pour la section qui coule à travers la propriété d'un individu ou à l'intérieur des limites d'une municipalité. La chose importante à faire, c'est d'effectuer l'évaluation de l'ensemble du bassin versant et de noter exactement la localisation de cette section avec les coordonnées du GPS ou d'une grille cartographique.
- Évaluateurs: le nom des gens engagés dans l'évaluation.
- Catégorie: celles-ci peuvent être subdivisées pour aider l'évaluation en abordant les problèmes communs dans le bassin versant.
- Énumérez chaque problème d'utilisation des terres qui est identifié.
- Emplacement: notez le GPS ou la référence cartographique pour chaque site problématique.
- Action requise: faire des suggestions quant au type d'actions qui devraient être entreprises. À titre d'exemple, inviter les propriétaires fonciers à adopter des

pratiques de gestion optimales, ou bien d'ajouter de l'enrochement à la berge etc.

- Priorité: sur une échelle de un à dix, avec « un » étant le plus important, indiquez la nécessité d'accomplir ce travail pour atteindre les objectifs.

Guide pour l'évaluation et la planification à l'échelle du bassin versant

Date: _____ Bassin versant / Section: _____

Coordonnées UTM (départ et arrivée): _____E, _____N

Évaluateurs: _____

Catégorie	Nature des problèmes	Endroit	Actions requises	Priorité
Fragmentation de l'habitat				
Problèmes d'utilisation des terres				
Qualité de l'eau				
Qualité et processus riverains				
Qualité de l'habitat physique				

Évaluation du cours d'eau

Ce formulaire est conçu de sorte à être complété sur la base d'une section à la fois ou pour un sous-bassin versant alors que vous « pensez comme un poisson » pour les salmonidés. Une approche similaire peut être utilisée pour les autres espèces. L'évaluation de la qualité comme étant soit « Bonne, Pauvre ou Non soutenable » va concentrer les efforts de restauration qui doivent être entamés.

Formulaire récapitulatif de l'évaluation du cours d'eau

Rivière	Date	Évaluateur(trice)
Numéro de la section	GPS au départ	GPS à l'arrivée
Météo	Température de l'air	Température de l'eau
Stade (de vie):	Variable:	Qualité:
Migration	Profondeur moyenne de l'eau	
	Vélocité de l'eau (m/s)	
	% Fosse	
	Classe de la fosse	
	Fréquence des fosses	
Frai	Profondeur de l'eau	
	Vélocité de l'eau	
	Qualité du substrat	
	Disponibilité de graviers	
	Couvert (abri)	
Oeuf	O_2 dissout en hiver	
	Température quotidienne maximale	
Alevin vésiculé	Enchâssement	
Alevin	Qualité du substrat	
	Aires peu profondes	
Tacon	Température de l'eau en été	
	% de fosses en automne et durant l'hiver	
	Classe de la fosse	
	Couvert / abri dans le substrat	
	Couvert / abri durant l'hiver	
Pré-saumoneau	Fosses couvertes de glace	
Migration vers l'aval	Vélocités	
	Obstacles	
Qualité de l'eau	pH	
	O_2 dissout	
	Limpidité	
Stabilité générale	Enchâssement	
	Ombrage	
	Indice de la végétation	
	Végétation vs sol dénudé	
	Étiage (basses eaux) comme % annuel	
	Débit de pointe	

3.3 COÛTS D'UN PROJET

Les coûts d'un projet varient selon le niveau des capacités de ceux embauchés pour effectuer le travail et la disponibilité de la main-d'œuvre bénévole. La plupart des groupes ont découvert que la mise en chantier d'un projet exige beaucoup de temps pour compléter la planification, rédiger la demande de financement, parler aux propriétaires fonciers, demander les permis et ensuite réellement effectuer le travail sur le terrain. Si des fonds sont disponibles pour un coordinateur de projet, alors les projets vont aller de l'avant plus vite et seront mieux coordonnés que si tout le travail de planification et d'organisation dépend des volontaires. Cependant, des volontaires ont complété quelques-uns des meilleurs projets réalisés jusqu'à présent et, dans certains cas, un individu à lui seul a réalisé toute la planification avec succès.

Les coûts de projet peuvent varier grandement d'une organisation à l'autre et d'un site à l'autre. Planifiez de minimiser les coûts en utilisant autant que possible des matériaux disponibles sur ou près du site et en profitant autant que possible des dons en nature et du temps des bénévoles. En impliquant les commerces, les propriétaires et les volontaires locaux, cela aide à bâtir un sentiment d'appartenance quant au travail et à la santé des habitats aquatiques, ce qui se traduit en une intendance de cette ressource.

3.4 PERMIS

3.4.1 Permis et approbation du fédéral

3.4.1.1 Autorisation du MPO

La *Loi sur les pêches* du Canada (Section 35) stipule qu'il est illégal de détériorer, détruire ou perturber l'habitat du poisson sans l'autorisation du Ministre de Pêches & Océans.

Les promoteurs de projets sont responsables de l'évaluation des impacts de leurs activités sur la capacité productive (biotique) des habitats aquatiques de produire du poisson, qui contribue à une pêche autochtone, commerciale ou récréative. Si le projet va détériorer, détruire ou perturber l'habitat du poisson, une lettre d'autorisation peut être obtenue auprès du bureau régional du MPO.

La restauration de l'habitat, lorsqu'elle est effectuée d'une manière appropriée, ne va pas perturber l'habitat d'une manière nuisible. Afin de s'assurer que le projet est bien planifié, des consultations devraient avoir lieu auprès du bureau de secteur local du MPO et une lettre d'approbation devrait être obtenue. Le MPO est relié à d'autres systèmes fédéraux et provinciaux de délivrance de permis par l'entremise d'un réseau de renvois. En communiquant avec le bureau de secteur local du MPO, des conseils pertinents seront disponibles sur la préparation de d'autres demandes de permis reliés à la restauration.

Division des océans et de l'habitat
Moncton, Nouveau-Brunswick
Téléphone: (506) 851-7768

Pêches et Océans Canada
Division des océans et de l'habitat
Tracadie-Sheila, Nouveau-Brunswick
Téléphone: (506) 395-7722

Pêches et Océans Canada
Division des océans et de l'habitat
Antigonish, Nouvelle-Écosse
Téléphone: (902) 863-5670

Pêches et Océans Canada
Division des océans et de l'habitat
Charlottetown, Île-du-Prince-Édouard
Téléphone: (902) 566-7839

3.4.1.2 Loi canadienne sur l'évaluation environnementale

Si les travaux proposés vont nuire à l'habitat du poisson d'une manière quelconque, une autorisation sera nécessaire de la part du MPO. Cette autorisation déclenche la *Loi canadienne sur l'évaluation environnementale*. En ce moment, le travail de restauration effectué à la main est exempté d'un examen par la LCÉE. Cependant, si de la machinerie doit être utilisée dans un cours d'eau, l'activité peut déclencher un examen environnemental. Certaines des structures utilisées en restauration sont approuvées par l'entremise d'un processus d'examen préalable par catégorie; donc, si les travaux doivent être effectués selon les méthodes approuvées, il pourrait ne pas être nécessaire de préparer un énoncé formel des incidences environnementales.

3.4.1.3 Loi sur les espèces en péril

Cette loi stipule qu'il est illégal de perturber les habitats des espèces menacées ou en péril énumérées dans les réglementations. On peut trouver de l'information sur la liste courante et sur la désignation des habitats critiques au http://www.registrelep.gc.ca/default_f.cfm . Une demande pour des travaux de restauration sera examinée pour les impacts sur ces espèces; cependant, il est bon de vérifier avant d'entamer une planification détaillée. Le plan de restauration d'un bassin versant devrait inclure la protection et la restauration des habitats des espèces inscrites dans cette liste. Toutes les techniques dans le présent manuel visent la restauration de la productivité naturelle du cours d'eau, mais cela peut parfois entrer en conflit avec l'une ou plusieurs de ces espèces.

3.4.1.4 Loi sur la protection des eaux navigables

Une eau navigable est tout plan d'eau capable d'être navigué par des vaisseaux flottants de toute description pour fins de transport, de commerce ou de récréation. Ceci inclut à la

fois les eaux intérieures et côtières. L'autorité finale de déterminer la navigabilité d'un cours d'eau revient au Ministre de Transports Canada ou son/sa représentant.e désigné.e. Un permis est requis pour tous travaux, y compris:

- tout pont, estacade, barrage, quai, embarcadère, jetée, tunnel ou pipe, ainsi que les approches ou autres ouvrages nécessaires ou associés,
- tout déchargement de remblai ou toute excavation de matériaux du lit d'une eau navigable,
- tout fil à télégraphe ou câble de transmission, ou
- tout instrument, structure ou chose, qui soit similaire ou non en caractère à quoi que ce soit contenu dans cette définition, qui pourrait faire obstacle à la navigation.

Processus d'examen de la ***LPEN***

Avant de commencer un projet, communiquez avec:

Transports Canada
C.P. 1000
Dartmouth, Nouvelle-Écosse,
B2Y 3Z8
Téléphone: (902) 426-2726
Télécopieur: (902) 426-7585

Un Agent de protection des eaux navigables (PEN) va vous aider à déterminer quelles informations et documentations sont nécessaires pour préparer et soumettre une demande sous l'égide de la LPEN.

Une fois que la conception du projet est finalisée, la demande doit être soumise au bureau le plus près de la LPEN dans la région, y compris les détails concernant le demandeur, la nature du travail, les autres permis obtenus, le droit de propriété, ainsi que les dessins et les plans des travaux proposés. Il est extrêmement important que les plans soient dessinés exactement. Il se peut que des croquis à main levée ne soient pas acceptables et cela pourrait en retarder l'approbation.

Une « approbation » émise sous l'égide de la LPEN autorise le travail seulement en ce qui concerne son effet sur la navigation. Ça demeure la responsabilité du propriétaire d'obtenir tous les autres permis (c-à-d., fédéraux, provinciaux ou municipaux), qui pourraient être requis. Donc, dès le début des étapes de planification, on vous encourage à communiquer avec leurs bureaux locaux des ministères provinciaux des Ressources naturelles/de l'Environnement/des Pêches, ainsi qu'avec les bureaux municipaux, pour discuter leurs exigences spécifiques.

Pour de plus amples renseignements, visitez
http://www.tc.gc.ca/securitemaritime/Normes-Navires-et-Exploitations/pen/guide.htm

3.4.2 Permis provinciaux

3.4.2.1 Nouveau-Brunswick

Modification d'un cours d'eau ou d'une terre humide

Information générale:

Afin de protéger les ressources en eau de surface du Nouveau-Brunswick contre les effets de diverses activités comme la construction de bâtiments mal planifiée, les activités non contrôlées d'aménagement paysager et d'exploitation forestière et l'installation de barrages ou autres obstructions d'eau, le ministère de l'Environnement et Gouvernements locaux assure l'application du programme de permis en vertu du *Règlement sur la modification des cours d'eau et des terres humides*. Même si ce programme est en place depuis 20 ans, tous les gens ne comprennent pas clairement quand il y a lieu d'obtenir un permis de modification d'un cours d'eau ou d'une terre humide.

Les terres humides de l'ensemble de la province (y compris les marais côtiers) sont considérées comme des cours d'eau et toute personne travaillant à moins de 30 mètres d'une terre humide doit obtenir un permis de modification d'un cours d'eau ou d'une terre humide.

Autrement dit, le programme s'applique à tous les canaux ouverts, artificiels ou naturels, qui contiennent ou transportent de l'eau pendant une partie de l'année. Les lacs, les étangs, les rivières, les ruisseaux et les terres humides sont nettement des cours d'eau; comme d'ailleurs les réservoirs, les canaux et les fossés.

Il importe de se renseigner sur la nécessité d'obtenir ou non un permis de modification d'un cours d'eau ou d'une terre humide avant d'effectuer des travaux d'enlèvement de la végétation, de creusage du sol, de construction ou d'aménagement paysager à moins de 30 mètres d'un cours d'eau ou d'une terre humide.

Quand faut-il obtenir un permis ?

Un permis de modification d'un cours d'eau ou d'une terre humide est exigé pour les activités suivantes:

- Construction d'ouvrages sur ou dans le cours d'eau ou la terre humide, tels que murs de soutènement, brise-lames, ponts, ponceaux ou quais.

- Installation ou modification d'un barrage ou autre ouvrage de régularisation du niveau d'eau ou, installation ou modification du passage d'un pipeline.

- Travaux de réparation d'un ouvrage existant sur un cours d'eau ou une terre humide ou près d'un cours d'eau ou d'une terre humide qui modifient la dimension, la forme, les matériaux ou l'alignement de l'ouvrage, ou qui comportent des travaux de construction ou d'excavation. Ces activités

comprennent la construction ou l'entretien d'un fossé de drainage ou d'une chaussée à moins de 30 mètres d'un cours d'eau ou d'une terre humide.

- Conduite ou exploitation d'une machinerie dans une terre humide ou sur le lit d'un cours d'eau, ou exploitation de machinerie lourde à moins de 30 mètres, d'une terre humide ou des rives d'un cours d'eau.

- Perturbation du sol à moins de 30 mètres d'une terre humide ou des rives d'un cours d'eau.

- Enlèvement de la végétation d'une terre humide ou de la rive ou du lit d'un cours d'eau, ou récolte des arbres à moins de 30 mètres d'une terre humide ou des rives d'un cours d'eau.

- Dépôt ou enlèvement de tout matériau tel que remblai, sable, boue, gravier, roches, débris etc. d'un cours d'eau ou d'une terre humide, ou du terrain situé à moins de 30 mètres d'un cours d'eau ou d'une terre humide.

- Drainage, pompage ou autre type d'extraction d'eau d'un cours d'eau ou d'une terre humide.

- Création ou modification d'un étang relié à un cours d'eau ou d'une terre humide, ou situé à moins de 30 mètres d'un cours d'eau ou d'une terre humide.

Types de permis:

Le ministère de l'Environnement et Gouvernements locaux délivre deux types de permis: permis de modification d'un cours d'eau ou d'une terre humide; le « permis ordinaire » et le « permis provisoire ».

Le *permis ordinaire* s'applique aux projets qui sont d'une envergure suffisante pour comprendre des travaux de conception ou d'étude par un ingénieur. Ces projets peuvent inclure par exemple les ponts, les barrages ou l'installation de gros ponceaux.

Le *permis provisoire* s'applique aux projets de moins grande envergure tels que l'aménagement paysager ou l'enlèvement de la végétation.

Comment présenter une demande de permis:

Lorsqu'on demande un permis, il faut décrire le projet. La description devrait inclure le plan et l'emplacement du projet et indiquer comment les travaux seront entrepris. Le personnel du Ministère examinera l'information et indiquera au requérant la façon la plus appropriée d'exécuter les travaux pour limiter au minimum les effets sur le cours d'eau ou la terre humide.

On peut se procurer des formulaires de demande de permis à tous les bureaux du ministère de l'Environnement et Gouvernements locaux et à tous les centres de Services Nouveau-Brunswick.

Le personnel du ministère de l'Environnement et Gouvernements locaux est disponible pour fournir des conseils sur la façon de remplir le formulaire de demande. Dans la plupart des cas, il faudra annexer à la demande une carte de la région et un croquis du plan des travaux proposés.

Quand le permis sera-t-il délivré ?

Même si un petit projet sera probablement approuvé assez rapidement, ceux de plus grande envergure peuvent exiger jusqu'à deux mois. Certains projets de plus grande envergure exigent une consultation auprès de différents ministères comme le ministère des Pêches et des Océans ou le ministère des Ressources naturelles du Nouveau-Brunswick.

Comment le règlement est-il appliqué ?

Le ministère de l'Environnement et Gouvernements locaux effectue des inspections périodiques des sites des travaux de modification d'un cours d'eau ou d'une terre humide pour s'assurer que seuls les travaux décrits dans le permis de modification d'un cours d'eau ou d'une terre humide sont effectués et qu'ils sont exécutés selon les conditions spécifiées.

Si les conditions de permis ne sont pas respectées ou si les travaux sont effectués sans permis, le ministre de l'Environnement et Gouvernements locaux peut rendre une ordonnance d'arrêt des travaux ou une ordonnance d'enlèvement ou de réparation des travaux effectués.

Enfin, des procédures judiciaires peuvent être entamées contre quiconque enfreint la Loi, le Règlement ou les ordonnances ministérielles. Une personne déclarée coupable d'une infraction au Règlement est passible d'une amende maximale de 50 000 $ alors que les sociétés qui enfreignent le Règlement sont passibles d'une amende maximale de 1 000 000 $.

Autre information:

On peut obtenir d'autre information ou de l'aide en communiquant avec le personnel de l'unité de modification des cours d'eau ou d'une terre humide du MEGLNB.

FREDERICTON
Téléphone: (506) 457-4850
Télécopieur: (506) 453-6862

Adresse civile: Programme de modification d'un cours ou d'une terre humide
20, rue McGloin
Fredericton, N.-B. E3A 5T8

Adresse postale: C.P. 6000
Fredericton, N.-B. E3B 5H1

http://www.gnb.ca/0009/0373/0001/0004-f.asp

3.4.2.2 Nouvelle-Écosse

Approbation eau: modification d'un cours d'eau

Qui a besoin de cette approbation ?

Toute personne qui désire utiliser ou modifier un cours d'eau ou une ressource en eau ou tout plan d'eau naturel en:

a. Construisant ou en faisant l'entretien d'un ponceau;
b. Construisant ou en faisant l'entretien d'un pont qui est dans le cours d'eau, ou en utilisant de l'équipement en dedans de 3 m du cours d'eau;
c. Construisant ou en faisant l'entretien d'une jetée, d'un quai, d'un déversoir, d'une passe migratoire ou autre structure dans le cours d'eau;
d. Enlevant du matériau d'un cours d'eau de surface;
e. Détournant un cours d'eau de son chenal naturel;
f. Installant ou en faisant l'entretien de l'équipement de pêche, d'une passe migratoire, d'une barrière de dénombrement, d'une structure d'amélioration de l'habitat du poisson, d'une cage aquacole ou toute structure similaire dans un cours d'eau;
g. Draguant ou toute autre modification d'un cours d'eau de surface;
h. Installant ou en faisant l'entretien d'un pipeline, d'un câble ou de tout autre équipement dans un cours d'eau de surface;
i. Plaçant de la roche ou autre matériau de protection contre l'érosion dans un cours d'eau de surface; et,
j. Toute autre modification à un cours d'eau de surface ou au débit de l'eau.

Une approbation n'est pas requise pour:

a. L'utilisation de l'eau de mer;
b. L'utilisation d'eau saumâtre d'une zone intertidale d'un estuaire riverain;
c. L'entretien de terres et de structures incorporées par des terrains marécageux sous l'égide de la « *Marshland Reclamation Act* » (Loi sur l'assèchement des marais).

Ministère émetteur: « Nova Scotia Environment and Labour » (Ministère de l'Environnement et du Travail de la Nouvelle-Écosse)

Où pouvez-vous obtenir cette approbation et/ou des renseignements additionnels ? N'importe-quel bureau régional ou de district d'Environnement et du Travail, ou au http://www.gov.ns.ca/enla/offloc.htm

OU

Head Office
Nova Scotia Environment and Labour
Téléphone: (902) 424-5300
Télécopieur: (902) 424-0503
Courriel: ecs@gov.ns.ca

Emplacement du bureau:
Terminal Road Building
5151, ch. Terminal Road
5e Étage
Halifax, N.-É.

Adresse postale:
C.P. 697
Halifax, N.-É. B3J 2T8

Formulaires et processus de demande:

Vous pouvez obtenir un formulaire de demande pour cette Approbation auprès de n'importe quel Bureau régional ou de district du ministère. Une fois complété, il est soumis au ministère.

Quand le ministère reçoit une demande, le personnel en fait l'examen pour voir si toute l'information requise est sur le formulaire et si l'information d'appui a été fournie. Sinon, la trousse de demande est retournée avec une explication de ce qui manque.

Une fois qu'une demande a été acceptée par le ministère comme étant complète, le formulaire de demande et la documentation d'appui subissent un examen et une évaluation technique. Il s'agit de décider si l'activité proposée respecte les normes minimales, les politiques, les lignes directrices, les procédures et les réglementations qui sont administrées par le ministère.

Un examen par le Ministère des Pêches et des Océans (Canada), par Transports Canada, par les autorités locales et par les organisations communautaires peut faire partie du processus d'examen.

Si un requérant ne répond pas à ces critères, le personnel va lui indiquer quel critère spécifique n'a pas été abordé de manière à satisfaire le ministère.

Si le requérant répond à tous les critères, l'approbation sera envoyée au requérant par la poste. Cette approbation va indiquer toutes les conditions que le requérant doit respecter.

Période d'attente: un maximum de 60 jours, en autant que tous les articles qui doivent accompagner la demande aient été reçus.

Expiration & Renouvellement

Cette approbation est valide jusqu'à la date d'expiration incluse dans l'approbation. Elle peut être renouvelée. Veuillez noter: c'est la responsabilité du détenteur de l'Approbation de communiquer avec le ministère avant qu'elle expire; AUCUN AVIS de renouvellement ne sera envoyé par le ministère.

Prix: 100 $. Bien que des plans soient en préparation pour exempter les projets de restauration planifiés grâce à des programmes reconnus et avec du personnel formés.

Exigences connexes:

Les conditions seront émises pour chaque proposition et activité spécifiques.

D'autres permis et approbations qui pourraient être exigés:

a. *Loi sur la protection des eaux navigables*, 1985, Transports Canada;
b. Utilisation des terres publiques (de la Couronne); visitez http://www.gov.ns.ca/snsmr/paal/dnr/paal066.asp

Information additionnelle:

1) « Cours d'eau » signifie tout ruisseau, crique, cours d'eau, rivière, lac, étang, source, lagon ou tout autre plan d'eau naturel et cela inclut toute l'eau qu'ils contiennent, ainsi que leur lit et leurs berges (qu'il y ait de l'eau dedans ou non). Cela inclut également toute l'eau souterraine.

2) « Ressource en eau » signifie toutes les eaux douces et salées (marines), y compris toute l'eau de surface, souterraine et côtière.

Autorisation législative: Loi sur l'Environnement, Lois de la Nouvelle-Écosse, 1994-95, Chapitre 1, http://www.gov.ns.ca/legislature/legc/statutes/envromnt.htm.

Site Web du gouvernement de la Nouvelle-Écosse 2005
http://www.gov.ns.ca/snsmr/paal/enviro/paal181.asp

3.4.2.3 Île-du-Prince-Édouard

Permis de modification d'un cours d'eau

Comment puis-je obtenir un permis pour mon projet de modification d'un cours d'eau/d'une terre humide ?

Tous les promoteurs (requérants) doivent soumettre leurs demandes à temps pour compléter le processus d'autorisation avant d'entamer le travail. Les demandes pour les gros projets prévus durant la saison de travail en cours d'eau devraient être soumis avant le 1er juin. Le requérant devrait prévoir un minimum de six semaines pour recevoir une réponse approuvant ou rejetant la demande; si la demande est complète et que des détails suffisants ont été fournis, alors aucune autre information n'est nécessaire.

La cause la plus commune de délais, c'est le manque d'information détaillée sur la demande en ce qui concerne la modification proposée. La carte indiquant la zone de la modification proposée peut être une photocopie de bonne qualité. On peut les obtenir du site le plus près de « Forestry » ou de « Access PEI ». Vous pourriez également examiner et imprimer une photo aérienne de la région. Indiquez le numéro d'identification de la parcelle (NIP) dans « Address Locator (Indice de l'adresse) et cliquez sur « Show Address Details » (Détails de l'adresse).

Il est important que l'emplacement exact du cours d'eau/de la terre humide, ainsi que la route d'accès, soient indiqués exactement et clairement sur cette carte afin que des représentants du Comité aviseur sur la modification des cours d'eau puissent visiter le site. Une carte topographique de 1:50 000 est idéale pour cette fin.

Combien ça coûte ?

Il n'y a aucun frais pour obtenir un Permis de modification d'un cours d'eau/d'une terre humide, sauf exception pour le retrait d'eau pour fins d'irrigation.

Formulaires

Les formulaires de demande de Permis de modification d'un cours d'eau/d'une terre humide sont disponibles auprès de tous les centres de « Access PEI », ainsi qu'en visitant:

http://www.gov.pe.ca/forms/pdf/548.pdf

http://www.gov.pe.ca/infopei/onelisting.php3?number=20117

3.5 SÉCURITÉ

Mesures de sécurité communes:

- Toujours informer une personne responsable d'où vous allez et quand vous serez de retour.
- Avisez la même personne lors de votre retour.
- Portez un téléphone cellulaire dans un étui étanche et ayez des numéros d'appel et de contacts de secours inscrits dans le téléphone et aussi dans un carnet imperméable.
- Portez des vêtements et des chaussures appropriés pour le terrain et la météo. Nous sommes aux Maritimes; alors, apportez des vêtements pour se changer, ainsi que des vêtement additionnels pour rester chaud et sec.
- Portez des vêtements arborant la couleur réglementaire durant toutes les saisons de chasse.
- Si vous traversez des terrains privés, parlez avec les propriétaires et les aviser des travaux à être effectués et demandez-leur s'il existe des risques potentiels.
- L'équipement mécanique (par ex., scies à chaînes, appareils de pêche électrique) doit seulement être opéré par des gens qualifiés.
- Pour les outils électriques, lire les consignes de sécurité du fabriquant.

- Prendre toutes les précautions nécessaires avec les outils. Gardez les environs clairs et les outils en bon état.
- Gardez une trousse de premiers soins et ayez au moins deux personnes qui sont formées en premiers soins sur le site des travaux.
- Quand vous voyagez dans les bois, apportez une trousse de survie pour vous garder au chaud, au sec et nourri au cas que vous seriez égaré ou blessé.
- Apportez une carte de la région et un compas et apprendre comment les utiliser. Même en suivant une rivière, car il est tout de même facile d'être désorienté. Voyager à travers champs peut devenir nécessaire pour sortir à temps ou en cas d'urgence.
- Quelqu'un doit être responsable du site des travaux. C'est la responsabilité de cette personne de s'assurer que tout le monde sache quel travail il faut faire et les règles de sécurité qui s'appliquent. C'est également sa responsabilité de s'assurer que les règles soient respectées.
- Chaque personne sur le projet doit savoir où se trouve l'équipement de sécurité et comment obtenir de l'aide.
- Effectuer du travail en cours d'eau avec de la machinerie peut être dangereux et cela attire souvent des spectateurs. Repassez les règles de sécurité avec un opérateur de machinerie qualifié et assurez-vous que tout le monde sur le site soit au courant des consignes de sécurité.
- Sensibilisation et éducation. Prenez le temps de rencontrer tous les travailleurs et discuter les problèmes de sécurité qu'ils auraient pu observer. Arrivez à une entente sur les solutions.

4.0 TECHNIQUES DE RESTAURATION DE L'HABITAT DU POISSON

4.1 ABRIS DANS UN COURS D'EAU

A) Abris formés de rondins/demi-rondins immergés
B) Berges érodées artificielles (lunkers)
C) Groupements de roches ou de blocs
D) Mottes racinaires

4.1.1 Fiche de renseignements du MPO sur la restauration de l'habitat du poisson: Abris formés de rondins/demi-rondins immergés.

But:

Fournir des abris, dans les cours d'eau, aux poissons adultes et juvéniles.

Conditions, s'il y a lieu:

- À utiliser dans les cours d'eau où il y a peu d'abris pour poissons adultes et juvéniles.
- Peuvent servir dans les cours d'eau peu susceptibles aux inondations et aux dommages causés par la glace.
- Conviennent mieux aux cours d'eau de moyenne ou de grande envergure (≥ 8 m ou ≥ 25 pi).
- Éviter les cours d'eau dont le fond est couvert de sable meuble.
- Sont utilisés dans les cours d'eau au substrat solide.

Habitat créé:

- Abri pour juvéniles et adultes.
- Abri essentiel à la ponte.

Avantages:

- Structures pouvant être installées temporairement ou en permanence.
- Économiques et faciles à installer.
- Peuvent être placées le long des berges ou en eaux libres.
- Se construisent et se démontent très rapidement.
- S'ajustent avec peu d'effort pour des résultats optimaux.

Désavantages:

- Utilité réduite lorsque installées dans des conditions ou dans un emplacement incorrects.
- Ne conviennent pas aux cours d'eau dont le débit varie fortement.
- Accumulent les débris lorsque elles sont installées incorrectement.
- Leur structure peut être endommagée par la glace.

Critères de conception:

- Doivent toujours être immergées pour être efficaces.
- S'il s'agit de structures permanentes, les construire et les mettre en place entre le milieu de l'été et le début de l'automne.
- Si l'installation est temporaire (c.-à-d., comme abri pour poissons en frai), l'assemblage, le démantèlement et l'entreposage sont possibles sur les lieux.

- Matériaux:
  - Style temporaire rondin/blocs en béton – blocs en béton de 30 cm (12 po), fil de fer à clôture galvanisé (calibres 12 à 16) et des rondins verts de 15 cm (6 po) de diamètre.
  - Style demi-rondins/blocs de bois – rondins d'environ 35 cm de diamètre et de un à deux mètres de longueur coupés en deux longitudinalement et blocs de bois d'environ 30 cm de diamètre.
- La longueur des rondins utilisés varie selon leur disponibilité et la taille de l'abri à construire.
- Dans le cas des installations permanentes, les fixer en bordure du courant principal en les orientant à environ 30° du courant. Si l'installation n'est pas efficace, en ajuster l'angle ou changer d'emplacement au besoin.
- Pour les installations temporaires (p. ex.,poissons en frai), les rondins peuvent être placés le long de la berge ou au milieu du cours d'eau, en parallèle au courant principal.

Étapes de mise en oeuvre:

1. Se procurer des rondins (troncs d'arbres dont on a coupé les branches) et les écorcer.
2. Placer trois blocs en béton à intervalles réguliers et déposer quatre rondins par dessus.
3. Laisser les rondins dépasser le bord des blocs.
4. Placer les plus petits rondins vers les bords, en utilisant la même configuration que pour les structures d'abris avec demi-rondins.
5. Arrimer les rondins aux blocs en béton en croisant les fils.
6. Attacher le fil de fer avec des crampons aux points où ils se recroisent.
7. Mettre l'assemblage en position.
8. Entasser les roches en pente en tête du bloc supérieur ainsi qu'à l'arrière du bloc inférieur. Ceci, de façon à stabiliser et à ancrer l'assemblage.
9. Placer plusieurs grosses roches plates sur l'assemblage de sorte à maintenir les rondins en place jusqu'à ce qu'ils perdent leur flottabilité.
10. Si l'assemblage a tendance à se déplacer, le changer d'emplacement ou le fixer à l'aide de poteaux de clôture en T (« barre en T ») enfoncés entre les rondins et dans le substrat.
11. Pour les installations temporaires, il n'est pas nécessaire d'empiler des roches. Une fois que les poissons adultes ont quitté la frayère, ces unités peuvent être retirées de l'eau et entreposées jusqu'à la prochaine époque de frai.

Références:

Bastien-Daigle, S., A. Vromans et M. MacLean. 1991. Guide d'amélioration de l'habitat du poisson au Nouveau-Brunswick. Pêches et Océans Canada. Rapport technique canadien des sciences halieutiques et aquatiques. 1786E: iv + 109 p.

Ministère des Richesses naturelles de l'Ontario. Programme de participation communautaire à la gestion des pêches: Manuel de terrain.

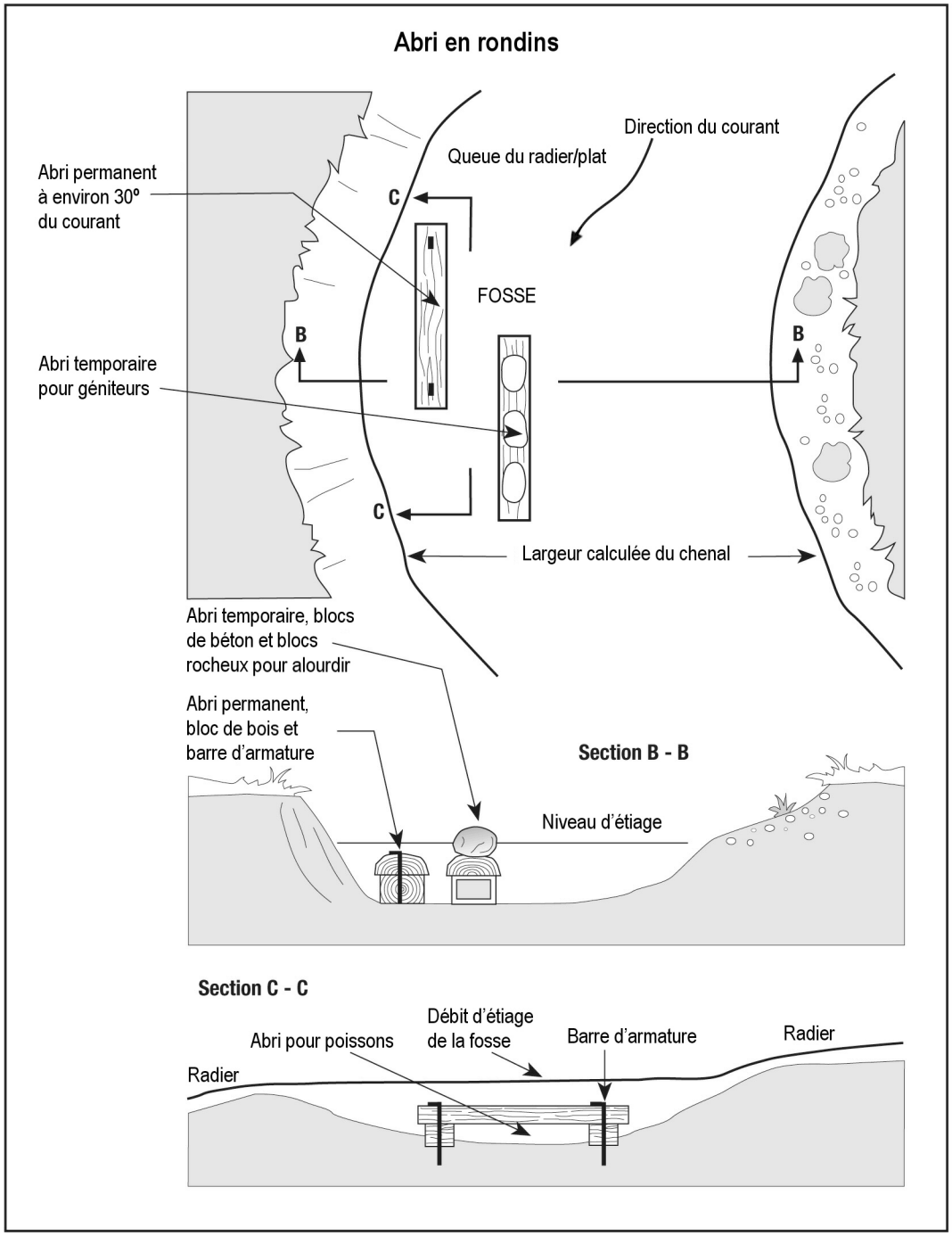


Figure 15. Dessins de conception d'abris de rondins, temporaires et permanents (Thaumas Environmental Consultants Ltd. – experts-conseils en environnement).

4.1.2 Fiche de renseignements du MPO sur la restauration de l'habitat du poisson: Berges érodées artificielles (ou lunkers)

But:

- Fournir un abri où les poissons adultes et juvéniles peuvent se cacher ou se sauver.

Conditions, s'il y a lieu:

- Dans les cours d'eau où les abris pour poissons adultes et juvéniles sont limités.
- Dans les cours d'eau d'une largeur de 10 m ou plus.
- Dans les cours d'eau aux inondations faibles ou moyennes.
- Dans les cours d'eau où la glace cause peu de dommages.

Habitat créé:

- Abris et zones d'hivernage pour juvéniles et adultes.
- Abris pour adultes à l'époque du frai.

Avantages:

- Fournissent un grand nombre d'endroits où les poissons peuvent se cacher.
- Peuvent protéger les berges du cours d'eau de l'érosion et de l'affouillement.
- Permettent d'utiliser le bois mort et les souches, s'ils sont disponibles à proximité.

Désavantages:

- Peuvent attraper les débris et la glace s'ils ne sont pas disposés correctement.
- Peuvent étrangler le courant et causer des dommages en aval.
- S'ils ne sont pas bien construits, peuvent avoir l'effet d'une digue.
- Peuvent exiger un entretien annuel.

Critères de conception:

- Construire à l'été, en période de basses eaux (période d'étiage).
- On peut construire cette structure le long d'une berge active, soit sur l'extérieur d'une courbe ou sur un tronçon droit d'une profondeur de 0,3 m à 1,2 m (1- 4 pi).
- On peut aussi la construire à la sortie d'une « baie stagnante » naturelle le long de la rive.
- La structure peut s'étendre en largeur jusqu'au bord de l'interface courant/turbulence, mais ne devrait jamais s'allonger dans le courant principal au-delà du quart de la largeur du cours d'eau.
- La structure ne devrait pas dépasser la surface de l'eau de plus de 30 cm (1 pi) à l'avant, mais s'incliner graduellement vers le haut à l'arrière pour arriver contre la berge.

- Aucun matériel ne devrait dépasser le rebord de la surface externe de la structure, de sorte à maximiser les qualités halieutiques de la digue.
- Les deux bouts de la structure devraient s'enfoncer graduellement dans la berge du cours d'eau afin d'accumuler moins de débris. Selon l'importance des inondations et de l'érosion, il pourrait être nécessaire de stabiliser les deux bouts par enrochement.
- La longueur de la structure variera selon les conditions locales, c.-à-d. la taille du cours d'eau, les inondations, la disponibilité du bois. On a déjà construit des digues de 100 mètres de long.
- Le bois mort et les souches doivent être facilement accessibles près du chantier.
- Cette technique, légèrement modifiée, peut être utilisée pour stabiliser les berges.
- En l'absence de rondins et de souches, on peut construire la plate-forme à l'aide de dalles de béton. On devrait consulter le Bureau de secteur du MPO avant d'entreprendre de tels travaux.

Étapes de mise en oeuvre:

- Décider de l'emplacement. Tel que déjà mentionné, on peut construire la structure le long d'une berge active, soit à l'extérieur d'une courbe, sur un tronçon droit en eau profonde, ou encore pour remplir une zone d'eau arrêtée (REMARQUE: le terme « berge active » indique tout simplement la berge opposée au côté où se dépose le limon (silt) et n'indique pas nécessairement qu'il y a érosion active).
- S'il s'agit de modifier un embâcle de débris naturel, il faudrait suivre la méthode suivante:
    1. Ajouter ou retirer du matériau pour en arriver à la forme désirée, qui se conforme aux critères de conception.
    2. À l'aide de grands clous, attacher les rondins verts le long du rebord de la surface externe de la structure. Ces clous mesurent de 20 à 25 cm (8 à 10 po). Se servir de plus gros clous ou crampons s'il le faut. Si possible, on placera les rondins tout juste sous la surface de l'eau.
    3. Les rondins doivent être parallèles au courant principal; la structure, dont les deux extrémités vont en s'amincissant, est ensuite ancrée dans la berge du cours d'eau.
    4. On cramponne ensemble le matériau qui reste sur l'embâcle pour compléter l'assemblage.
    5. De plus, on peut enfoncer des poteaux dans le substrat et les cramponner à la surface des rondins pour en augmenter la stabilité et l'ancrer plus fermement.
    6. Si le travail s'effectue dans un endroit sans zone de collection de débris, il faudrait suivre la méthode suivante:
        a. Décider d'un emplacement conforme aux critères de conception.
        b. Délimiter la zone avec des piquets.
        c. Monter la partie extérieure avec des rondins verts.
        d. Ajouter des souches et des rondins au besoin et les fixer.
        e. S'il faut stabiliser davantage la berge, on utilise encore plus de matériau le long de la berge afin de former un obstacle dense au courant, à l'intérieur de la structure.

Références:

Federal Interagency Stream Restoration Working Group (FISRWG) 1998. Stream corridor restoration: principles, processes, and practices.

Ministère des Richesses naturelles de l'Ontario. Programme de participation communautaire à la gestion des pêches: Manuel de terrain.

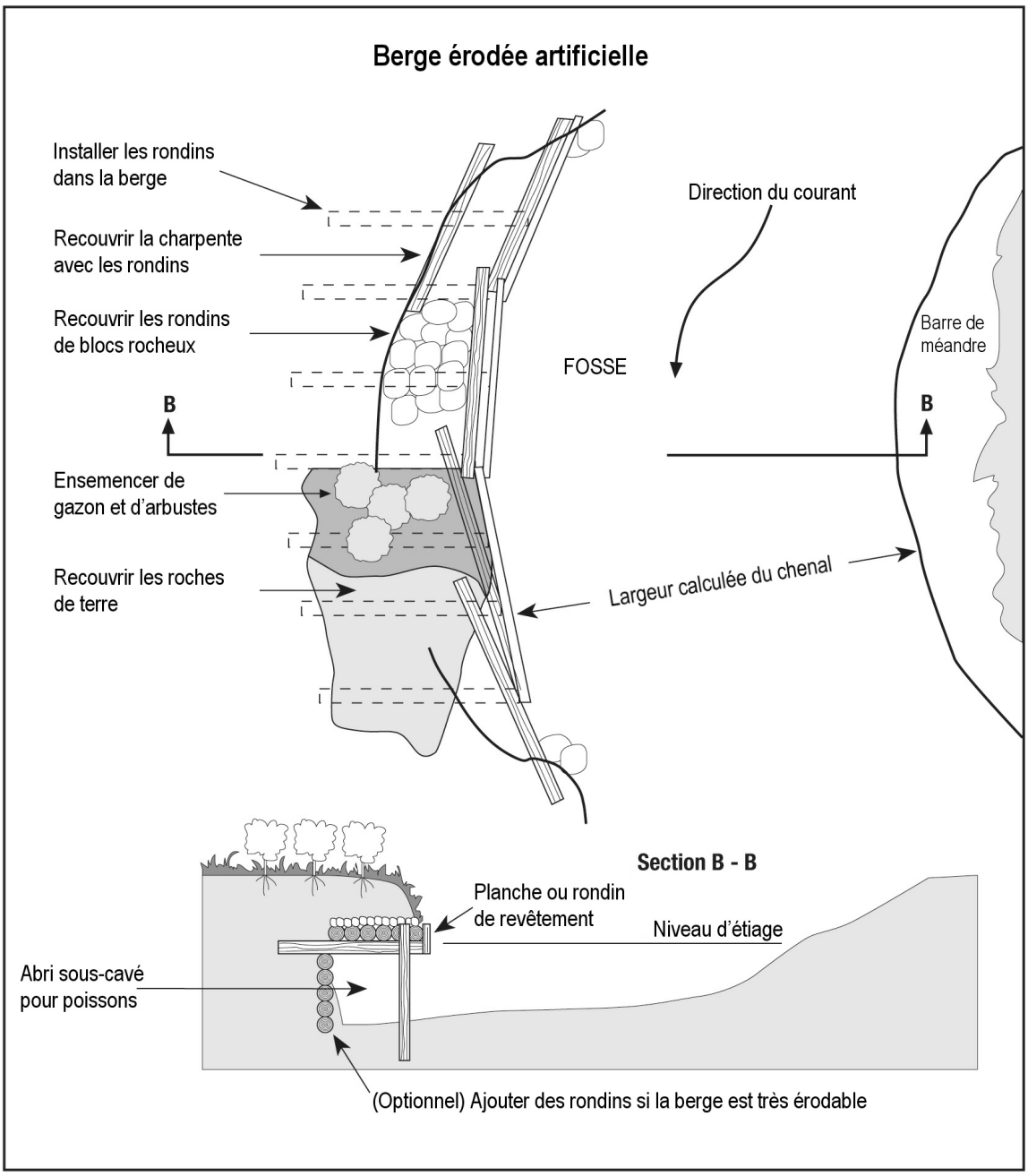


Figure 16. Dessin de conception d'une berge érodée artificielle (Thaumas Environmental Consultants Ltd. – experts-conseils en environnement).

4.1.3 Fiche de renseignements du MPO sur la restauration de l'habitat du poisson: Groupements de roches ou de blocs

But:

- Procurer une couverture (abri) vers le haut et de côté.
- Interrompre l'uniformité des courants de sorte à fragmenter et à déloger le sable et le limon (silt).
- Offrir des aires de repos aux salmonidés en quête de nourriture.
- Augmenter l'affouillement dans les fosses.

Conditions, s'il y a lieu:

- Cette technique s'applique aux cours d'eau de gradients faibles à moyens et dont les fosses et les radiers sont à peu près égaux.
- On peut installer de petits blocs rocheux dans les radiers de galet qui n'ont pas d'aires de repos adéquates pour les alevins de saumon.
- On peut placer des blocs dans les plats profonds pour créer des aires de repos pour les saumons et les truites.
- Dans les fosses, on peut installer de plus gros blocs afin d'augmenter l'affouillement des sédiments et de fournir de l'abri.
- On peut disposer des blocs le long de la berge de sorte à créer des endroits calmes pour les alevins.

Habitat créé:

- Abris pour alevins et juvéniles.
- Sites de repos pour adultes.
- Dégagent le limon (silt) et le sable du substrat et améliorent l'habitat des insectes.
- Creusent des fosses qui deviendront des refuges durant les basses eaux, en été et en hiver.

Avantages:

- Ont une apparence naturelle.
- Augmentent l'habitat et l'abri disponibles au poisson.
- Affouillent les sédiments et en séparent les fines, ce qui améliore l'habitat des insectes et des juvéniles.

Désavantages:

- Coûts élevés lorsque l'on doit transporter les blocs.
- La mise en place exige une main-d'œuvre importante.
- Les gros blocs exigent de l'équipement lourd.
- Les blocs installés près des berges peuvent causer de l'affouillement. Il est très important de bien placer les blocs.

- Les roches sont souvent surdimensionnées et peuvent causer des changements à la suite naturelle fosse-radier en plaçant une fosse hors séquence.
- Les blocs pourraient être ensevelis au fil du temps.

Critères de conception:

- Évaluer l'habitat et le besoin de telles structures. Ce travail devrait être effectué par des biologistes expérimentés.
- Cartographier la section à améliorer en précisant la profondeur et le courant principal.
- On place généralement les blocs dans le talweg ou à ses abords s'il s'agit d'abris pour les alevins et les adultes.
- Ne jamais obstruer plus de 20 % du cours d'eau.
- La taille des blocs dépendra de l'importance du cours d'eau de même que celle de la structure. Les blocs mesurent typiquement de 30 à 90 cm.
- On préférera les blocs anguleux.
- Dans les fosses, un groupe de deux ou trois blocs réussit bien.
- Les travaux devraient être effectués aux basses eaux du milieu de l'été.
- Ne pas utiliser de blocs de roche dans les cours d'eau susceptibles à l'érosion par la glace et aux fortes crues.

Étapes de mise en oeuvre:

- Obtenir la permission des propriétaires avant de ramasser la pierre de champ (moellon) ou de passer sur leurs terres avec la pierre.
- Faire transporter les blocs sur les lieux du projet et les faire empiler près de la rivière.
- Mettre au point les tracés et les emplacements où déposer les roches.
- Commencer à installer les blocs du côté aval du projet et continuer vers l'amont.
- On peut transporter les plus gros blocs par brancard.
- Installer les blocs sur un substrat exempt de grosses pierres et les mettre solidement en place dans le lit du cours d'eau.

Radiers:

- Aux Maritimes, on utilise rarement cette technique dans les cours d'eau car les radiers s'y munissent eux-mêmes de galet et de petits blocs qui forment de bons abris pour les alevins de saumon.
- Le diamètre des blocs devrait se situer entre 25 et 35 cm.
- On étale les blocs dans le talweg à intervalles d'environ 1 m.

Plats et fosses profonds:

- Blocs mesurant jusqu'à 90 cm de diamètre.
- Dans un plat profond, leur taille sera telle que le dessus du bloc sera à la hauteur de la surface de l'eau en période d'étiage (basses eaux) et ils seront fixés dans le talweg à intervalles d'environ 2 m.

- Dans les fosses, des blocs mesurant jusqu'à 2 m de diamètre peuvent être disposés en amas de trois ou de quatre dans le talweg.

Habitat des alevins:

- Il s'agit de créer des poches d'eau morte sur le rebord extérieur des fosses.
- Cette technique ne devrait être appliquée qu'aux rivières dont les fosses sont de 50 % ou plus, ou en eau morte.
- Placer un gros bloc (jusqu'à 60 cm) sur le rebord extérieur du courant de sorte qu'il brise tout juste la surface de l'eau en période d'étiage. La distance entre les blocs équivaudra au diamètre d'un bloc.

Références:

Bastien-Daigle, S., A. Vromans et M. MacLean. 1991. Guide d'amélioration de l'habitat du poisson au Nouveau-Brunswick. Pêches et Océans Canada. Rapport technique canadien des sciences halieutiques et aquatiques. 1786E: iv + 109 p.

Ministère des Richesses naturelles de l'Ontario. Programme de participation communautaire à la gestion des pêches: Manuel de terrain.

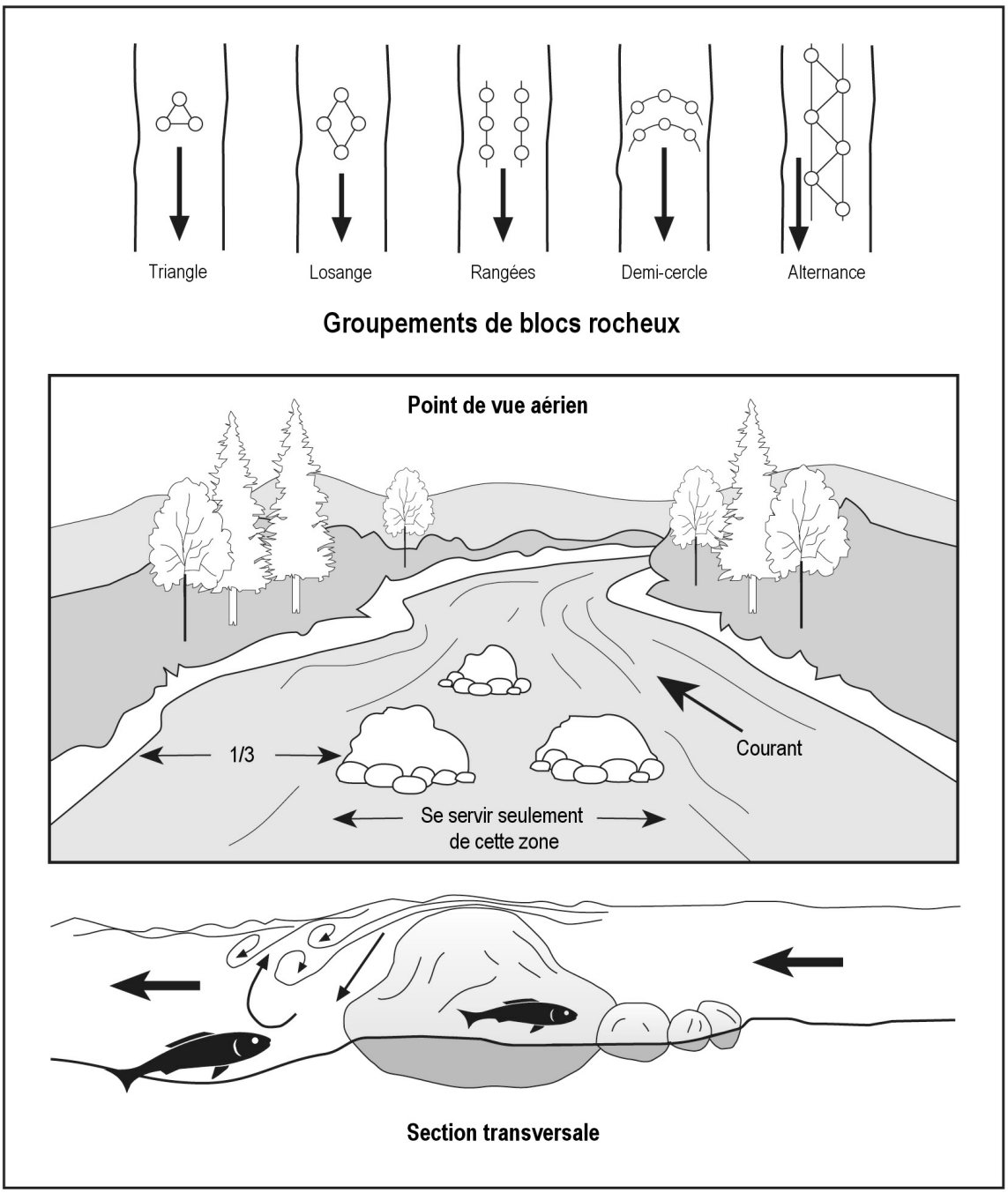


Figure 17. Dessins de conception de groupements de blocs rocheux (MPO, 1991).

4.1.4 Fiche de renseignements du MPO sur la restauration de l'habitat du poisson: Mottes racinaires

But:

- Stabiliser les berges en érosion et fournir des abris dans les cours d'eau.

Conditions, s'il y a lieu:

- Aux abords de fosses associées à une berge en érosion active élevée.
- Fosses sans abri.

Habitat créé:

- Abris dans un cours d'eau.
- Stabilisation de la berge et diminution de l'envasement.

Avantages:

- Vont tolérer de hautes vélocités si les mottes racinaires sont bien ancrées.
- L'utilisation de matériaux naturels aide à séquestrer les sédiments et les débris ligneux, à restaurer les berges d'un cours d'eau à débit élevé, en plus d'améliorer l'alevinage et les frayères.
- Souvent, certaines espèces comme le saule jaillissent et accélèrent la colonisation.

Désavantages:

- La durée de la structure peut être limitée à cause de la mobilité du gravier et de l'érosion par la glace.
- Il pourrait être nécessaire à la longue de remplacer la structure si la végétation ne pousse pas ou si l'on n'a pas recours à la bioingénierie du sol.
- L'emplacement doit être accessible à l'équipement lourd.
- Le matériau n'est pas nécessairement d'accès facile à certains endroits.
- Peut causer de l'affouillement et de l'érosion à proximité.
- Peut être dispendieux.

Critères de conception:

- En confier la conception à un biologiste de la restauration de l'habitat.
- S'il y a lieu, les mottes racinaires devraient être utilisées en association à la bioingénierie du sol et à l'ensemencement de végétation afin de stabiliser le haut de la berge et d'assurer une source de régénération pour la végétation de la berge.
- La taille des arbres avec motte racinaire devra être adaptée à la hauteur du cours d'eau et celle de la berge.
- Pour réussir, il faut ancrer les arbres solidement à leurs deux extrémités et causer le moins possible de dommages aux berges.

Étapes de mise en oeuvre:

- Sur un emplacement typique, on utiliserait des arbres de 6 à 9 m de long avec mottes racinaires de 2 m de diamètre.
- L'arbre est soit enfoui ou enfoncé dans la berge et la motte racinaire fait face au courant.
- Espacer les arbres de sorte que chaque motte racinaire touche le tronc de l'arbre qui se trouve en amont.
- Ancrer les rondins à l'aide de câbles et d'une palée d'ancrage ou d'une ancre à enfoncer.

Références:

British Columbia, Ministry of Environment, Lands, and Parks and Ministry of Forestry. 1997. Fish habitat rehabilitation procedures. Watershed Restoration Technical Circular No. 9. B.C. Watershed Restoration Program. (Disponible en anglais seulement).

Federal Interagency Stream Restoration Working Group (FISRWG) 1998. Stream corridor restoration: principles, processes, and practices (pour détails sur les mottes racinaires).

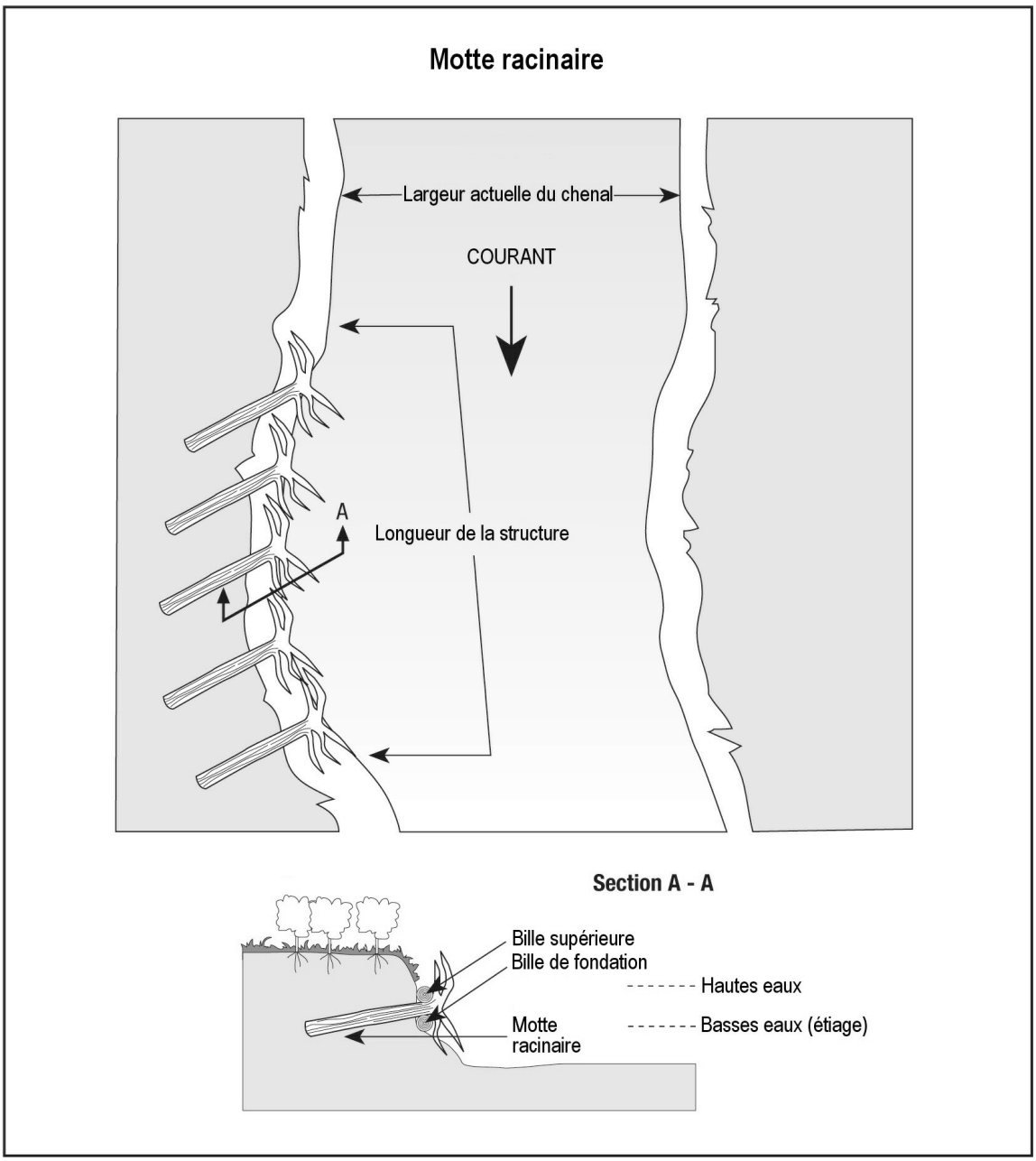


Figure 18. Dessin de conception des mottes racinaires (Thaumas Environmental Consultants Ltd. – experts-conseils en environnement).

4.2 STABILISATION DES BERGES

A) Enrochement (perré)
B) Épis déflecteurs
C) Encoffrement
D) Combinaison d'enrochement et de végétation
E) Plantation de végétation au bord de l'eau
F) Revêtements d'arbres
G) Matelas (ou paillassonnage) de branches (pièges à sédiments)
H) Fagots ou fascines et matelas de branches
I) Pieux

4.2.1 Fiche de renseignements du MPO sur la restauration de l'habitat du poisson: Enrochement

But:

- Contrôler l'érosion des berges dans des conditions de sévères à extrêmes.
- Créer plus d'habitats pour les poissons.

Conditions, s'il y a lieu:

- Les berges et les coudes des cours d'eau fortement endommagés par les hautes eaux, la glace ou l'infiltration de l'eau souterraine. On choisit des roches anguleuses d'une certaine variété de dimensions et on les place de façon « entremaillée » ou ajustées d'une manière serrée sur la berge pour en arriver à un maximum de solidité et de durabilité.
- Cette technique est utile dans les zones où la vitesse de l'eau ne dépasse pas les 4 m/s (12,4 pi/s) au niveau d'inondation et/ou lorsque la submersion dure plus de quelques jours.

Habitat créé:

- Réduction de l'envasement des habitats.

Avantages:

- Les blocs de roche tolèrent une certaine infiltration latérale de l'eau.
- La surface rugueuse des roches a tendance à réduire la vitesse de l'eau et, par le fait même, à dissiper l'énergie de la force d'érosion du cours d'eau de sorte à minimiser les problèmes d'érosion.
- La barrière enrochée est flexible et s'ajuste à des glissements mineurs de la berge.
- L'enrochement fournit une protection immédiate.
- Il améliore l'habitat de couvert des poissons adultes et juvéniles dans les cours d'eau.
- Au fil du temps, il revêt une apparence naturelle, surtout après avoir été ensemencé ou colonisé par la végétation.
- Facile à appliquer et les réparations s'effectuent en général assez rapidement mais sont rarement nécessaires.

Désavantages:

- L'emplacement pourrait être difficile d'accès pour l'équipement lourd.
- Les frais d'installation pourraient être élevés pour les projets de grande envergure. Le plus souvent, il faut une rétrocaveuse ou une excavatrice pour aplanir le sol et pour disposer le matériau de plus grande taille.
- Si la berge enrochée n'est pas suffisamment longue et que la structure n'est pas « disposée » adéquatement en aval et en amont ou au pied de la berge, le

problème d'érosion peut se déplacer vers l'aval ou l'amont. Si la structure n'est pas « installée » convenablement dans le lit du cours d'eau, l'affouillement pourrait en causer l'échec.
- À court terme, l'enrochement a souvent une apparence artificielle jusqu'à ce que les plantes l'aient colonisé.
- « Endurcit » la berge et restreint la croissance de la végétation.
- Peut nuire au mouvement latéral naturel du cours d'eau.

Critères de conception:

- Les blocs rocheux devraient être disposés sur une pente maximale de 2:1 bien aplanie. On décide de l'inclinaison de la pente d'après la condition du sol.
- Le genre de roche qu'on utilise dépend de ce qui est disponible aux environs (pierre de carrière, y compris la roche abattue, la roche de champ, le moellon et le till). On préfère un matériau anguleux plutôt qu'un till arrondi et lisse. Éviter les schistes argileux et autres roches « molles » car la glace peut les briser.
- La taille des blocs rocheux dépend de plusieurs variables, la vitesse de débit de l'eau entre autres. La taille des roches est déterminée au stade de la conception par un ingénieur ou autre personne qualifiée. Des débits supérieurs à 3,5 m/s (10,9 pi/s) demandent un plan plus élaboré.
- L'enrochement s'effectue en général sur une épaisseur d'au moins 1,5 fois la taille de la plus grosse roche, mais pas moins de 30 cm (12 po) d'épaisseur.
- La structure peut manquer à cause d'un aplanissement inadéquat, de la taille des roches, de la longueur de la structure, des méthodes d'installation ou faute d'avoir « attaché » la structure dans l'enrochement de la berge à un endroit critique. Parmi les endroits critiques, il y a le pied (ou la base) de la berge, ainsi que les extrémités en aval et en amont de la structure. Un opérateur de rétrocaveuse expérimenté est d'un grand secours si l'on veut éviter ces problèmes.
- Étendre l'enrochement jusqu'au sommet de la berge ou au moins à 0,6 m (1,9 pi) au-dessus du niveau des hautes eaux. Ce niveau variera d'une rivière à l'autre.
- Les plus gros blocs rocheux sont ajustés (ancrés) dans le pied de la berge, ainsi que les extrémités d'aval et d'amont. Les extrémités du projet doivent pénétrer graduellement dans la berge. Pour ajuster les blocs dans le pied de la berge, une rétrocaveuse devra les pousser dans un substrat mou ou bien creuser dans un substrat dur pour les ajuster sous le lit du cours d'eau.
- On devrait immédiatement réparer tout bloc rocheux déplacé.
- Faire les plans en fonction de la période de débit maximal.
- Construire pendant la période de débit minimal (étiage; basses eaux).
- La capacité d'un enrochement à résister aux forces érosives est assujettie à l'interdépendance de plusieurs variables. Comme les conditions varient beaucoup d'un bassin versant à l'autre et d'un emplacement à l'autre, on ne devrait pas essayer cette technique sans l'approbation et l'assistance d'un ingénieur professionnel ou autre personne qualifiée.
- Les blocs rocheux peuvent également servir à rétrécir le chenal d'un cours d'eau. Le seul nivelage à effectuer alors est l'enlèvement de la couronne (surplomb) de la berge. On dispose suffisamment de roches sur la berge pour atteindre

l'inclinaison voulue. Si le lit du cours d'eau a été endommagé par le piétinement d'animaux, les machines travaillant à même le cours d'eau, les embâcles de glace ou de débris, ou autres événements semblables ayant causé un élargissement du chenal jusqu'à deux ou trois fois sa largeur naturelle, on peut ajouter des roches aux deux côtés du cours d'eau et créer ainsi une nouvelle plaine inondable miniature et un chenal plus étroit.

Étapes de mise en oeuvre:

- Ces étapes ne sont que des suggestions; on peut les modifier.
- Préparer le site.
- Débarrasser les débris.
- Égaliser la berge et lui donner la pente recommandée.
- Creuser la tranchée au pied de la berge.
- Au besoin, installer le nécessaire pour drainer les infiltrations.
- Procéder à l'enrochement.
- L'enrochement peut se faire à la main ou à la machine. On devrait enrocher la berge à sa pleine épaisseur en une seule opération.
- Si on place des roches sous l'eau, l'épaisseur de l'enrochement devrait y être de 50 % supérieure à ce qu'elle est en dehors de l'eau.
- Incorporer ou « fondre » les extrémités de la section d'enrochement aux berges en amont et en aval.
- Il faudrait établir un couvert végétal sur toute surface égalisée mais non enrochée.

Références:

DFO Gulf Region Culvert Guidelines (directives du MPO pour les ponceaux de la Région du Golfe).

Federal Interagency Stream Restoration Working Group (FISRWG) 1998. Stream corridor restoration: principles, processes, and practices.

Ministère des Richesses naturelles de l'Ontario. Intitulé: « Programme de participation communautaire à la gestion des pêches: Manuel de terrain ».

4.2.2 Fiche de renseignements du MPO sur la restauration de l'habitat du poisson: Épis déflecteurs

But:

- Stabiliser les berges des cours d'eau en voie d'érosion.
- Protéger les propriétés foncières et prévenir les dommages.
- Créer des abris pour les poissons.

Conditions, s'il y a lieu:

- Pour les tronçons de rivière au gradient de faible à moyen (jusqu'à 2 %).
- Pour cours d'eau ou rivières de plus grande envergure (> 8 m de largeur).
- Pour cours d'eau où les inondations sont légères ou moyennes.
- Pour cours d'eau qui ne risquent pas d'être endommagés par la glace.
- Éviter les cours d'eau dont le substrat est soit meuble ou en moellon de roches dures.
- Devrait être combiné avec un enrochement de la berge.

Habitat créé:

- Abris pour les poissons, immédiatement en aval des blocs.

Avantages:

- Il améliore l'habitat des poissons adultes et juvéniles dans les abris des cours d'eau.
- Réduit les chances d'érosion de la berge en réorientant une partie de l'eau vers le talweg.
- Exige peu d'entretien.

Désavantages:

- L'emplacement pourrait être difficile d'accès pour l'équipement lourd, car il faut d'habitude une rétrocaveuse ou une excavatrice pour le nivelage et pour placer le matériau lourd.
- « Endurcit » la berge et restreint la croissance de la végétation.
- Peut nuire au mouvement latéral naturel du cours d'eau.

Critères de conception:

- Le genre de roche qu'on utilise dépend de ce qui est disponible aux environs (pierre de carrière, y compris la roche abattue, la roche de champ, le moellon et le till). On préfère un matériau anguleux plutôt qu'un till arrondi et lisse. Éviter les schistes argileux et autres roches « molles » car la glace peut les briser.

- La taille des blocs rocheux dépend de plusieurs variables, dont la vitesse de débit de l'eau. La taille des roches est déterminée au stade de la conception par un ingénieur ou autre personne qualifiée. Des débits supérieurs à 3,5 m/s (10,9 pi/s) demandent un plan plus élaboré.
- La structure peut manquer à cause d'un aplanissement inadéquat, de la taille des roches, de la longueur de la structure, des méthodes d'installation et faute d'avoir « attaché » la structure à l'enrochement de la berge à un endroit critique. Parmi les endroits critiques, il y a le pied de la berge, ainsi que les extrémités d'aval et d'amont de la structure. Un opérateur de rétrocaveuse expérimenté est d'un grand secours si l'on veut éviter ces problèmes.
- Étendre l'enrochement jusqu'au sommet de la berge ou au moins à 0,6 m (1,9 pi) au-dessus du niveau des hautes eaux. Ce niveau variera d'une rivière à l'autre.
- Pour ajuster les blocs dans le pied de la berge, une rétrocaveuse devra les pousser dans un substrat mou ou bien creuser dans un substrat dur pour les ajuster sous le lit du cours d'eau.
- On devrait immédiatement réparer tout bloc rocheux déplacé.
- Faire les plans en fonction de la période des débits de pointe.
- Construire pendant la période de débit minimal (étiage).
- La capacité d'un enrochement à résister aux forces érosives est assujettie à l'interdépendance de plusieurs variables. Comme les conditions varient beaucoup d'un bassin versant à l'autre et d'un emplacement à l'autre, on ne devrait pas essayer cette technique sans l'approbation et l'assistance d'un ingénieur professionnel ou autre personne qualifiée.

Étapes de mise en oeuvre:

- Ces étapes ne sont que des suggestions; on peut les modifier.
- Préparer le site.
- Débarrasser les débris.
- Égaliser la berge et lui donner la pente recommandée.
- Creuser la tranchée au pied de la berge.
- Procéder à l'enrochement.
- L'enrochement peut se faire à la main ou avec une machine. On devrait enrocher la berge à sa pleine épaisseur en une seule opération.
- Si on place des roches sous l'eau, l'épaisseur de l'enrochement devrait y être de 50 % supérieure à ce qu'elle est en dehors de l'eau.
- Incorporer ou « fondre » les extrémités de l'épi aux berges du cours d'eau en amont et en aval.
- Il faudrait établir un couvert végétal sur toute surface aplanie mais non enrochée.

Références:

Charles MacInnis et Danielle Goff, Bureau du secteur Antigonish du MPO. Communication personnelle.

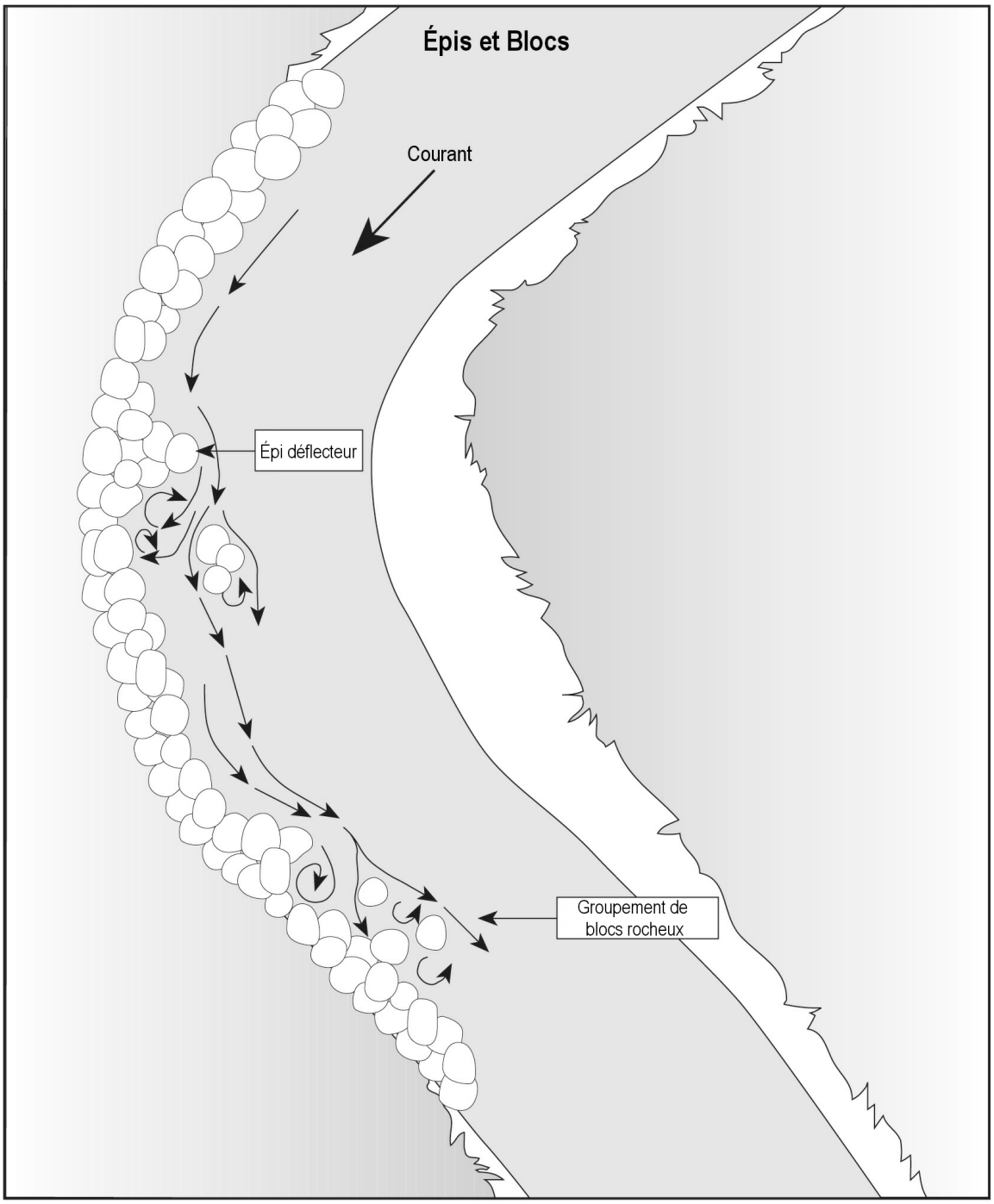


Figure 19. Dessin de conception d'un épi déflecteur et de blocs rocheux servant à créer des abris dans un cours d'eau et à réduire l'érosion des berges (MPO, 2006).

4.2.3 Fiche de renseignements du MPO sur la restauration de l'habitat du poisson: Encoffrement

But:

- Stabiliser les berges des cours d'eau en voie d'érosion.
- Rétrécir les cours d'eau.
- Créer de nouveaux habitats pour les poissons.

Conditions, s'il y a lieu:

- Pour les tronçons de rivière aux gradients de faibles à moyens (jusqu'à 2 %).
- Pour cours d'eau de moins de 15 m (50 pi) de largeur.
- Pour cours d'eau où les inondations sont légères ou moyennes.
- Pour cours d'eau qui ne risquent pas d'être endommagés par la glace.
- Éviter les cours d'eau dont le substrat est meuble ou en moellon de roches dures.
- Les berges à stabiliser ne devraient pas dépasser 1,0 m (3,1 pi) de hauteur.

Habitat créé:

- Diminution de l'envasement des habitats.

Avantages:

- Stabilise les berges où l'érosion est moyenne.
- Utilise des matériaux naturels. Ils coûtent moins cher et la structure s'harmonise au paysage naturel.
- La surface des rondins est irrégulière, offrant ainsi aux poissons des abris où se cacher.

Désavantages:

- Cette structure exige une main-d'œuvre importante.
- On l'applique en général aux cours d'eau de moins de 15 m (50 pi) de largeur.
- Ne convient pas aux cours d'eau dont le niveau varie beaucoup.
- La durée utile des structures est courte comparée aux enrochements.
- Pourrait exiger un entretien semi-annuel (printemps et automne).
- Il est possible que le bois ne soit pas disponible près du site.

Critères de conception:

- On peut utiliser cette technique pour stabiliser une berge en érosion active ou encore pour rétrécir un cours d'eau. Dans le premier cas, on construit un mur de rondins à la hauteur de la berge en érosion. Dans le deuxième cas, on maintient à la structure un profil bas pour que les petites crues puissent facilement la surmonter – la structure joue un rôle de déflexion.

- À construire le long d'une berge en érosion où l'eau est d'une profondeur de 0,3 à 1,0 m (1 à 3,1 pi). La berge en érosion peut se trouver sur un tronçon droit ou dans une courbe extérieure.
- La structure devrait s'étendre en largeur jusqu'au bord du courant, mais pas plus qu'à 150 cm (60 po) du pied de la berge en érosion. Ne pas rétrécir le cours d'eau à moins de son débit de crue 1:2 (un an sur deux) ou de sa largeur naturelle.
- Se servir de rondins de 15 à 35 cm (6 à 14 po) de diamètre s'ils sont disponibles près du site, de préférence d'espèces qui ne pourrissent pas trop vite.
- Décider du montant de matériau qui convient au projet. Il faut assez de rondins pour que la structure recouvre la zone érodée sur toute sa longueur et pour en empiler à la hauteur originale de la berge. Ce mur n'a d'habitude qu'une seule épaisseur.
- Incliner graduellement la zone remblayée vers la berge du cours d'eau. L'eau pourra ainsi surmonter l'encoffrement en période d'inondation. Le profil de la structure doit toujours être bas.
- Se servir de barres en T ou de montants métalliques de 3,3 m (7 pi) (longueur minimale) en tant qu'appuis principaux (REMARQUE: pour se servir de montants métalliques, on doit percer un trou à 10 cm (4 po) du haut de chaque montant pour y attacher le fil ou le câble).
- On rattache la structure à l'ancienne berge à l'aide de piquets plus courts, de bois ou de métal, d'environ 40 cm (16 po).
- Utiliser du fil de clôture galvanisé résistant (de calibre 9 à 16) pour arrimer le matériau.
- Pour remblayer la structure on devrait se servir de broussailles, de souches, de bois pourri ou de gravier.
- On peut créer des fagots de bois avec des branches et de petits rondins attachés avec du fil de fer ou de la ficelle de lieuse. Les fagots devraient mesurer environ 1,0 à 1,5 m (3,3 à 5,0 pi) de long et 30 cm (12 po) de diamètre.
- Jusqu'à ce qu'on ait acquis une certaine expérience, on ne devrait seulement tenter de modifier que des tronçons de moins de 20 m (66 pi) de longueur.
- L'époque à laquelle on applique cette technique importe moins puisqu'on travaille très peu dans le cours d'eau. Toutefois, ce genre de travail est tout désigné pour le milieu de l'été, alors que le débit de l'eau est faible.

Étapes de mise en oeuvre:

- Décider de l'emplacement.
- Délimiter le courant à l'aide de piquets de bois temporaires pour marquer le bord externe de la nouvelle berge. On peut déterminer la ligne du courant visuellement en se tenant debout en amont des appareils à construire. Il est important de la localiser correctement car il est essentiel que le courant, si possible, passe rapidement sur le bord des rondins extérieurs. Attention de ne pas rétrécir le cours d'eau en deçà de la largeur naturelle de ses berges. Il faudra peut-être l'aide de professionnels pour déterminer l'emplacement de la structure.
- Empiler les matériaux nécessaires sur le site.
- Amorcer les travaux sur l'amont de la structure.

- À l'aide d'une masse ou d'un pilon, enfoncer une rangée de montants métalliques dans le lit du cours d'eau à intervalles de 1,0 à 1,5 m (3,3 à 5,0 pi) de sorte à les incliner environ 10 degrés contre le courant et en les penchant légèrement vers le milieu du cours d'eau. On empêche ainsi la flottabilité des rondins de sortir les piquets de l'eau avec les eaux de ruissellement du printemps. On devrait placer les piquets de métal le long de la ligne marquée par les piquets temporaires, qui peuvent être retirés une fois que tous les montants métalliques sont en place.
- Utiliser un fil à clôture épais pour arrimer une série de rondins aux montants métalliques de sorte à former un mur. Ces rondins doivent absolument porter directement sur le lit du cours d'eau et non sur le limon (silt) ou la boue, qui devraient être enlevés pour exposer le gravier sous-jacent avant d'y placer les rondins. On devrait passer le fil de fer autour des rondins et des montants ou poteaux en les croisant en forme de 8.
- Répéter ce processus en empilant rangée après rangée de rondins jusqu'à 10 cm (4 po.) du haut des montants métalliques.
- On peut renforcer la structure en enfonçant une deuxième rangée de piquets, du côté des rondins horizontaux qui se trouvent vers la berge, là où le ruissellement printanier est très fort. Ne pas se servir de rondins de peuplier car les castors adorent s'en nourrir. On devrait les fixer, avec le fil métallique, à la rangée extérieure de montants métalliques en poussant le fil à travers les creux laissés par l'irrégularité des rondins horizontaux.
- Remblayer l'espace entre le mur de rondins et l'ancienne berge jusqu'à environ 15 cm (6 po) du haut des montants métalliques. C'est un bon moyen de se débarrasser des débris de la berge (broussailles, souches, bois pourri, gazon, pierres etc.). Compacter le mélange en sautant dessus; placer le matériau de remblai le plus lourd en dessus pour garder le tout en place.
- Enfoncer une série de piquets (de bois ou de métal) en décalage des piquets principaux, à une distance de 50 à 100 cm (1,8 à 3,1 pi) en retrait du rebord de l'ancienne berge et penchés en s'éloignant du cours d'eau. Creuser une tranchée peu profonde où le fil de fer sera enterré ultérieurement. Les attacher à la ligne extérieure de piquets de métal à l'aide d'un bout de fil de fer de grande capacité plié en double. On suggère d'attacher les fils en les croisant. Resserrer la structure en introduisant un bâton entre les brins de fil pour ensuite le tordre.
- Compléter le remblayage avec du gazon et des fagots de broussailles pour recouvrir le fil de renforcement. On devrait laisser à l'air environ 10 cm (4 po) des montants métalliques extérieurs.
- Ces appareils en bois, s'ils sont bien construits, dureront des années sur des ruisseaux de faible gradient. De plus, si l'on plante des arbustes à puissant système racinaire (cornouiller stolonifère, saules) derrière les rondins du bord de l'eau, les racines se développeront jusqu'à former un matelas solide qui donnera une berge ferme et permanente, même si les arbres devaient pourrir.

Références:

Ministère des Richesses naturelles de l'Ontario. Intitulé: « Programme de participation communautaire à la gestion des pêches: Manuel de terrain ». 1982.

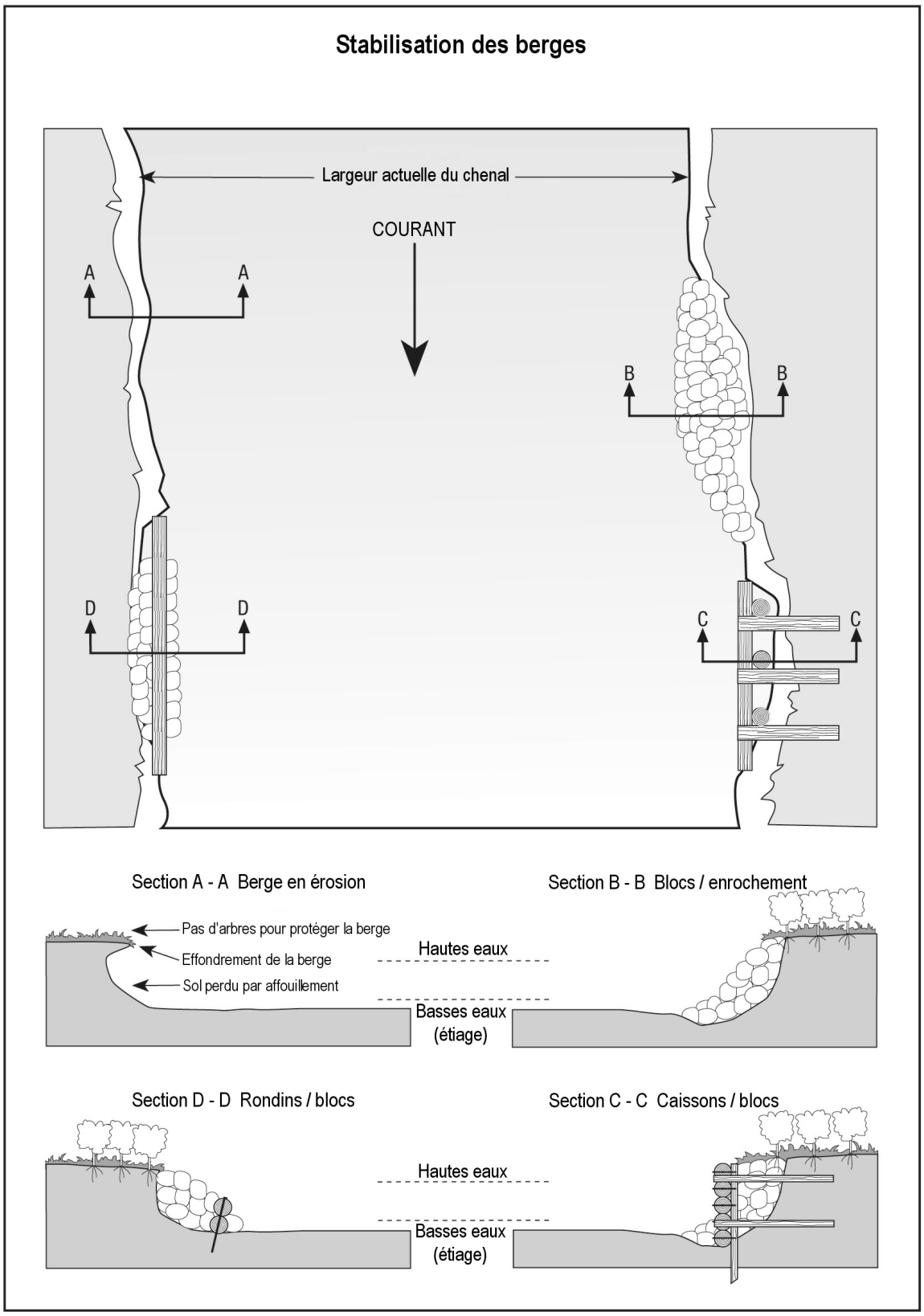


Figure 20. Dessins de conception de plusieurs techniques pour stabiliser les berges des cours d'eau.

4.2.4 Fiche de renseignements du MPO sur la restauration de l'habitat du poisson: Combinaison d'enrochement et de végétation

But:

- Stabiliser les berges et améliorer l'habitat en y ajoutant ombrage, abri et défeuillaison.

Conditions, s'il y a lieu:

- Là où les forces d'érosion sont trop grandes et où les méthodes végétales ne suffisent pas.

Avantages:

- Protège mieux les berges en formant un matelas racinaire sous les pierres.
- Augmente les dépôts sédimentaires.
- Peu d'entretien.
- Plus esthétique.

Désavantages:

- Les boutures peuvent être endommagées lors de l'enrochement.
- Les boutures doivent être bien enfoncées dans le sol.

Critères de conception:

- Planifier la berge tel que décrit dans la Fiche de renseignements sur la stabilisation des berges par enrochement.
- Planter des piquets d'arbustes dans le sol sous les pierres de manière à laisser le piquet sortir entre les pierres.
- La plantation peut s'effectuer avant ou après l'enrochement des berges.
- On peut planter les fascines dans les interstices entre les roches à mesure que les travaux avancent.
- Il faut être prudent en plaçant les blocs rocheux pour ne pas endommager les plantes.
- Le pied de la berge peut être enroché jusqu'au niveau ordinaire des hautes eaux et on se servira de végétation sur la berge en haut des roches.
- Ces méthodes peuvent êtres adaptées pour être utilisées avec toute autre méthode de construction pour stabiliser les berges.

Étapes de mise en oeuvre:

- Mettre en œuvre tel que décrit dans la Fiche de renseignements sur la stabilisation des berges par enrochement.
- Ériger le pied de l'enrochement jusqu'au niveau des basses eaux (étiage).

- Planter les broussailles, les piquets et les fascines dans le sol, puis enrocher autour d'eux.
- Si la couche d'enrochement n'est pas trop épaisse, on peut enfoncer les piquets ou les pieux vivants dans les interstices entre les blocs et assez profondément dans le sol.

Références:

Federal Interagency Stream Restoration Working Group (FISRWG) 1998. Stream corridor restoration: principles, processes, and practices.

British Columbia, Ministry of Environment, Lands, and Parks and Ministry of Forestry. 1997. Fish habitat rehabilitation procedures. Watershed Restoration Technical Circular No. 9. B.C. Watershed Restoration Program.

Schiechtl, Hugo. 1980. Bioengineering for Land Reclamation and Conservation. University of Alberta Press.

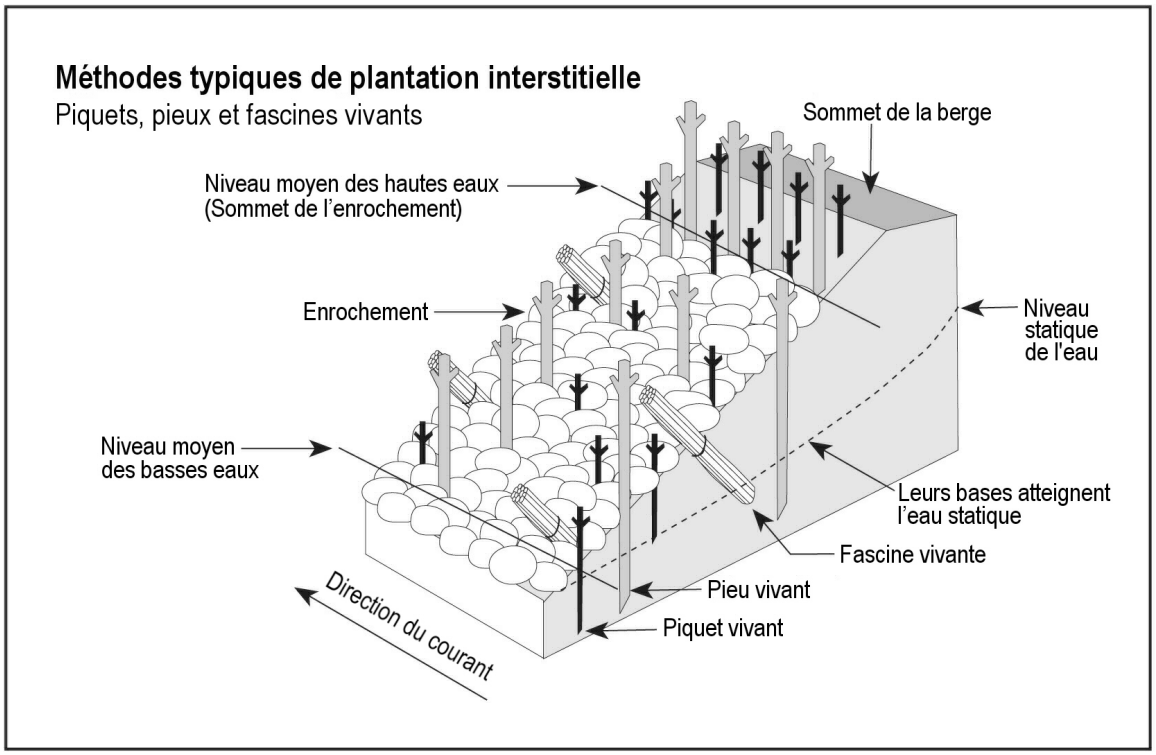


Figure 21. Dessin de conception de plantation interstitielle pour ralentir l'érosion des berges des cours d'eau (British Columbia, Ministry of Environment, Lands, and Parks and Ministry of Forestry, 1997).

4.2.5 Fiche de renseignements du MPO sur la restauration de l'habitat du poisson: Plantation de végétation en bord de cours d'eau

But:

- Stabiliser les berges des cours d'eau, réduisant ainsi l'érosion et les dépôts de sédiments qui en résultent.
- Régulariser le débit des cours d'eau. En hiver par exemple, le couvert végétal (forêt ou bande tampon) réduit la pénétration du gel, retient plus longtemps la neige de surface pour une fonte plus lente au printemps. À l'été, dans les zones d'amont, les arbres permettent à l'eau de pluie de s'infiltrer dans le sol pour y être emmagasinée puis libérée lentement afin de maintenir un débit d'été régulier.
- Offrir de bonnes conditions fluviales, favorables à une variété d'espèces de poissons.
- Offrir un couvert végétal esthétique.
- Offrir des conditions attirantes à certaines espèces fauniques et d'insectes.

Conditions, s'il y a lieu:

- Dans les endroits où la végétation au bord de l'eau a été enlevée par les activités des humains (par ex., agriculture, exploitation forestière, urbanisation).
- Dans les endroits où les berges ont été durement piétinées par le bétail.
- Dans les endroits où l'eau est de moindre qualité parce qu'on a enlevé la végétation au bord de l'eau. Par exemple, la température de l'eau peut être trop élevée pour soutenir certaines espèces de poissons; ou encore, les sédiments et les polluants peuvent s'introduire dans un cours d'eau qui n'a pas de bande tampon pour filtrer les particules de sol érodé et les contaminants qui leur sont associés.
- Dans certains cas, on a simplement besoin d'ériger une clôture. Une clôture empêchera le bétail de piétiner la berge et bloquera le passage de véhicules et de piétons. Une berge protégée favorisera sous peu l'établissement de la végétation naturelle des environs.

Habitats créés:

- Fournit des berges stables pour réduire l'envasement.
- Fournit de l'ombre.
- Fournit des feuilles mortes et de la nourriture pour les insectes du cours d'eau.

Avantages:

- Accroît la valeur esthétique du bord de l'eau.
- Attire les espèces fauniques et d'insectes qui fournissent de la nourriture aux poissons.
- Peut contrôler l'érosion et peut-être même diminuer les inondations.
- L'un des moyens les plus économiques et les plus efficaces de stabiliser les sols.

- On peut s'attendre à un bon couvert herbacé la première année et à ce qu'il soit bien établi en deux ou trois ans.

Désavantages:

- Restreint les autres usages possibles du sol. Par exemple, il peut enlever du terrain à la production agricole.
- Peut attirer certaines espèces de mauvaises herbes.
- Certaines variétés de graines pourraient avoir de la difficulté à germer à l'été et à la fin de l'automne.
- Peut exiger un certain entretien tel que le fauchage et/ou le nettoyage occasionnel de végétation ligneuse (p. ex, les aulnes).

Critères de conception:

- La croissance des semences dépend en partie de la pente et de la condition du sol des berges.
- La végétation en bord de cours d'eau devrait être un mélange de graminées, d'arbustes et d'arbres. Dans plusieurs cas, il pourrait être préférable d'avoir une zone de graminées et d'arbustes près du cours d'eau et de planter des arbres en retrait de la berge.
- Dans les zones où vous désirez établir une couverture végétale, planter un mélange de graminées et de légumineuses près du bord du cours d'eau.
- Dans les zones où vous désirez créer de l'ombre aussi bien qu'une couverture pour la berge, planter des arbustes et des arbres.
- Prendre en considération les espèces indigènes qui abondent dans les conditions locales. Il serait peut-être nécessaire de constater quelle végétation se trouve déjà sur les lieux.
- Une végétation dense n'est pas toujours souhaitable sur les berges. On voudra peut-être aménager des zones libres pour laisser pénétrer la lumière afin d'établir une couverture végétale du sol et d'améliorer les qualités halieutiques du cours d'eau.
- Tenir compte des types de sol, des conditions de drainage, du niveau des hautes eaux, ainsi que de la direction du vent et du soleil avant de choisir les espèces à planter. Pour croître et s'établir, il faut aux plantes des conditions adéquates. Il s'agirait peut-être de demander conseil à un biologiste, à un conseiller communautaire ou à un forestier de district.
- En général, on sème de préférence après les gelées du printemps. Pour réussir une plantation à l'automne, il faut des sols légers dégagés et que le matériel de reproduction ait perdu ses feuilles.

Préparation du sol et paillis:

- Il faut de la terre pour faire pousser des plantes. Même si cela semble aller de soi, bien des projets de restauration plantent des graminées et des arbustes dans des sols minéraux mal drainés, dépourvus de matière organique et de nutriments. S'il

n'y a plus de terre végétale sur le site, il faudra apporter des amendements adéquats au sol pour que les semis survivent.

- Il est peu probable que les graminées, arbustes et arbres de plantation soient arrosés comme dans un jardin. C'est pourquoi il est important de les planter en saison de pluies régulières et de pailler le tour des arbustes et des arbres pour conserver l'humidité du sol. Les graminées auront peut-être besoin d'un léger paillis de foin ou de paille pour empêcher la pluie d'éroder le sol et les semences et pour conserver l'humidité du sol.

Étapes de conception:

- La berge devrait présenter une pente stable; sinon, il faudra peut-être aplanir la berge ou la stabiliser par enrochement, encoffrement ou autre ouvrage.
- On choisira soigneusement les espèces à planter.

1. Graminées et légumineuses: Planter un mélange de graminées et de légumineuses. Les légumineuses fournissent au sol de l'azote et favorisent ainsi l'établissement des semis. Les légumineuses à retenir sont le lotier corniculé (*Lotus corniculatus*) ou la coronille bigarrée (*Coronilla varia*). Ces deux espèces vivent longtemps et sont adaptées à une large gamme de sols et d'humidités. Cependant, la coronille bigarrée se débrouille mieux dans les zones variant de sèches à bien drainées. Les graminées à mélanger aux légumineuses sont la fétuque rouge traçante (*Festuca rubra*) ou la fétuque élevée (*Festuca arundinacea*). La condition du sol et l'humidité exigeront peut-être d'utiliser d'autres graminées ou légumineuses. Les mélanges de semence qu'on nomme « mélange pour autoroute » ou « mélange de conservation » constituent de bonnes combinaisons pour les Maritimes. La plupart des fournisseurs de semences sont en mesure d'offrir des conseils sur les mélanges à utiliser sur le type de sol de la zone de plantation.

2. Arbustes: Le cornouiller stolonifère (*Cornus stolonifera*) est un arbuste idéal. Ce petit arbuste (environ 1,8 m; 6 pi de haut) est bien adapté aux berges des cours d'eau car il pousse mieux dans les sols humides et se propage en produisant des stolons. D'autres arbustes à considérer, le rosier rugueux (*Rosa rugosa*), le rosier multiflore (*Rosa multiflora*), la viorne trilobée (*Viburnum trilobum*) et l'aulne rugueux (*Alnus rugosa*). Plusieurs espèces arbustives de saule sont également à retenir. La plupart des espèces arbustives (surtout l'aulne rugueux) doivent être recépées aux deux ou trois ans pour la gestion de l'entretien afin d'améliorer les caractéristiques d'une croissance basse et dense. Ne pas planter d'espèces qui donnent de gros arbres; ces espèces transpirent souvent de grandes quantités d'eau.

Sur les sols moins fertiles ou sablonneux, planter le chalef en ombelles (*Elaeagnus umbellata*). Cet arbuste de taille moyenne (2,4 à 4,2 m; 8 à 14 pi de hauteur) convient bien aux berges car il produit rapidement un tapis protecteur de feuilles mortes. Sur les fortes pentes, planter des rosiers rugueux. Cet arbuste (2 à 3 m; 6 à 10 pi de hauteur) contrôle bien l'érosion par sa croissance très dense et sa capacité de pousser en sol nu et de former des fourrés. Il pousse le mieux sur les pentes protégées face au sud. Bien en retrait sur la berge, planter la viorne trilobée. La viorne trilobée est un grand arbuste (2,4 à 3,6 m; 8 à 12 pi) qui pousse le mieux dans des sols fertiles bien drainés ou des sols plus

mouilleux s'ils sont fertiles. Choisissez des espèces qui poussent dans la même région et dans des conditions semblables.

3. Arbres: On peut se servir de la plupart des espèces ligneuses indigènes. Règle générale, planter des espèces décidues (bois franc) sur les pentes nord (face au sud) et est (face à l'ouest) et les espèces conifères (bois mou) sur les pentes sud (face au nord) et ouest (face à l'est). Il faut planifier à l'avance. Plusieurs espèces d'arbustes et d'arbres ne sont disponibles qu'en certains temps de l'année et doivent être commandées d'avance, surtout s'il s'agit de peupler une grande superficie. Aussi est-il mieux de planter au début du printemps, dès que le sol est dégelé. Il faut également préparer l'emplacement où se fera la plantation; il s'agit d'enlever les mauvaises herbes qui feraient compétition aux petits arbres et arbustes nouvellement plantés, en prenant de l'humidité, des nutriments et de l'espace qu'il leur faut pour survivre. De plus, se servir d'espèces indigènes qui poussent bien dans des sols et des degrés d'humidité spécifiques. On peut transplanter plusieurs de ces plantes sur de nouveaux sites au début du printemps. Si l'on ne connaît pas bien les techniques de transplantation, demander l'assistance d'un biologiste, d'un forestier de district ou d'un conseiller communautaire. Ne pas oublier de demander la permission lorsqu'on pratique la transplantation sur des terrains privés.

Étapes de mise en oeuvre:

Graminées et légumineuses:

1. Bien que les conditions locales affecteront votre choix, on recommande le mélange suivant pour les plantations de graminées/légumineuses: 20 à 30 kg/ha (18 à 27 lb/acre) de graines de graminées et 15 à 20 kg/ha (13 à 18 lb/acre) de légumineuses. Sans graines de légumineuses, on recommande de 500 à 150 kg/ha de graines de graminées.
2. Bien préparer le lit de semence et les engrais (10-10-10 ou 10-20-0, de 300 à 500 kg/ha; 268 à 446 lb/acre), planter au printemps puisque les légumineuses ne prennent pas après la mi-août et couvrir de copeaux ou de paille pour limiter la croissance de mauvaises herbes.
3. Là où la berge est fortement inclinée, il faudra peut-être tenir le paillis en place à l'aide de fibre de coco tissée, de grillage de basse-cour, de clôture à carreaux ou de clôture à neige arrimées. On devrait en même temps travailler le sol ou le pailler pour ralentir la croissance des mauvaises herbes.
4. On devrait appliquer les graines et l'engrais à l'aide d'hydro-semoirs ou de semoirs à main de type Cyclone.

Arbustes:

1. Planter des semis de pépinière d'un ou deux ans dans une tranchée. Si l'on ne peut creuser une tranchée, enlever du gazon là où l'arbuste doit être planté.
2. Planter les rangées en quinconce, espacées d'un mètre pour diminuer la compétition avec les mauvaises herbes. (cf. Figure 22).
3. Le paillis déposé sur le sol aide grandement à conserver l'humidité du sol et à diminuer la compétition avec les mauvaises herbes.

4. On peut aussi établir le cornouiller stolonifère et le saule en plantant de nouvelles boutures à partir d'arbustes établis. Premièrement, couper des pousses de l'an dernier de la plante-mère, de 1/4 po (0,6 cm) de diamètre. Puis pousser la bouture dans la berge et l'enfoncer jusqu'au niveau de l'eau. Garder un ou deux bourgeons à l'air. Si elles sont disponibles, les plantes qui ont déjà des racines auront de plus grandes chances de survivre.
5. Les semis du printemps donnent les meilleurs résultats.

Arbres:

1. Préparer le site de plantation en labourant des sillons de 7,5 à 12,5 cm (3 à 5 po) de profondeur, séparés de 1,8 m (6 pi). Planter les arbres dans les sillons. Sur les terres humides, faire les sillons à l'automne et planter le printemps suivant. Faute d'une charrue, ou dans les sols pierreux ou vallonnés, enlever pour chaque plant 1 pied carré (un neuvième de mètre carré) de gazon à l'aide d'une pelle et planter l'arbre au centre. Lors de la plantation, porter les arbres dans un seau qui contient quelques centimètres d'eau. Lors du transport, protéger davantage les arbres avec de la mousse humide ou de la jute mouillée. Clore l'emplacement si le bétail risque d'y manger ou de le piétiner. En prenant les précautions qui s'imposent, les arbustes et semis d'arbres pourront s'établir et se développer plus rapidement.
2. On devrait remplacer les plantes mortes à cause des animaux ou par dessication hivernale.
3. On peut engraisser les plantes pour les aider à pousser, mais on devrait le faire uniquement si l'on ameublit le sol ou si on le paille afin de ralentir la croissance des mauvaises herbes.
4. En guise de paillis, on recommande souvent la sciure de bois, la paille ou les copeaux afin de conserver l'humidité du sol et diminuer la compétition avec les plantes indésirables.

Références:

Bastien-Daigle, S., A. Vromans et M. MacLean. 1991. Guide d'amélioration de l'habitat du poisson au Nouveau-Brunswick. Pêches et Océans Canada. Rapport technique canadien des sciences halieutiques et aquatiques. 1786E: iv + 109 p.

Ministère des Richesses naturelles de l'Ontario. Intitulé: « Programme de participation communautaire à la gestion des pêches: Manuel de terrain ». (1982).

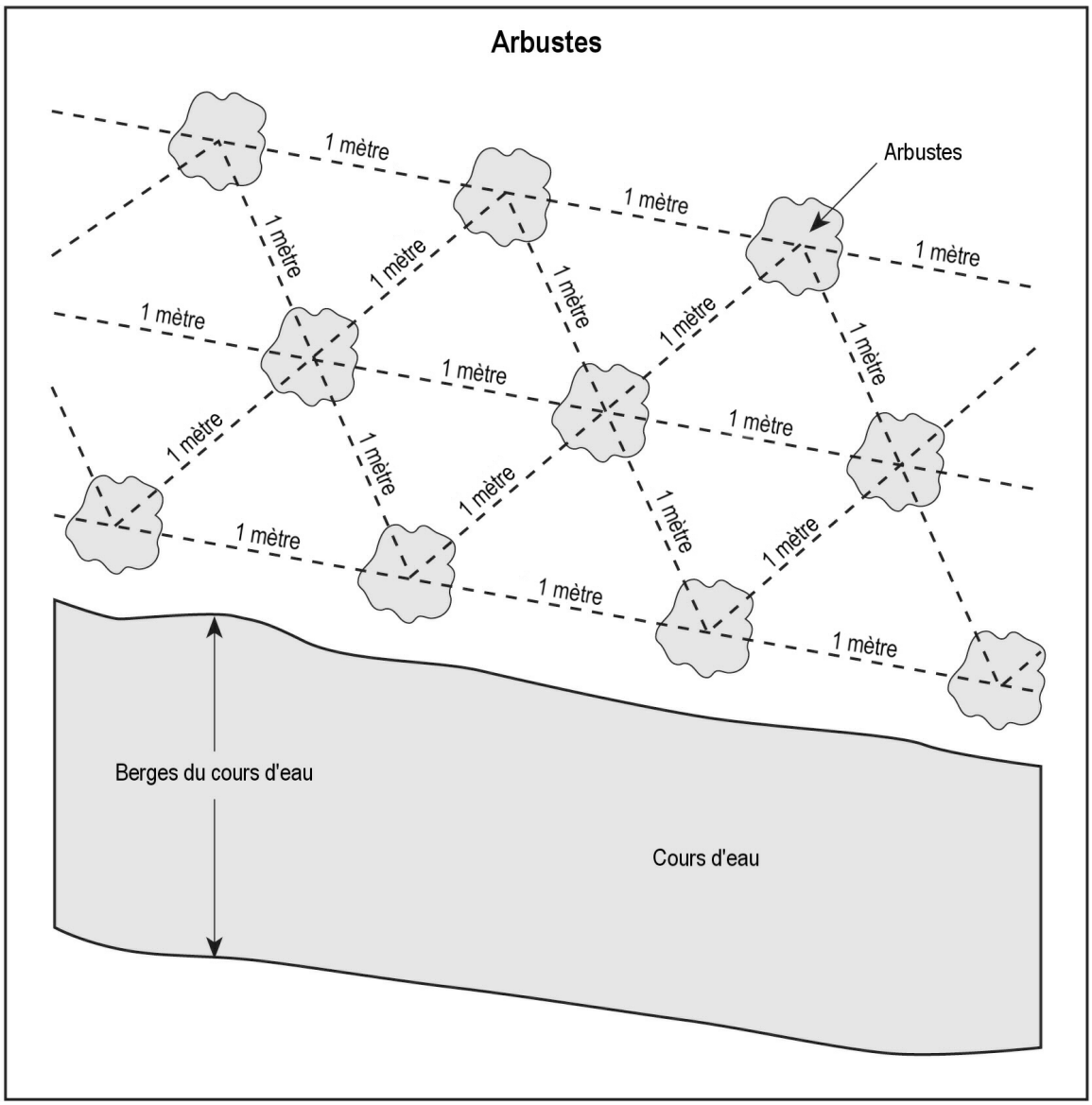


Figure 22. Dessin de conception représentatif d'un semis d'arbustes (MPO, 1991).

4.2.6 Fiche de renseignements du MPO sur la restauration de l'habitat du poisson: Arbres de revêtement

But:

- Protéger les berges contre le creusement fluviatile et l'érosion de leur base.

Conditions, s'il y a lieu:

- Contextes de vélocités (vitesses) faibles à moyennes et de berges non cohésives et susceptibles à l'érosion à la base.

Habitats créés:

- En certains cas, fournit de l'abri.
- Le but principal est de réduire l'envasement des habitats.

Avantages:

- Offrir une bonne protection contre l'érosion des berges et de l'abri dans les cours d'eau en période de hautes eaux.
- Plus efficaces sur les cours d'eau dont les berges sont d'une hauteur inférieure à 3,7 m (12 pi) et dont la vitesse au niveau de débordement est moins de 2 m/s (6,5 pi/s).
- Utiliser du matériau peu coûteux et facile d'accès.
- Attrape les sédiments et améliore les conditions favorisant la colonisation par les espèces indigènes, surtout pour les cours d'eau à charge élevée de matériaux charriés.
- On préférera les espèces plus résistantes à la décomposition car elles prolongent la période d'établissement pour les espèces plantées ou la repousse qui s'ensuit.
- S'il y a lieu, on devrait utiliser un revêtement d'arbres en association avec des systèmes de bioingénierie du sol et des semis végétatifs de sorte à stabiliser le haut de la berge et assurer une source de régénération de la végétation au bord du cours d'eau.

Désavantages:

- On doit abattre des arbres de grande taille.
- Il faut de l'équipement lourd pour déplacer les gros arbres et pour creuser une tranchée convenable où les ancrer.
- Si le creusage de la tranchée le long de la berge n'est pas fait comme il faut, il peut causer une sédimentation importante.
- Les systèmes d'ancrage par câble présentent parfois des risques d'accident.
- De durée utile limitée et doivent être remplacés périodiquement.
- Peuvent subir des dommages importants par l'écoulement glaciaire.

- Ne doivent pas être installés juste en amont de ponts ou autres rétrécissements du chenal car le revêtement pourrait se détacher et causer des dommages en aval.
- Ne devrait pas prendre plus de 15 % de la superficie transversale du chenal au niveau de débordement.
- Non recommandé si les embâcles de débris contre les ponts en amont sont susceptibles de causer des dommages.

Critères de conception:

- Discuter du projet avec un biologiste, un conseiller communautaire, un ingénieur agricole et/ou autre personne d'expérience au besoin.
- Il est très important d'ancrer solidement chacun des arbres à une souche à l'aide de fil de fer galvanisé ou de câble de nylon tout en causant le moins de dommage possible aux berges.
- Ne pas ancrer aux arbres vivants autant que possible.
- Il faut que chaque extrémité de la section de berge traitée soit bien protégée.
- Cours d'eau de moins de 5 m de large: une rangée d'arbres rattachés les uns aux autres, attachée au pied de la berge ou à une palée d'ancrage. Les racines réduisent la vitesse du débit le long des berges en érosion, piègent les sédiments et fournissent un substrat pour l'établissement des plantes et pour contrôler l'érosion.

Étapes de mise en oeuvre:

- Se procurer des arbres conifères entiers qui viennent d'être abattus. Autrement, les aiguilles pourraient tomber trop vite, ce qui diminuerait l'efficacité de la structure.
- Ancrer les arbres entiers aux berges du cours d'eau de sorte que la motte racinaire (le bout de la souche) pointe typiquement vers l'amont (les structures orientées vers l'aval se sont aussi montrées efficaces).
- Sur les sites d'énergie moyenne, on peut traiter les berges du cours d'eau avec une structure intégrée genre arbres-blocs-semis montée en un système emboîté.
- Là où la berge est cohésive, on peut creuser des tranchées qui accepteront chacune des unités à débris.
- Là où la berge n'est pas cohésive, on devrait d'abord former un grand banc. Ce banc devrait être assez grand pour accepter le plus gros tronc dont on se servira (moins de 9 m en général).
- Il est plus facile d'assembler le revêtement en commençant à la limite aval et en procédant vers l'amont.
- Les billots (rondins) d'assise sont installés aussi profondément que possible par rapport au talweg. La profondeur maximum de placement dépendra de la condition du substrat et de celle du débit lors de l'installation.
- Les mottes racinaires sont ensuite installées de sorte que leurs racines surplombent le rondin d'assise.
- Puis on ajoute les billots de tête, les blocs rocheux et le remblai. La terre qui sert de remblai devrait être ensemencée densément de matériau végétal vivant.

Références:

British Columbia, Ministry of Environment, Lands, and Parks and Ministry of Forestry. 1997. Fish habitat rehabilitation procedures. Watershed Restoration Technical Circular No. 9. B.C. Watershed RestorationProgram.

Federal Interagency Stream Restoration Working Group (FISRWG) 1998. Stream corridor restoration: principles, processes, and practices.

United States Department of Agriculture, Natural Resource Conservation Service, Watershed Science Institute 1999. (http://www.wsi.nrcs.usda.gov/products/).

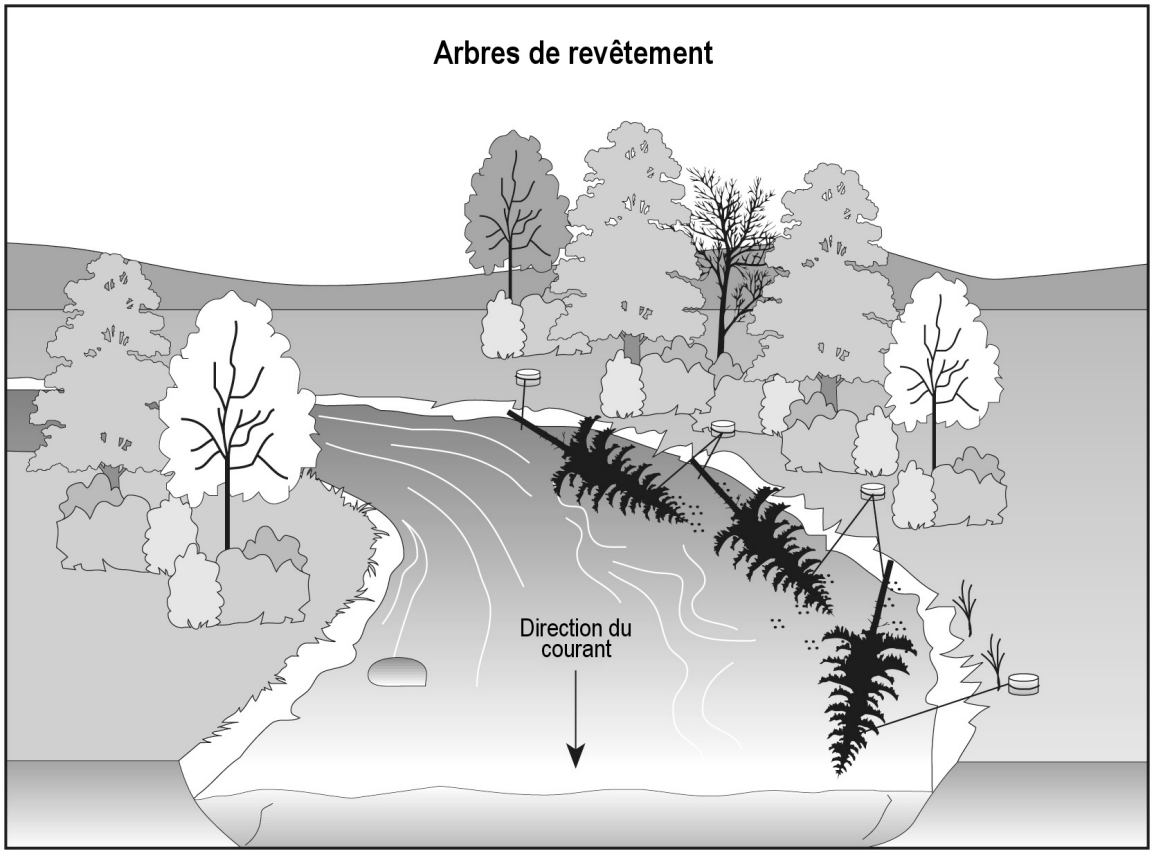


Figure 23. Dessin de conception d'arbres servant de revêtement pour protéger la berge contre l'érosion (USDA, 1999).

4.2.7 Fiche de renseignements du MPO sur la restauration de l'habitat du poisson: Matelas de branches (pièges à sédiments)

But:

- Stabiliser les barres de méandre et les battures de vase (vasières) aux abords des rivières.

Conditions, s'il y a lieu:

- Dans les rivières à charge élevée de limon (silt).
- Sur les vasières intertidales des abords des rivières.

Habitat créé:

- Piège le limon sur les barres de méandre et réduit l'envasement.
- Aide à développer le talweg et les fosses.
- Stabilise le chenal.

Avantages:

- Rentable.
- Utilise des matériaux locaux.
- Piège le limon et aide à refaire les berges, ainsi qu'à réduire l'érosion.

Désavantages:

- Exige une main-d'oeuvre importante.
- D'une durée utile limitée si la zone ne se végétalise pas.

Critères de conception:

- Branches de conifères d'environ 2 m de long ou petits arbres.
- Attacher avec des piquets et fixer solidement.
- Placer le bout de la souche en amont et la branche en parallèle au courant.

Étapes de mise en oeuvre:

- Recouvrir la barre de méandre (à l'intérieur de la courbe du méandre) de branches en commençant en aval et en remontant.
- Chevaucher les branches comme des bardeaux.
- Attacher le bout de la souche à l'aide de piquets et arrimer la branche à celle du dessous si nécessaire.
- Les branches piègeront le limon aux hautes eaux ou à marée haute et formeront une barre stable.

Références:

Lea Murphy, Bureau du secteur de Charlottetown du MPO. Communication personnelle.

T. Dupuis, D. Guignion, R. MacFarlane and R. Redmond. 1994. A Technical Manual for Stream Improvement on Prince Edouard Island. Canada/PEI Cooperation Agreement for Sustainable Economic Development. Morell River Management Cooperative Inc.: vii + 176p.

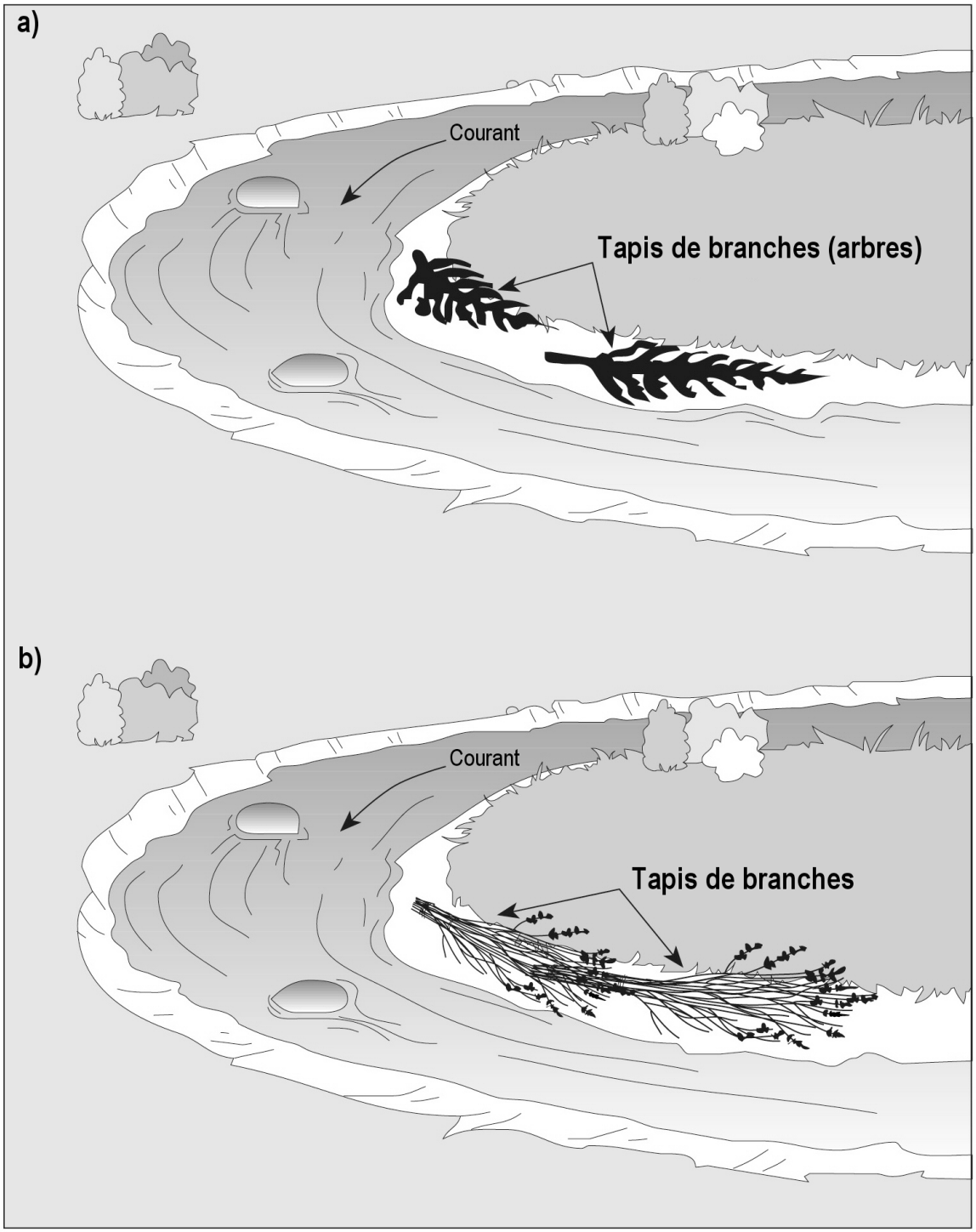


Figure 24 (a) et (b). Dessins de conception de tapis (matelas) de branches utilisés pour piéger les sédiments et renforcer les berges des cours d'eau (Dupuis *et al.*, 1994).

4.2.8 Fiche de renseignements du MPO sur la restauration de l'habitat du poisson: Fagots de branches (fascines) et Tapis de branches

But:

- Principalement de stabiliser les berges des cours d'eau.
- Fournit aussi de l'ombre et des feuilles mortes à l'habitat du poisson.

Conditions, s'il y a lieu:

- Berges en érosion active.

Avantages:

- D'apparence naturelle.
- Autonome.
- Fournit au cours d'eau de l'ombre et une productivité primaire.

Désavantages:

- Le plein effet stabilisateur se développe avec le temps.
- Il peut être nécessaire de remplacer les plantes si elles ne poussent pas.

Critères de conception:

- Choisir des plantes qui conviennent aux sols et à leur teneur en humidité.
- Utiliser des méthodes intégrées de stabilisation des berges pour en assurer la stabilité.

Étapes de mise en oeuvre:

1. Fascines:

- Attacher les boutures vivantes en fagots.
- S'en servir sur les pentes de 1:1 ou moins.
- Creuser les tranchées en parallèle au cours d'eau.
- Espacement typique entre les tranchées: 1 à 1,5 m.
- Mettre les fagots dans les tranchées et tenir en place avec des piquets.
- Recouvrir d'une mince couche de terre.
- Il est préférable de le faire au printemps ou à l'automne.

2. Tapis de branches:

- La densité de plantation des branches vivantes de plus de 1,5 m devrait être de 20 à 50 branches par mètre.
- On enterre le bout de la souche des branches pour encourager l'enracinement.

- Fixer avec des piquets et arrimer avec du fil sans saillie ou de la corde de jute.
- Complètement recouvrir le tapis d'une mince couche de terre.
- S'en servir sur les berges dont la pente se situe entre 2:1 et 3:1 et qui font plus de 2 m de hauteur.

Références:

British Columbia, Ministry of Environment, Lands, and Parks and Ministry of Forestry. 1997. Fish habitat rehabilitation procedures. Watershed Restoration Technical Circular No. 9. B.C. Watershed RestorationProgram.

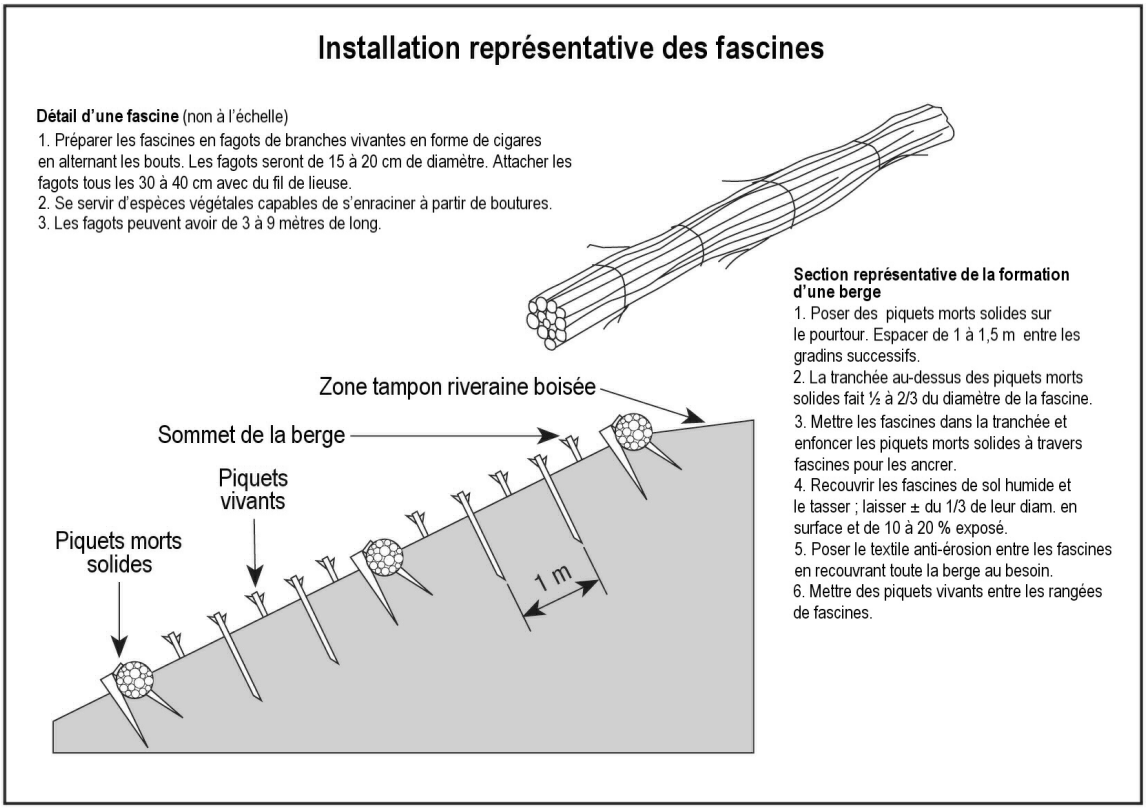


Figure 25. Dessin de conception de fagots de branches (qu'on nomme aussi *fascines*) pour protéger la berge contre l'érosion (British Columbia, Ministry of Environment, Lands, and Parks and Ministry of Forestry. 1997.)

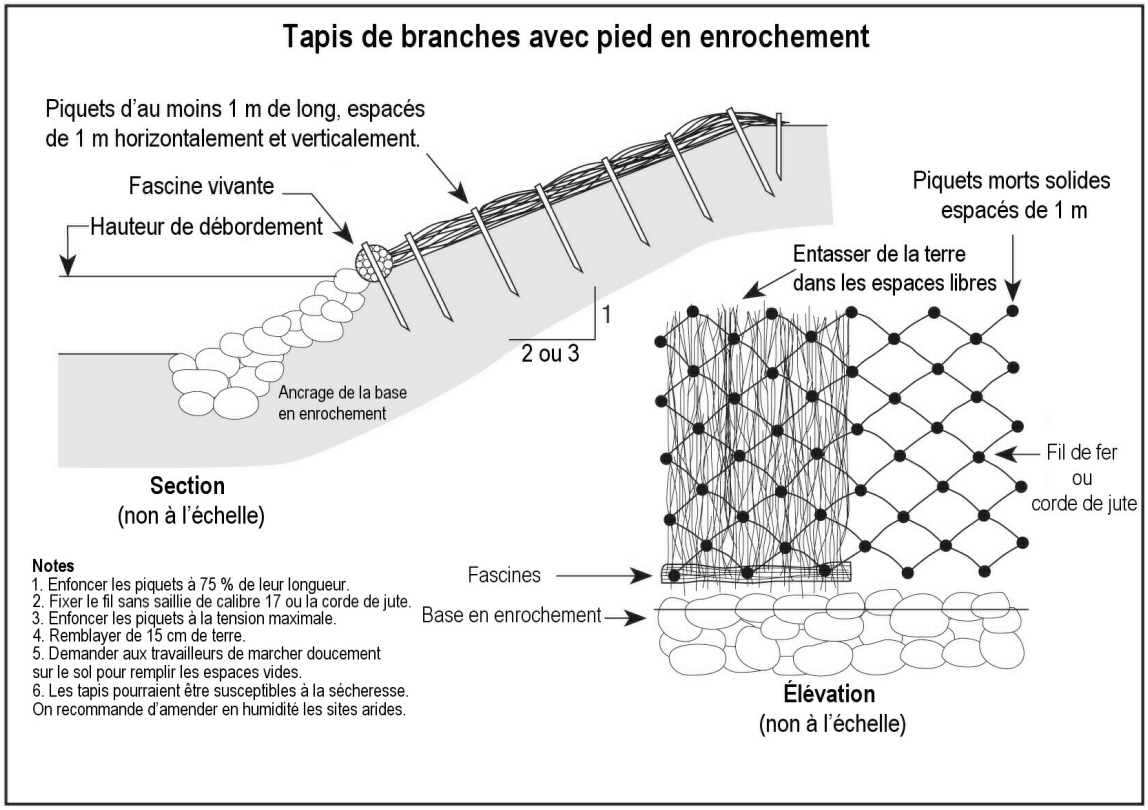


Figure 26. Dessin de conception de tapis de branches servant à protéger la berge contre l'érosion (British Columbia, Ministry of Environment, Lands, and Parks and Ministry of Forestry. 1997.)

4.2.9 Fiche de renseignements du MPO sur la restauration de l'habitat du poisson: Piquets de clôture

But:

- Rétablir une berge en érosion.
- Rétrécir une section de cours d'eau trop élargie.

Conditions, s'il y a lieu:

- Les sections de cours d'eau trop élargies par l'érosion ou autres activités et où l'on doit rétablir la largeur naturelle du cours d'eau.

Habitat créé:

- Stabilise la berge et diminue l'envasement des habitats.
- Rétrécit le chenal, augmentant ainsi le développement du talweg et des fosses.

Avantages:

- Peu coûteux si les matériaux sont disponibles sur les lieux.
- Facile à installer.
- Excellente stabilisation des berges.
- Se fond au paysage.

Désavantages:

- Exigeant en main-d'oeuvre.
- Ne tolèrera pas de grandes variations du niveau de l'eau.
- D'une durée utile limitée. Exige un entretien régulier.
- À utiliser sur les cours d'eau de moins de 15 m de largeur.
- Ne fournit aucun abri.
- Peut miner si le lit du cours d'eau est érodable.

Critères de conception:

- Ériger le mur jusqu'au niveau normal des hautes eaux ou au niveau d'inondation de la berge adjacente; choisir le plus bas de ces deux niveaux.
- Déterminer la largeur naturelle du cours d'eau et disposer les piquets pour qu'ils se fondent aux berges aux deux bouts.
- Se servir d'espèces ligneuses qui résistent à la pourriture comme le cèdre et la pruche.
- Ne pas empiler les rondins au dessus de la hauteur originale de la berge.
- On devrait incliner le remblai vers la berge existante.

Étapes de mise en oeuvre:

- Enfoncer les piquets ou les tiges de métal en T en une rangée double de la largeur de vos rondins.
- Enfoncer le long du sommet de la berge des piquets à environ 3 m de profondeur dans la berge pour ancrer.
- Arrimer en quinconce la rangée externe de piquets aux piquets d'ancrage à l'aide d'un câble de grosse jauge.
- Installer un treuil sur chacun des câbles pour resserrer la structure après que les rondins ont été mis en place.
- On devrait enterrer le câble des piquets d'ancrage dans une tranchée peu profonde.
- Empiler les rondins entre les rangées externes de piquets, arrimer chaque rangée de rondins aux piquets et chevaucher les bouts des rondins en empilant chaque rangée.
- Remblayer derrière le mur de rondins jusqu'au-dessus du niveau des câbles d'ancrage, avec des branches et de la terre selon leur disponibilité.
- Chapeauter la berge avec de la terre et y planter graminées et arbustes.

Références:

Bastien-Daigle, S., A. Vromans et M. MacLean. 1991. Guide d'amélioration de l'habitat du poisson au Nouveau-Brunswick. Pêches et Océans Canada. Rapport technique canadien des sciences halieutiques et aquatiques. 1786E: iv + 109 p.

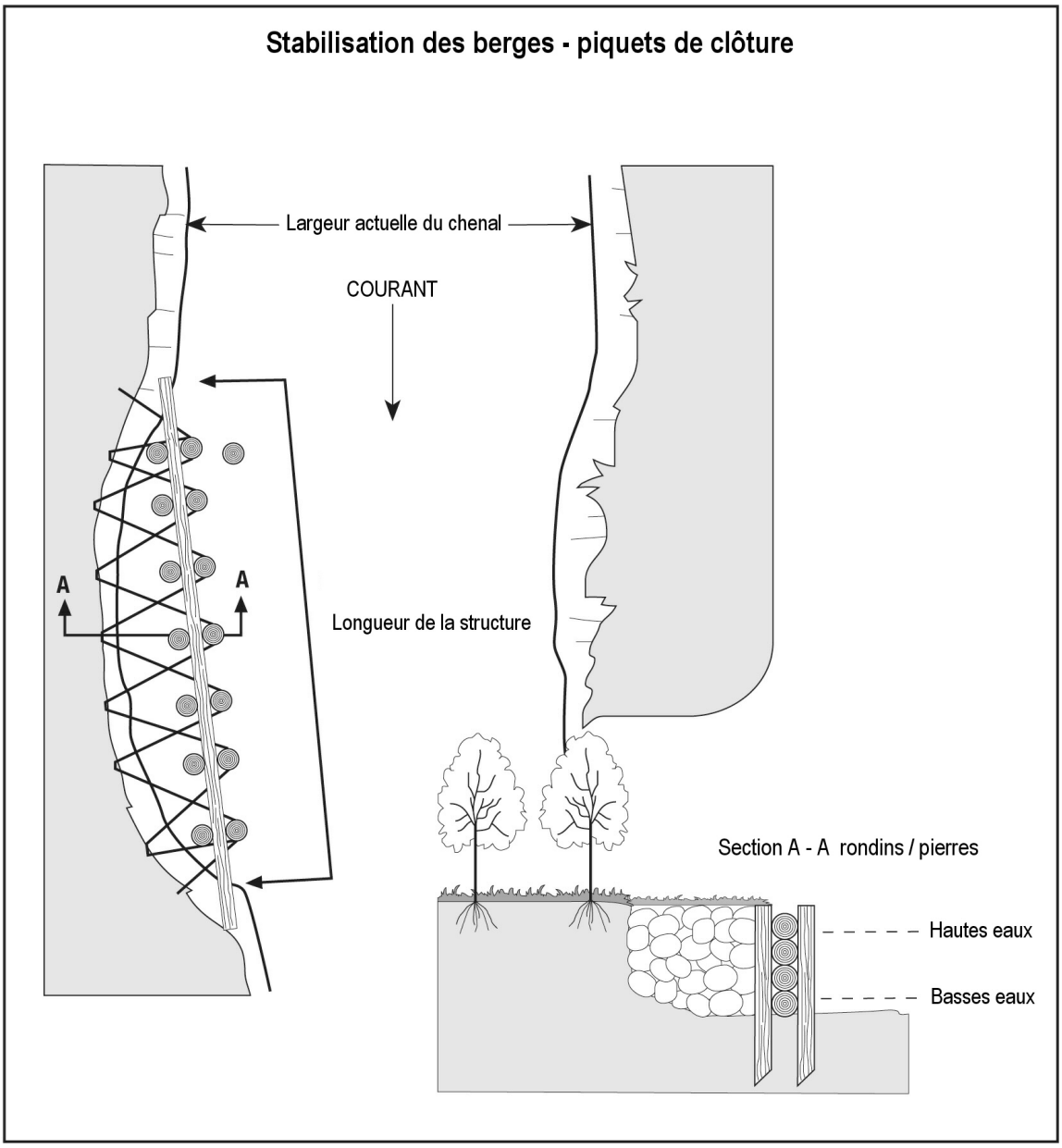


Figure 27. Dessin de conception de piquets de clôture servant à protéger la berge contre l'érosion (Thaumas Environmental Consultants Ltd.).

4.3 CRÉATION DE FOSSE-RADIER ET RÉTRÉCISSEMENT DU CHENAL

A) Billots creuseurs
B) Déflecteurs
C) Seuils rocheux
D) Barrages et seuils de basse chute

4.3.1 Fiche de renseignements du MPO sur la restauration de l'habitat du poisson: Billots creuseurs

But:

- Supporter une section de radier en amont et créer une fosse en aval pour mettre en valeur l'habitat des truites et des saumons et accroître la diversité des habitats.

Conditions, s'il y a lieu:

- Dans un cours d'eau de pente faible à moyenne (jusqu'à 2 %), à substrat de gravier ou de petit galet et là où l'on peut laisser les débits et courants naturels façonner le lit du cours d'eau.
- Le rondin (billot) aide à contrôler le gradient en retenant le substrat du radier/plat pour qu'il ne tombe pas dans la fosse. Ils ne sont pas conçus pour changer sensiblement la hauteur de chute ou pour créer une marmite torrentielle.

Habitats créés:

- Habitats de fosses > 45 cm de profondeur à faible débit.
- De l'abri dans le cours d'eau sous le rondin sous-cavé.
- Trier les substrats en déplaçant le sable et le limon vers les barres de méandre et les plaines inondables.
- Les fosses et le substrat dégagé piègent les débris de feuilles et les matières organiques, soutiennent de plus grandes populations d'insectes, fournissent de meilleurs abris de reproduction et de fuite pour les juvéniles, ainsi que des habitats d'hivernage.
- Encourage le développement du talweg entre les fosses.
- Reproduit le processus naturel des billots creuseurs dans les cours d'eau.

Avantages:

- Bien placé, un billot creuseur créera une fosse qui ne se remplira pas.
- Crée un couvert (abri) dans le cours d'eau et encourage le développement d'un ratio radier/fosse approprié et de graviers dégagés dans les cours d'eau.
- Peut être assemblé à partir de matériaux trouvés sur les lieux dans les zones boisées ou d'accès difficile.

Désavantages:

- Mal placés/ancrés, les billots creuseurs seront emportés par le courant, seront inefficaces ou encore perturberont encore plus l'habitat.
- L'installation peut être exigeante en main-d'oeuvre.
- Mal placés, ils peuvent nuire à la navigation des petites embarcations comme les canots.
- On doit vérifier régulièrement que l'ouvrage fonctionne comme il faut.

Critères de conception:

- Pour de meilleurs résultats, on devrait placer le billot creuseur en tête d'une fosse naturelle. Ils sont à toutes les 6 largeurs de chenal d'après la largeur du chenal de crue 1:2 an (biennale ou largeur de débordement) et en alternance sur les deux côtés du cours d'eau.
- Il est essentiel de les positionner correctement pour réussir à générer une diversité des habitats.
- Les rondins (billots) sont le plus efficaces dans les cours d'eau de moins de 6 m (20 pi) de largeur.
- Leur diamètre devrait être d'environ 10 cm (4 po) à 15 cm (6 po) sans trop amincir d'un bout à l'autre.
- Le billot creuseur doit être solidement ancré au substrat.
- Il devrait être orienté à 30° du travers (largeur) du cours d'eau et, regardant en aval, être tourné vers le côté où se trouve la fosse.
- Le bout amont du rondin devrait être un peu plus profond que le reste du rondin de sorte à concentrer les débits faibles du côté où se trouve la fosse.
- Les bouts du rondin doivent pénétrer fermement dans les berges et être bien enrochés en place pour empêcher l'érosion des berges. Certaines fiches de renseignements demandent que les bouts soient enfoncés jusqu'à 1 m dans la berge. Ce n'est pas nécessaire pour la plupart des cours d'eau des Maritimes, à moins que le rondin ne se trouve dans une barre de gravier ou autre matériau meuble.
- On devrait construire une rampe d'enrochement de manière à incliner le lit du cours d'eau jusqu'au rondin à un ratio de 20:1. Ceci implique en général une rampe de 1 à 3 m (3 à 10 pi) de long du côté amont.
- Afin d'encourager l'affouillement par le courant, on devrait retirer des environs de la fosse le galet et les grosses pierres qui en blindent la surface.
- L'emplacement du talweg pour les billots creuseurs est à leur bout inférieur. Dans les chenaux trop élargis, cet emplacement peut être ajusté sur la berge qui maximisera la longueur du méandre et diminuera le gradient, ou encore, on peut aligner les billots (rondins) et se servir de déflecteurs pour rétrécir le chenal, en conservant le gradient tel que nécessaire.
- Les billots travaillent avec le débit des cours d'eau à trier le gravier et à former les fosses et le radier du talweg. Ce travail met d'ordinaire de deux à trois ans à s'accomplir.
- Billots et rampes exigent un entretien régulier jusqu'à ce que le cours d'eau ait atteint sa nouvelle forme et que la végétation ait stabilisé les nouvelles berges.
- Les billots travaillent avec le débit du cours d'eau à créer les habitats. Le substrat affouillé des environs d'une fosse est nécessaire pour former la barre de méandre et pour donner leur forme aux chenaux.
- Une fois la fosse formée, le galet et les grosses pierres qu'on avait d'abord retirés peuvent être remis en place pour fournir aux juvéniles de l'abri dans le cours d'eau, au besoin.

Billot creuseur avec déflecteur:

- On installe le déflecteur à l'extrémité aval du billot creuseur.
- Son sommet est au bord du chenal de conception et toutes dimensions, angles et formes sont tel que détaillé dans les fiches de renseignement sur les déflecteurs.
- Le déflecteur aidera à creuser une plus longue fosse et à accélérer le rétrécissement du cours d'eau trop élargi.
- On profite ainsi de l'agencement des deux structures.

Étapes de mise en oeuvre:

- Discuter du projet avec un biologiste de l'habitat du poisson, un conseiller communautaire ou autre personne qualifiée de votre région avant sa mise en oeuvre.
- Se servir de préférence de rondins de bois franc de taille adéquate car ils résistent mieux que le bois mou à l'affouillement des graviers fins.
- Inspecter le cours d'eau afin de trouver l'emplacement qui convient à un billot creuseur.
- Installer le billot creuseur dans le cours d'eau en l'ancrant fermement au substrat avec une barre d'armature.
- Ériger une bonne rampe d'enrochement du côté amont. À cause du sous-cavage éventuel du billot, le bloc rocheux contre le billot doit être de taille suffisante pour ne pas y tomber. Si de telles pierres ne sont pas disponibles, se servir de grillage métallique, de clôture à neige en plastique ou de géotextile qu'on attachera au billot pour ensuite l'étendre sous la rampe de sorte à retenir les pierres plus petites et les empêcher de tomber dans l'affouillement (sous-cavage). Pour produire l'affouillement de façon plus écologique, on installe un deuxième billot contre le billot creuseur de sorte que la structure soit d'une largeur de deux billots, puis on construit la rampe avec de plus petites pierres.

Exigences d'application:

- Il faudra pour certains processus d'application des plans détaillés de chaque ouvrage. C'est le cas en particulier des processus d'approbation pour les eaux navigables de la LPEN. Si nécessaire, fournir les renseignements suivants:
- Choisir le diagramme d'une fosse de droite ou de gauche au besoin.
- Pour chacun des billots creuseurs, fournir un exemplaire du plan que vous trouverez ci-dessous après y avoir indiqué les dimensions qui suivent.
- La largeur actuelle (LA) du cours d'eau. On mesure en mètres la distance entre la base de la végétation pérenne (vivace) d'une berge et celle de l'autre berge.
- La largeur de conception du chenal (LCC). Il s'agit de la largeur (en mètres) du chenal d'habitat du poisson que tente de développer la restauration. Il s'agit en général de la largeur du chenal des crues biennales (1:2), basé sur le débit de pointe quotidien (ou largeur de débordement).
- La longueur de l'ouvrage (LO). Il s'agit de la longueur en mètres le long de la structure entre les berges existantes. L'enrochement des berges autour des

extrémités du billot devrait suffir à empêcher l'érosion sans pénétrer trop loin dans le chenal.

- Si certaines des dimensions figurant sur le plan doivent être modifiées, noter les changements sur le plan.
- Dans le coin inférieur gauche, indiquer le nom du groupe et la date.
- Dans le coin inférieur droit, indiquer le lieu, une lecture GPS si possible et un numéro de site qui fera le lien entre le plan et les renseignements sur l'application pour un permis.

Références:

Fiches de renseignement du MPO (1994).

Thaumas Environmental Consultants Ltd. 2005. Communication personnelle.

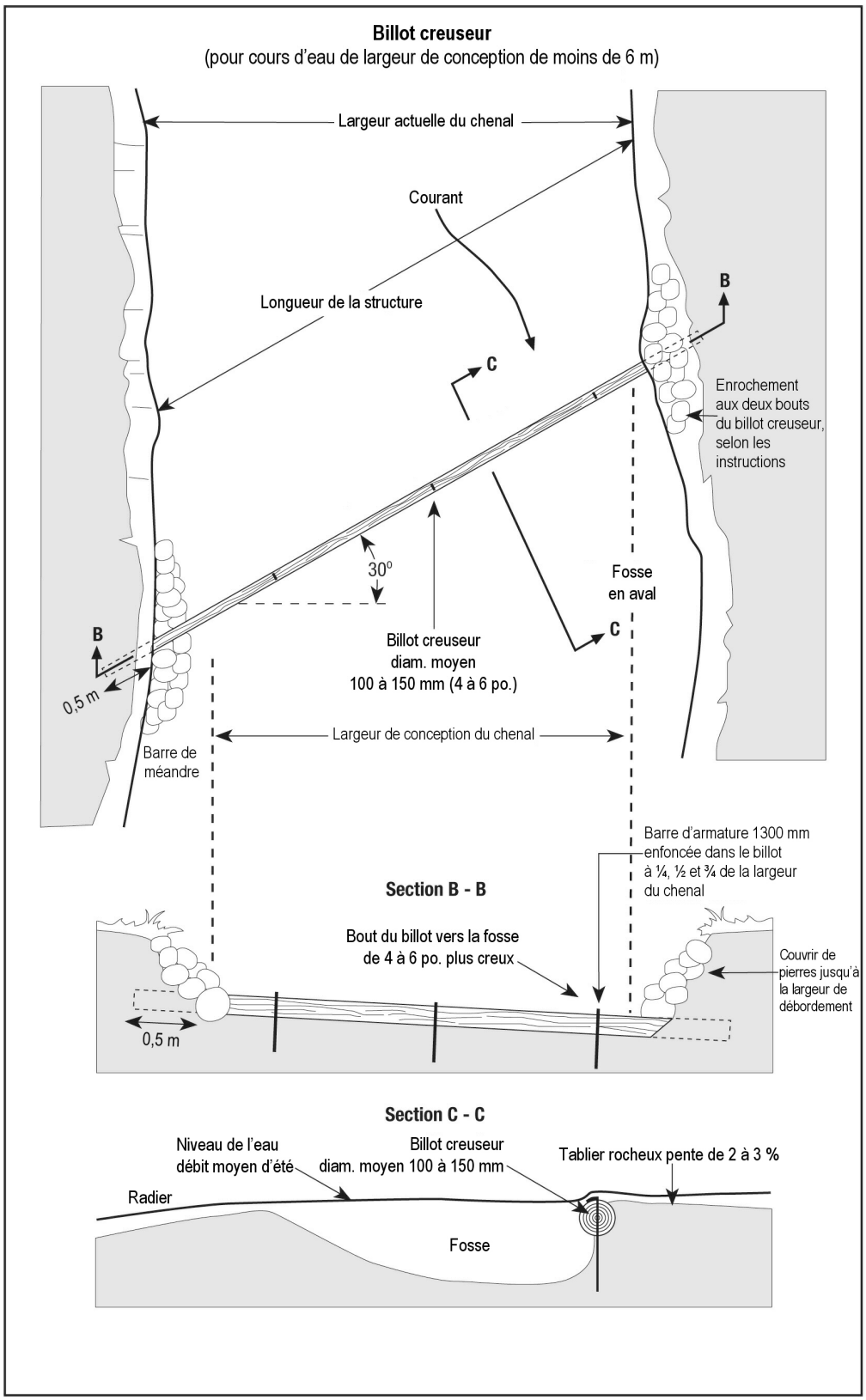


Figure 28. Dessin de conception d'un billot creuseur (Thaumas Environmental Consultants Ltd.).

4.3.2 Fiche de renseignements du MPO sur la restauration de l'habitat du poisson: Déflecteurs

But:

- Fournir un habitat de grossissement pour truites juvéniles et adultes en créant un chenal plus étroit et plus profond et/ou une zone de fosse.
- Évacuer le limon d'un tronçon de cours d'eau.
- Créer une barre de méandre et permettre au limon de se déposer le long de la berge.

Conditions, s'il y a lieu:

- Les déflecteurs sont utilisés d'ordinaire dans les sections de cours d'eau larges, de faible gradient (jusqu'à 2 %) et à écoulement lent. Le limon a tendance à se faire piéger dans ces zones, diminuant ainsi la qualité de l'habitat des salmonidés. On ne devrait pas se servir de déflecteurs en présence d'une plaine d'inondation instable ou d'autres tronçons instables sans effectuer d'autres ouvrages de stabilisation.
- On peut installer des déflecteurs seuls ou en paires. Les ouvrages simples sont installés successivement, en alternant d'une berge à l'autre. On peut installer une seule paire de déflecteurs ou devoir en installer plusieurs, surtout sur de longs tronçons droits à écoulement lent.

Déflecteurs simples:

- Servent à concentrer le débit, à rétrécir le chenal et à l'approfondir.
- On peut se servir de plusieurs de ces ouvrages (structures) en les alternant afin d'encourager le cours d'eau à serpenter en déviant le courant principal (talweg) vers le centre du cours d'eau ou vers la berge opposée.
- On sépare les déflecteurs simples de 6 largeurs de cours d'eau en se basant sur le chenal d'habitat du poisson ou sur la largeur du chenal au débit de pointe quotidien biennal (1:2) (ou largeur de débordement).
- La longueur fosse/plat ne devrait pas dépasser cinq largeurs de chenal.
- Dans bien des cas, on peut combiner un déflecteur unique et le recouvrement submergé de la berge d'en face.

Déflecteurs jumelés:

- Appareils d'étranglement (rétrécissement) qui tentent de concentrer le débit.
- Il faudra peut-être construire plusieurs de ces ouvrages d'étranglement du chenal sur les tronçons particulièrement longs d'un cours d'eau pour y restaurer l'habitat des salmonidés.

Habitats créés:

- Servent principalement à développer le talweg.

- Développeront des fosses de l'autre côté du cours d'eau et juste en aval des déflecteurs.
- Créent d'ordinaire l'extrémité d'amont d'une barre de méandre.
- Les déflecteurs jumelés rétrécissent et centrent le chenal d'habitat du poisson dans les sections trop élargies.
- Améliorent l'habitat des poissons juvéniles et adultes.

Avantages:

- Aident à stabiliser les berges des cours d'eau et par le fait même à contrôler l'érosion.
- Intensifie le débit de manière à nettoyer les tronçons en aval de leurs dépôts sédimentaires.
- Les arbres déflecteurs sont faciles à construire à la main.

Désavantages:

- L'installation de déflecteurs construits de pierres ou de caissons en rondins exigera peut-être de l'équipement lourd et de ce fait un examen réglementaire plus élaboré et des travaux supplémentaires pour empêcher que l'équipement de construction ait des effets néfastes.
- Si l'équipement lourd est nécessaire, les coûts pourraient être élevés.
- Un déflecteur installé au mauvais endroit peut provoquer de l'érosion et rendre les berges et le cours d'eau encore moins stables.
- Les déflecteurs peuvent exiger des travaux de stabilisation de la berge opposée, en aval.
- Il faut beaucoup d'expérience pour décider de l'emplacement des déflecteurs.
- Si l'on se sert d'arbres, ils doivent être coupés de frais. Autrement, leurs aiguilles peuvent tomber et l'ouvrage ne fonctionnera pas tel que prévu.

Critères de conception:

- Puisqu'on se sert de déflecteurs pour concentrer et réorienter le courant, on doit déterminer le parcours actuel du débit avant d'entamer quelque structure (ou ouvrage) que ce soit.
- On devrait installer les déflecteurs en amont d'une fosse naturelle et du côté d'en face.
- Se servir de matériaux qui résisteront aux inondations (par ex., des arbres ou encoffrements dans les zones peu susceptibles d'être inondées, de la pierre dans les zones moyennement susceptibles aux inondations et des enrochements avec pierres de grande taille médiane et des caissons dans les zones très susceptibles d'être inondées).
- On préférera les longs tronçons à écoulement lent. Pour décider des endroits qui conviennent aux déflecteurs simples et jumelés, il faudra la plupart du temps obtenir les conseils d'un professionnel, soit un biologiste des pêches, un conseiller communautaire ou autre personne qualifiée.

- Une série de déflecteurs simples installés en alternance sur les deux berges aidera à conserver un parcours sinueux naturel.
- Les déflecteurs ne devraient pas obstruer plus du tier de la largeur du cours d'eau (si le cours d'eau est trop élargi).
- Les extrémités d'un ou de plusieurs déflecteur(s) ne doivent pas rétrécir le courant à une largeur inférieure à celle du chenal naturel de crues (1:2 an) biennales (ou largeur de débordement).
- Les déflecteurs orientent l'eau plutôt que de l'endiguer.
- Ils ne devraient présenter aucune protubérance qui pourrait amasser les débris flottants.
- Les enrochements déflecteurs et les caissons déflecteurs devraient avoir la forme d'un triangle (c.-à-d., 30° à la pointe d'amont sur la berge, 90° à la pointe du triangle dans le cours d'eau et 60° sur la berge en aval). L'angle de 30° oriente le courant vers le centre du cours d'eau plutôt que vers la berge d'en face; il est ainsi moins susceptible de causer de l'érosion en aval. Si les travaux devaient causer de l'érosion en aval, des travaux de protection de la berge seraient alors nécessaires.
- Le côté aval du déflecteur devrait former un angle de 90° avec le côté amont. Les eaux d'inondation qui passent sur le déflecteur quitteront à un angle qui les éloignera de la berge.
- Il est important, également, de mettre du matériau tel que des blocs de pierre à l'endroit où l'épi déflecteur rencontre la berge.
- Si l'on utilise un seul déflecteur et que la berge opposée s'érode, on devrait la stabiliser par enrochement ou autre méthode appropriée.
- Revégétaliser toute surface exposée du sol dès que possible après la fin des travaux.

Étapes de mise en oeuvre:

Quatre matériaux peuvent servir à fabriquer les déflecteurs: arbres, pierres, encoffrements et caissons en rondins avec pierres.

<u>Arbres déflecteurs</u>:

- Les arbres déflecteurs devraient être érigés dans les endroits susceptibles à des crues de niveau faible à moyen.
- Choisir des conifères épais coupés de frais tels que le sapin baumier et diverses espèces d'épinette.
- Trouver des emplacements appropriés où l'extrémité aval de l'arbre (c.-à-d., le sommet de l'arbre) est juste un peu plus haut que l'extrémité amont d'une fosse.
- La hauteur du déflecteur devrait être ajustée pour permettre aux billots, à la glace et aux autres débris de passer librement à débit maximum; autrement, les berges pourraient être sérieusement érodées. Il est donc très important de connaître les caractéristiques des crues du cours d'eau avant d'entreprendre le projet.

- Ancrer la souche de l'arbre au sommet de la berge avec une barre d'armature et l'arrimer à un arbre avoisinant à l'aide d'un câble ou de fil métallique galvanisé. Ancrer aussi le sommet de l'arbre au lit du cours d'eau avec une barre d'armature.
- Il faut une protection là où la berge et le déflecteur se rencontrent. Protéger la berge avec un enrochement de plus petites pierres à au moins un mètre (3 pi) en retrait du niveau des basses eaux.

Enrochement déflecteur:

- On devrait ériger les enrochements déflecteurs dans les zones de crues de niveau faible à moyen.
- On devrait construire les enrochements déflecteurs dans des endroits où la pierre abonde ou peut être livrée.
- Décider d'emplacements convenables pour que le bout aval soit juste en haut de l'amont d'une fosse.
- Creuser le lit du cours d'eau (si nécessaire) pour raffermir le fond et empêcher l'affouillement.
- Si l'ouvrage est érigé près d'une berge érodée, il faudra peut-être niveler la berge et lui donner une pente naturelle. Si la berge n'est pas constituée de matériel poreux, mettre 30 cm (6 po) d'épaisseur de gravier sur la pente avant d'y déposer des pierres.
- Déterminer la grandeur (la superficie à couvrir) du déflecteur. On aurait avantage à demander l'aide d'une personne d'expérience.
- Se servir de gros blocs de pierre de 36 à 38 cm (14 à 15 po.) à la base de l'ouvrage pour ériger le rebord externe ou encore des pierres de 1,5 fois la taille de la plus grosse pierre dans la rivière. Les plus grosses pierres devraient être placées du côté amont et près du fond. Poser la plus grosse pierre à l'apex du déflecteur. Utiliser des rangées doubles de pierres dans le côté amont du déflecteur. La première rangée de pierres devrait être installée dans le lit du cours d'eau. En les ajustant, placer les pierres comme dans un ouvrage de maçonnerie (c.-à-d. en décalant les joints).
- Le déflecteur devrait former une pente depuis sa pointe jusqu'au sommet de la berge, en prenant la forme du coin d'une pyramide. Remplir le centre du déflecteur de petites pierres. Si la berge est haute, le déflecteur devrait s'incliner jusqu'à la hauteur dépassant le niveau de crue biennale (1:2 ans) ou la hauteur de la plaine d'inondation sur la berge opposée si elle est moindre.
- On devrait ajuster la hauteur du déflecteur, de sorte que, au débit de pointe, les arbres, la glace et autres débris puissent passer librement; autrement il pourrait en résulter une grave érosion des berges. Il est donc important de connaître les caractéristiques des crues du cours d'eau avant d'amorcer le projet.
- Pour empêcher les pierres de rouler ou de se déplacer, se servir de pierres anguleuses et colmater de petites pierres les espaces libres de la face amont.
- Il faut une protection là où la berge et le déflecteur se rencontrent. Protéger la berge avec un enrochement de plus petites pierres à au moins un mètre (3 pi) en retrait du niveau des basses eaux.

- On devrait protéger les extrémités amont et aval du déflecteur avec de la pierre afin d'empêcher la rivière de les affouiller.
- Il serait souhaitable d'ancrer l'ouvrage en végétalisant le dessus avec des graminées ou des arbustes. Les caractéristiques des crues détermineront quel type de plante convient le mieux.
- La berge en face du déflecteur devrait être stable ou devrait être protégée afin de prévenir l'érosion.

Encoffrement déflecteur:

- On ne devrait construire un encoffrement déflecteur que dans les zones subissant de faibles crues et peu de dommage par la glace.
- Les ériger à des endroits où un bois de qualité est disponible sur les lieux ou par livraison.
- Décider d'un emplacement qui convient à cette technique.
- Se procurer les matériaux nécessaires: fil galvanisé de calibre 9, blocs de pierre anguleux de 20 à 30 cm (8 à 12 po.), barres en T de 2,1 m (7,0 pi.), rondins de 3,0 à 6,1 m (10 à 20 pi.) et des fagots de branches préparés. Les matériaux et les méthodes de construction sont semblables à ceux de la technique de stabilisation des berges par encoffrement.
- Installer les barres en T sur le périmètre extérieur de l'ouvrage.
- Enfoncer les barres en T en les espaçant de 1,5 m (4,9 pi.). Incliner les barres en T vers l'amont. Le côté plat de la barre en T devrait être tourné vers la berge.
- On devrait enfoncer les barres en T à coups de masse dans le cours d'eau jusqu'à 10 cm (4 po.) du niveau d'étiage (basses eaux).
- Scier le premier rondin et le mettre du côté amont puis de côté aval. Continuer à les empiler. Le rondin du dessus devrait être au niveau de l'eau ou un peu plus haut.
- Les barres en T ne devraient pas dépasser le plus haut rondin de plus de 10 cm (4 po.).
- Remplir le centre du déflecteur de fagots de branches, de pierres, etc. Une fois le déflecteur rempli, placer de gros rondins par-dessus et les fixer avec le fil de fer.
- Enfoncer une série de piquets (de bois ou de métal) en décalage par rapport aux piquets principaux à une distance de 50 à 100 cm (1,8 à 3,1 pi.) en retrait du bord de l'ancienne berge et penchée vers la berge. Creuser une tranchée peu profonde où ensevelir le fil de fer ultérieurement. Les arrimer à la rangée externe de piquets de métal à l'aide de deux brins de fil de fer de gros calibre. On suggère de passer le fil en le croisant. Resserrer la structure au complet en introduisant un bâton entre les deux brins de fil et en les tordant.
- Frapper les barres en T à coups de masse pour serrer le fil un peu plus.
- Ancrer l'ouvrage en amont et en aval. Ajouter des blocs anguleux à la base du déflecteur.
- Une fois que la barre de limon se développera en aval, stabiliser par plantation.

Caisson Déflecteur:

- Un caisson déflecteur peut être érigé là où les crues sont de moyennes à élevées.
- Construire sur les sites où les rondins et les pierres sont abondants ou peuvent être livrés.
- Décider d'un emplacement qui convient à cette technique.
- Évaluer les besoins en matériaux et se les procurer. Les matériaux et les méthodes pour cette technique sont semblables à ceux de la technique des caissons en rondins.
- Préparer une tranchée dans la berge du cours d'eau, assez longue et profonde pour recevoir le rondin déflecteur d'amont. Il faut surtout faire attention d'orienter ce rondin de sorte à ne pas empirer les problèmes en aval ou en créer de nouveaux (l'érosion, par ex.).
- Préparer une tranchée dans la berge du cours d'eau pour le rondin d'aval de la charpente du caisson.
- On déterminera quelle portion du rondin on doit enfoncer dans la berge pour l'ancrer selon: la portion du rondin qui pénètre dans le courant principal, le mouvement des glaces, le volume d'eau, ainsi que le genre et la quantité de débris, incluant les troncs et les branches qui peuvent heurter l'ouvrage en se déplaçant vers l'aval. On enfonce d'ordinaire les rondins de 1,2 à 2,4 m (4 à 6 pi.) dans la berge.
- Le rondin d'aval de la charpente du caisson ne doit pas dépasser le rondin d'amont à l'apex du déflecteur.
- Creuser le lit du cours d'eau jusqu'à ce que le fond soit ferme. Arrimer les rondins au lit du cours d'eau en perçant les rondins de part en part et en les traversant de barres d'armature que l'on enfonce dans le lit du cours d'eau. On peut ancrer encore plus solidement en enfonçant des barres en T (possiblement coupées en deux) dans le cours d'eau à côté et à l'intérieur du déflecteur. Fixer les barres en T au rondin avec le fil galvanisé. Les barres en T ne devraient pas dépasser le dessus du rondin.
- Remarque: D'ordinaire, on n'a besoin d'une charpente que lorsque les matériaux (pierres, gravier, moellon) ne sont pas de taille à résister au courant ou à la profondeur de l'eau. S'il est possible de submerger toutes les composantes de bois, on augmentera la durée utile de l'ouvrage. Les rondins exposés à l'air devraient être écorcés.
- Si la structure doit être plus d'un rondin de haut, arrimer les rondins entre eux avec de grands clous. Avant de planter ces clous, percer des trous d'une profondeur de 7,6 à 12,7 cm (3 à 5 po.) de moins que la longueur des clous. Enfoncer le clou en travers du fil du bois si possible.
    - On peut ajouter des rondins entrecroisés à l'ouvrage pour en augmenter la solidité.
    - On met des pierres et du moellon dans la charpente.
    - Si l'on ne s'attend pas à ce que des débits violents et fréquents passent par-dessus le déflecteur, on peut recouvrir les pierres de terre et y semer des graminées. Si jamais on ne remplissait la charpente que de terre, on peut aussi

planter des arbustes. Graminées et arbustes offriront tous deux de l'ombre et de l'abri, en plus d'en améliorer l'esthétique.

Exigences d'application:

- Il faudra pour certains processus d'application des plans détaillés de chaque ouvrage. Ce pourrait être le cas des processus d'approbation de la LPEN sur les eaux navigables. Si nécessaire, fournir les renseignements suivants:
  - Indiquer de quel type de déflecteur on se servira.
  - Pour chacun des sites où on installera des déflecteurs, fournir un exemplaire du plan ci-dessous après avoir indiqué les dimensions qui suivantes.
  - La largeur actuelle (LA) du cours d'eau. On mesure en mètres la distance d'une berge à l'autre, à partir de la base de la végétation pérenne (vivace).
  - La largeur de conception du chenal (LCC). Il s'agit de la largeur (en mètres) du chenal d'habitat du poisson à développer. Il s'agit de la largeur du chenal des crues biennales, basé sur le débit de pointe quotidien (ou largeur de débordement).
  - Noter la distance à laquelle l'ouvrage pénètre dans le chenal actuel.
  - Indiquer l'emplacement (une lecture GPS si possible) et donner un numéro de site pour faire le lien entre le plan et les renseignements sur l'application pour un permis.
  - Si certaines des dimensions figurant sur le plan doivent être modifiées, noter les changements sur le plan.

Références:

T. Melanson T., S. LeBlanc, M. Goguen et N. LeBlanc. 1999. Enhancement of Regional Sport Fisheries Through River Restoration: Case Studies for Shediac, Cocagne, Bouctouche, and Kouchibouguacis Watersheds). Southeastern Anglers Association 1996-1998 Progress Report. 78 p.

Ministère des Richesses naturelles de l'Ontario. Intitulé: « Programme de participation communautaire à la gestion des pêches: Manuel de terrain ». 1982

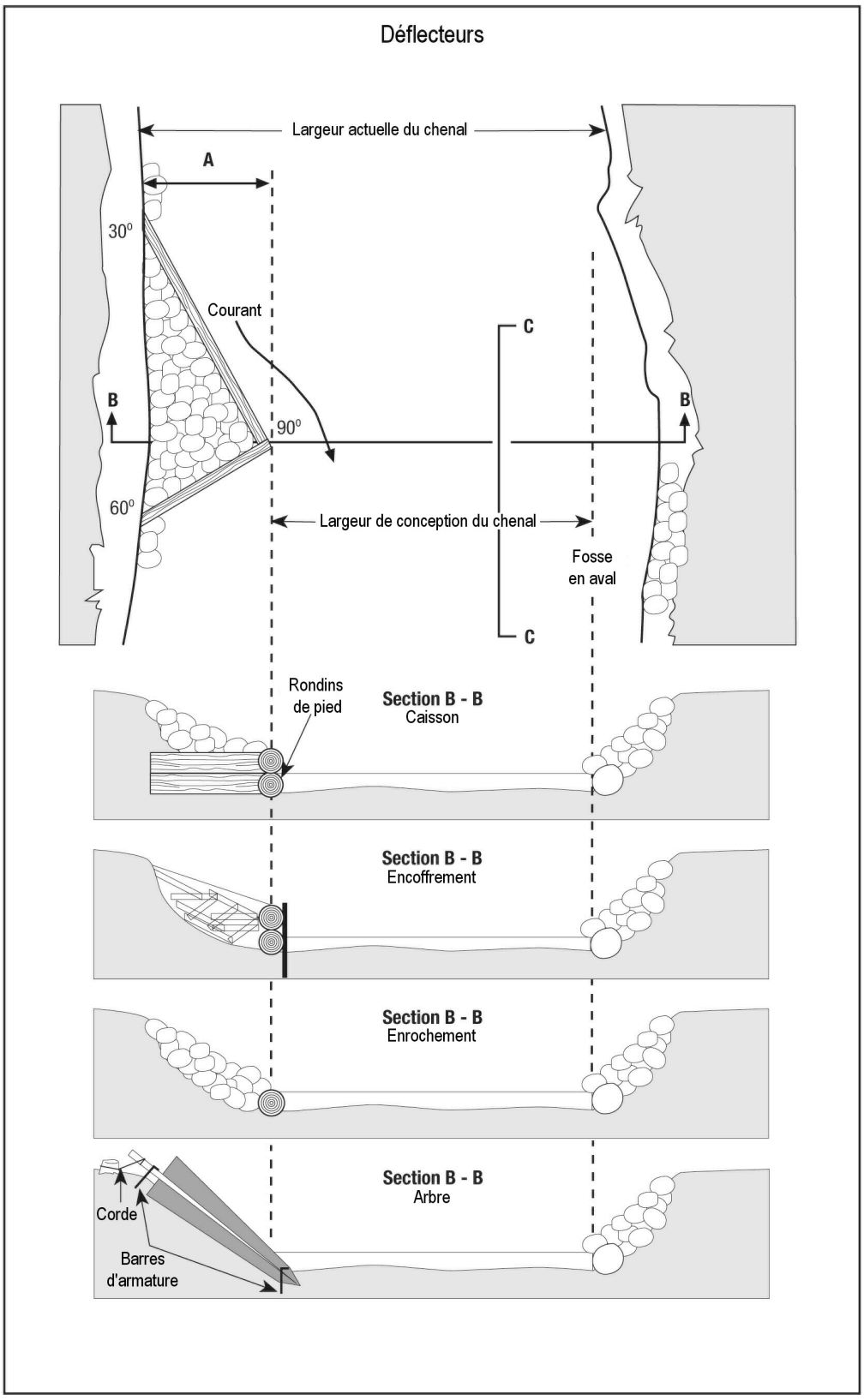


Figure 29. Dessins de conception de plusieurs exemples de déflecteurs (Thaumas Environmental Consultants Ltd. et MPO, 2006).

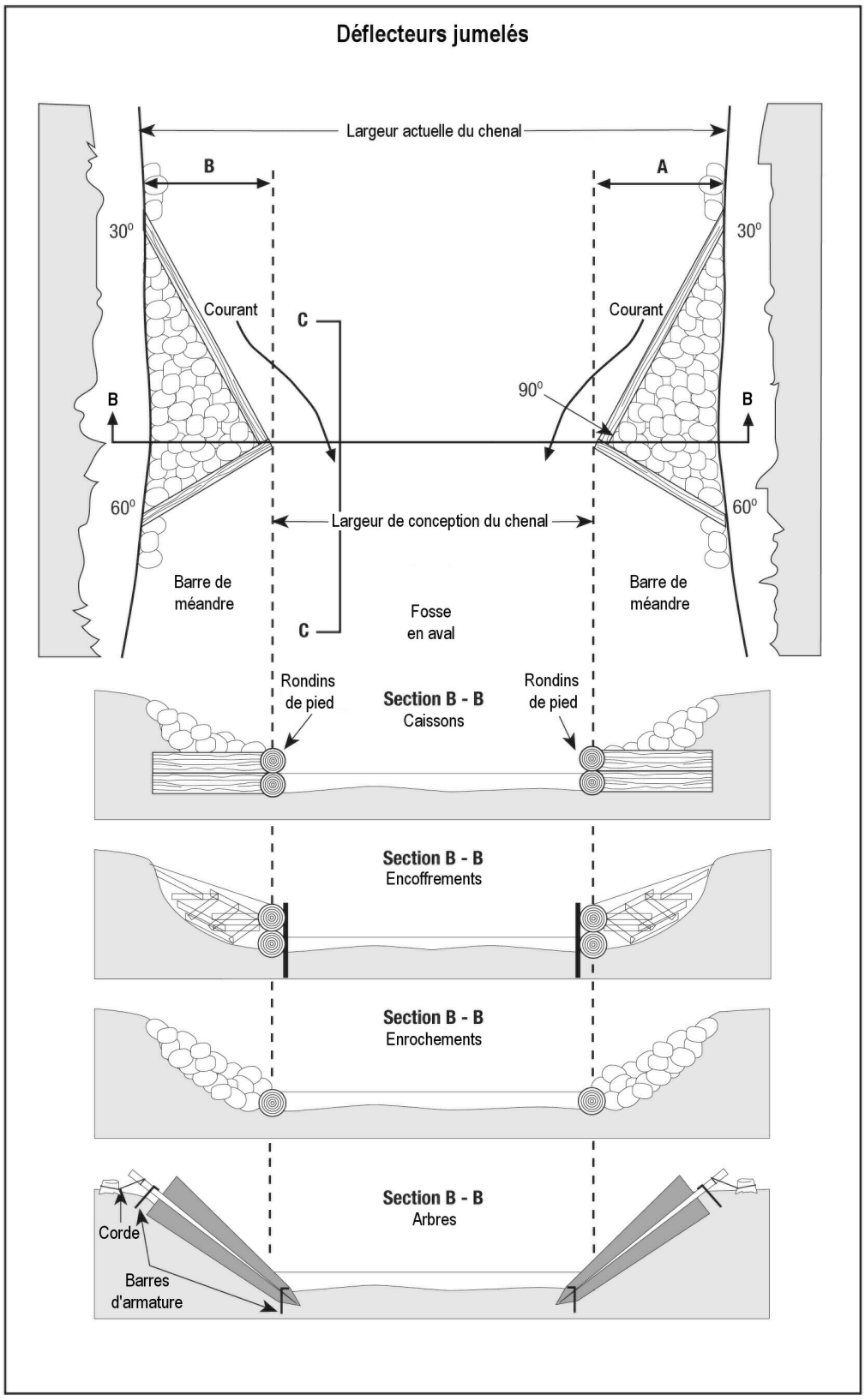


Figure 30. Dessins de conception de plusieurs types de déflecteurs jumelés (Thaumas Environmental Consultants Ltd. et MPO, 2006).

4.3.3 Fiche de renseignements du MPO sur la restauration de l'habitat du poisson: Seuils en enrochement

But:

- Soutenir une section de radier en amont et créer une fosse en aval pour améliorer les habitats de la truite et du saumon et augmenter la diversité des habitats.
- Sert à créer un habitat stable en eau profonde dans un cours d'eau.

Conditions, s'il y a lieu:

- Dans un cours d'eau de pente faible à moyenne (jusqu'à 2 %), à substrat de gravier ou de petit galet, où les débits et courants naturels forment librement le lit du cours d'eau.
- Le seuil d'enrochement contrôle le gradient en empêchant le substrat du radier/plat de tomber dans la fosse. L'intention n'est pas de changer la hauteur de la chute, ni la fosse creusée.
- Les seuils ont la même fonction que les billots creuseurs et sont présents dans les cours d'eau naturels. On peut les agrandir, les mettre à l'échelle pour les plus grands cours d'eau et rivières où l'on ne trouve pas de rondins de taille convenable.

Habitat créé:

- Habitats de fosses de > 45 cm de profondeur en basses eaux.
- Substrat dégagé, le sable et les sédiments étant redistribués sur les barres de méandre et les plaines d'inondation.
- Le substrat dégagé et les fosses piègent les débris de feuilles et les organiques, soutiennent un plus grand peuplement d'insectes, améliore l'abri pour le frai et où les juvéniles peuvent fuir, ainsi qu'un habitat d'hivernage.
- Encourage le développement du talweg entre les fosses.
- Crée un habitat en eau profonde, aussi essentiel à certaines espèces de poisson qu'une couverture (abri) pour stabiliser la température l'eau etc.

Avantages:

- Produit des fosses profondes naturellement; l'affouillement continuel empêchera les fosses de se remplir.
- Bien placé, un seuil en enrochement créera une fosse qui ne se remplira pas.
- Aide à développer un ratio radier/fosse convenable et à trier les graviers dans les cours d'eau perturbés.
- On peut en construire avec des matériaux trouvés sur les lieux, là où l'on retrouve de la pierre d'une taille dépassant la taille nécessaire pour lui assurer une stabilité dans un cours d'eau de l'envergure de celui qu'on est à restaurer.

Désavantages:

- Si leur position, leur taille ou l'ancrage n'est pas adéquat, les seuils en enrochement vont ou bien manquer et seront emportés par le courant, ou bien ils seront inefficaces ou encore perturber davantage l'habitat.
- Installés trop en amont, ils peuvent nuire à la navigation des petites embarcations comme les canots dans la voie navigable.
- Exigent une machinerie lourde, sur les plus grands cours d'eau et sur les rivières, pour mettre les blocs rocheux en place.
- L'installation peut se faire manuellement sur les plus petits cours d'eau, mais exige de grands efforts physiques.
- La perturbation du substrat engendrera de la turbidité et, possiblement, des dépôts de fins matériaux sédimentaires en aval.
- N'offrent pas l'abri d'affouillement des billots creuseurs. Des travaux supplémentaires devront donc être effectués pour fournir des abris pour l'alevinage, ainsi que des zones de frai pour l'omble de fontaine et le saumon. Le fond glissera dans la fosse du côté supérieur et on n'obtient généralement pas des fosses aussi profondes, ni la même diversité d'habitat.
- L'ouvrage doit être vérifié régulièrement afin d'en assurer la bonne marche.
- Leur entretien peut être plus exigeant que celui des billots creuseurs bien construits dans les petits cours d'eau.
- D'accès parfois difficile aux matériaux et à l'équipement.

Critères de conception:

- Pour obtenir les meilleurs résultats, on devrait bâtir le seuil en tête d'une fosse naturelle. Celles-ci se produisent à toutes les 6 largeurs de chenal, d'après la largeur du chenal de hautes eaux (chenal de crue) du débit de pointe quotidien biennal (largeur de débordement) et alternent d'un côté du cours d'eau à l'autre.
- Leur taille peut être ajustée à la largeur de tout cours d'eau. Choisir des pierres qui ont au moins quatre fois le diamètre de la plus grosse pierre de carapace du cours d'eau. Des pierres de cette taille se trouveront peut-être dans les endroits qui, géologiquement, fournissent de petits blocs rocheux.
- Il n'est pas recommandé d'utiliser ces ouvrages submergés sur le tronçon principal du cours d'eau ou sur les tronçons dont le gradient dépasse les 2 %.
- L'ouvrage devrait se situer en tête de la fosse naturelle ou à l'extrémité inférieure du radier/plat. Il s'agit dans les deux cas de la même partie du cours d'eau.
- L'espacement: toutes les six largeurs de chenal, d'après la largeur naturelle du chenal de crue biennale (1:2 an).
- On oriente les seuils à 30° du travers (de la largeur) du cours d'eau et, regardant en aval, tourné du côté où se trouve la fosse.
- Au talweg, le seuil devrait être au niveau du lit du cours d'eau et remonter sur une pente de 3 % (34:1) jusqu'à la largeur du chenal de conception, puis de 10 % (10:1) jusqu'aux berges du chenal actuel.

- La section du seuil d'enrochement comprenant le talweg et la largeur de conception du chenal peut être déplacée d'un côté à l'autre dans un chenal trop élargi afin d'augmenter la longueur du méandre, de diminuer le gradient et d'aider à creuser davantage les fosses. On peut aussi les aligner de manière à maintenir le gradient actuel au besoin.
- L'emplacement du talweg peut affleurer le fond du chenal sur 10 % de la largeur du chenal avant de remonter et devrait se situer à un tiers de la largeur de conception du chenal du bord de la fosse.
- Le chantier de construction devrait se trouver sur un chenal principal simple, à substrat de galet/gravier et aux berges stables végétalisées. Il peut être nécessaire de stabiliser les berges davantage.
- On devrait ériger en amont une rampe en enrochement, amenant le lit du cours d'eau jusqu'au seuil à un ratio de 20:1.
- On devrait enlever des environs de la fosse le galet et les grosses pierres qui protègent la surface afin de faciliter l'affouillement par le courant.
- Une fois la fosse formée, on peut remettre en place le galet et les grosses pierres qu'on avait d'abord enlevés pour offrir, si nécessaire, un abri aux juvéniles.
- Les seuils travaillent avec le débit du cours d'eau à trier le gravier et à former les fosses et le talweg du radier. Il faut d'ordinaire de deux à trois ans pour que ce système se forme complètement.
- Seuils et rampes exigent un entretien ponctuel en attendant que le cours d'eau ait pris sa nouvelle forme et que la végétation ait stabilisé les nouvelles berges.
- Les seuils travaillent avec le courant pour créer un habitat pour les poissons. Il ne s'agit pas de creuser une fosse. Le matériel affouillé de la zone de la fosse est nécessaire à la formation de la barre de méandre et du chenal.

Étapes de mise en oeuvre:

- Discuter du projet avec un biologiste de la restauration de l'habitat, un conseiller communautaire ou autre personne qualifiée, avant la mise en oeuvre.
- Il y a deux façons d'approcher la sélection de la pierre.
  - Utiliser un mélange normal d'enrochement où le diamètre médian des pierres est d'au moins 10 % supérieur au galet qui recouvre le fond du cours d'eau. On se sert couramment d'un mélange à enrochement R500 sur les lits de cours d'eau de gravier et de galet.
  - Ou utiliser de gros blocs de pierre. Pour les travaux manuels sur petits cours d'eau, se servir de blocs mesurant jusqu'à 60 cm (24 pi.) que l'on sera en mesure de déplacer. Sur les plus grandes rivières, se servir de blocs allant jusqu'à deux tonnes que l'on déplacera à l'aide de machines.
- Creuser une tranchée en travers du cours d'eau d'une profondeur de plus de 10 % de la largeur du cours d'eau, jusqu'à 1,5 m. Pour ce qui est d'un mélange d'enrochement, la largeur et la profondeur de la tranchée devraient mesurer au moins deux fois la taille des plus grosses pierres. Pour les petits blocs de pierre, creuser la tranchée de la largeur de deux pierres et poser les pierres en décalage comme on fait pour des briques. Dans le cas des gros blocs de pierre, les utiliser en rangée simple (largeur d'un bloc).

- Les poser tel qu'indiqué sur les dessins de conception.

Modifications:

- On peut combiner les seuils en enrochement avec des déflecteurs pour rétrécir le cours d'eau et aider à allonger la fosse et à l'approfondir.
  - On construit le déflecteur d'après les détails des autres fiches de renseignement et on les installe à l'extrémité aval et du côté opposé à la fosse.
  - L'inclinaison du seuil en enrochement à l'extérieur de la largeur de conception du chenal a pour effet de rétrécir le cours d'eau et de former des barres de méandre; il n'y a donc pas grand besoin de déflecteurs.

Seuils en enrochement (pour créer des radiers):

En réalité, les seuils en enrochement contrôlent le gradient. Pour creuser et étendre des fosses, on les utilise de la même manière que les billots creuseurs. On peut toutefois s'en servir en d'autres points du cours d'eau pour atteindre des résultats différents.

- Lorsqu'un cours d'eau a été durement perturbé et que l'on a l'intention d'en restaurer l'alignement et de construire des méandres, des fosses et des radiers, les seuils en enrochement peuvent servir à stabiliser la crête du radier. La conception du seuil est la même que s'il s'agissait de la tête d'une fosse, le talweg se trouvant du même côté que la fosse qui lui est adjacente et supérieure. On construit la rampe en enrochement en haut du seuil en l'inclinant d'environ 2 % et le radier sur une pente d'environ 1 % de sorte que le seuil soit au même niveau que la crête du radier. L'eau débordant du seuil affouillera la partie aval et, si le radier doit avoir une pente de plus de 1 %, il faudra le protéger de pierre plus grande que la carapace de galet qu'on trouve d'ordinaire dans les cours d'eau de gravier et galet.
- Lorsque le gradient d'une rivière est modifié par réalignement, chenalisation ou surélargissement d'un tronçon, le lit du cours d'eau se dégrade pour ensuite trouver une nouvelle pente stable et fournir les matériaux pour rebâtir le tronçon plus bas. Le cas échéant, la section du cours d'eau qui a été modifiée doit être reconstruite, mais on peut se servir de seuils à la crête des radiers afin d'en ralentir la dégradation ou de les restaurer à leur hauteur d'origine.
- Dans les cours d'eau à forte pente en paliers, les seuils en enrochement peuvent servir à réduire graduellement la hauteur du cours d'eau sur les tronçons à pente raide.

Ces techniques exigent toutes des plans détaillés et, puisque la machinerie lourde est impliquée, exigent également un examen réglementaire détaillé.

Références:

British Columbia Watershed Restoration Program. (1997)

MacInnis, Charles et Danielle Goff, Bureau du secteur d'Antigonish du MPO. 2005. Communication personnelle.

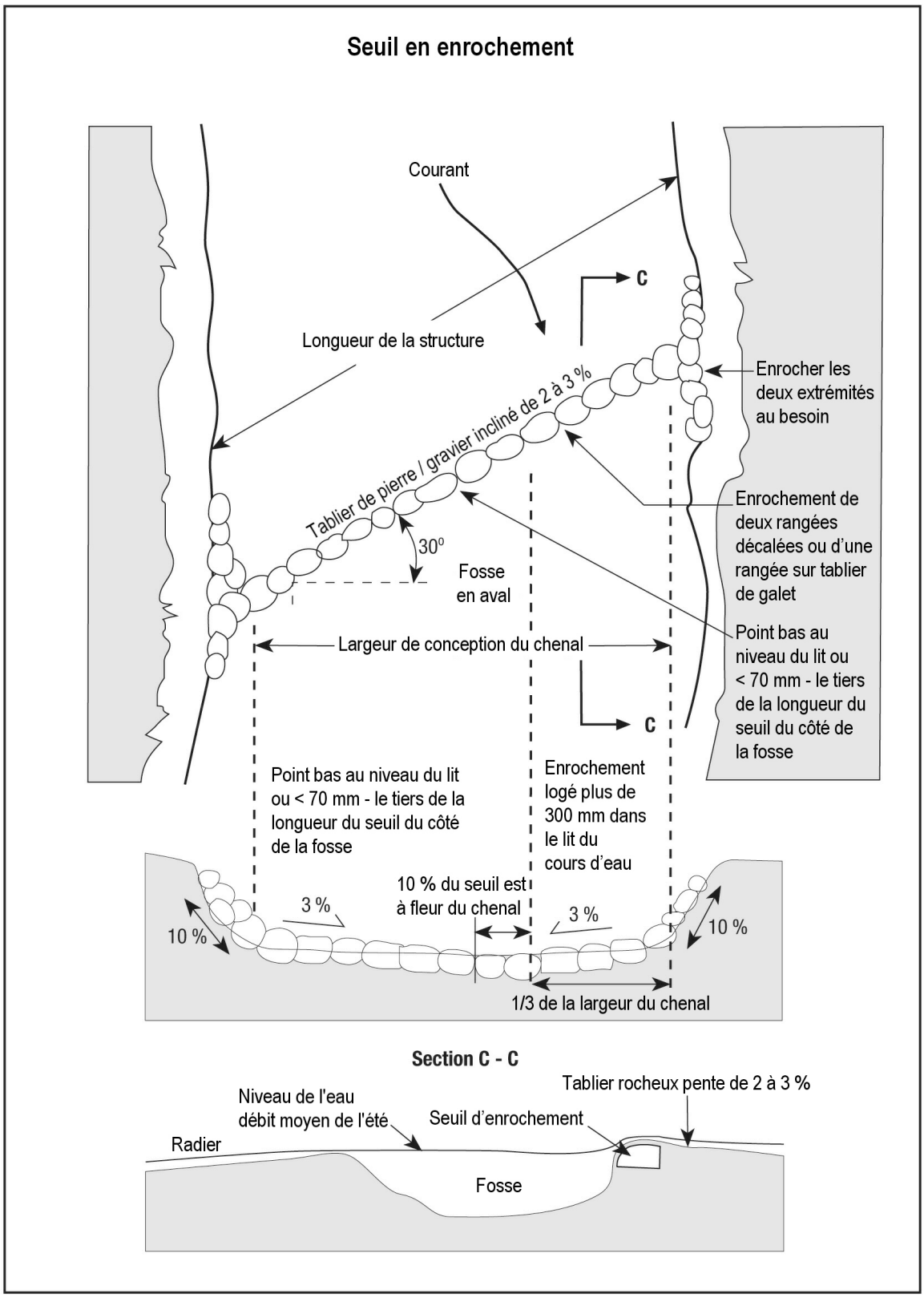


Figure 31. Dessin de conception d'un seuil en enrochement (Thaumas Environmental Consultants Ltd.).

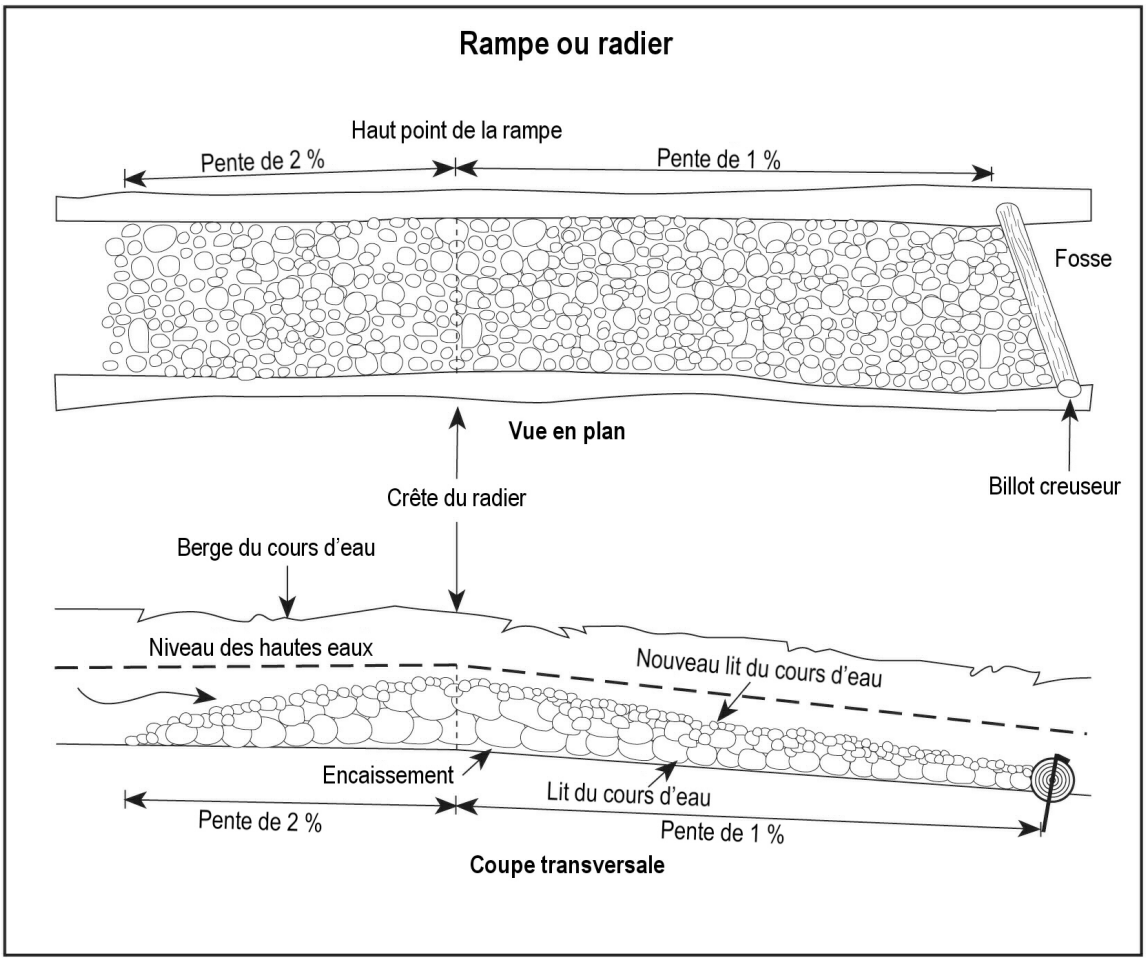


Figure 32. Dessins de conception d'un seuil en enrochement servant à contrôler le gradient d'un radier.

4.3.4 Fiche de renseignements du MPO sur la restauration de l'habitat du poisson: Barrages et seuils de basse chute

But:

- Construire un seuil de basse chute avec passe à poisson et retenir l'eau de sorte à créer une fosse.

Conditions, s'il y a lieu:

- On peut utiliser un ou plusieurs de ces seuils pour former une série de paliers et de fosses pour surmonter des barrages naturels ou artificiels.

Avantages:

- Peut accumuler l'eau en aval d'une fosse creusée située en bas d'un ponceau afin d'y faciliter le passage.
- On peut lui donner une apparence naturelle.

Désavantages:

- Mal conçu, peut nuire au passage du poisson.
- Exige de l'entretien.
- Des plans détaillés sont nécessaires pour qu'on accorde un permis.
- On peut avoir besoin de machinerie.

Critères de conception:

- Les seuils peuvent consister d'une berme enrochée, d'une berme de gabions ou d'une berme en rondins.
- La hauteur de l'eau ne doit pas diminuer de plus de 30 cm en passant le seuil.
- On doit fournir une passe à poisson – une échancrure – et un tablier permettant aux poissons de passer en nageant.
- Les seuils devraient être espacés d'au moins 3 m et le seuil d'aval doit se situer dans le tracé naturel du méandre du cours d'eau.
- Il s'agit de construire une section de cours d'eau en paliers pour faire traverser au débit une section à forte pente.

Étapes de mise en oeuvre:

- Choisir l'emplacement des ouvrages de sorte que l'élévation des fosses ne diffère pas de plus de 30 cm et que les fosses soient au moins à 3 m les unes des autres.
- Si le seuil doit permettre le passage d'un ponceau, la profondeur de l'eau à la sortie du ponceau devrait être de 15 cm et le seuil au moins 2,5 fois le diamètre du ponceau en aval.
- Pour les seuils enrochés, choisir des pierres assez grosses pour ne pas être emportées par le courant et creuser une tranchée en travers de la rivière en forme

d'un V inversé. Remplir de grosse pierre en s'assurant que le point bas soit au centre. Former le tablier de pierre en amont sur une pente de 2:1 ou moins.

- Pour les seuils de gabions, rentrer les paniers (gabions) à moitié dans le substrat, former le tablier rocheux en amont sur une pente de 2:1 ou moins.
- Pour les seuils en rondins, disposer les rondins de retenue (appuis) longitudinalement et au niveau sur le fond du cours d'eau, clouer la traversine (rondin en travers des autres) aux rondins de retenue et enfoncer la barre d'armature à travers le rondin et d'au moins 2 m dans le substrat.

Références:

Federal Interagency Stream Restoration Working Group (FISRWG). 1998. Stream Corridor Restoration: Principles, Processes and Practices for Low Head Barriers and Weirs.

Bastien-Daigle, S., A. Vromans et M. MacLean. 1991. Guide d'amélioration de l'habitat du poisson au Nouveau-Brunswick. Pêches et Océans Canada. Rapport technique canadien des sciences halieutiques et aquatiques. 1786E: iv + 109 p.

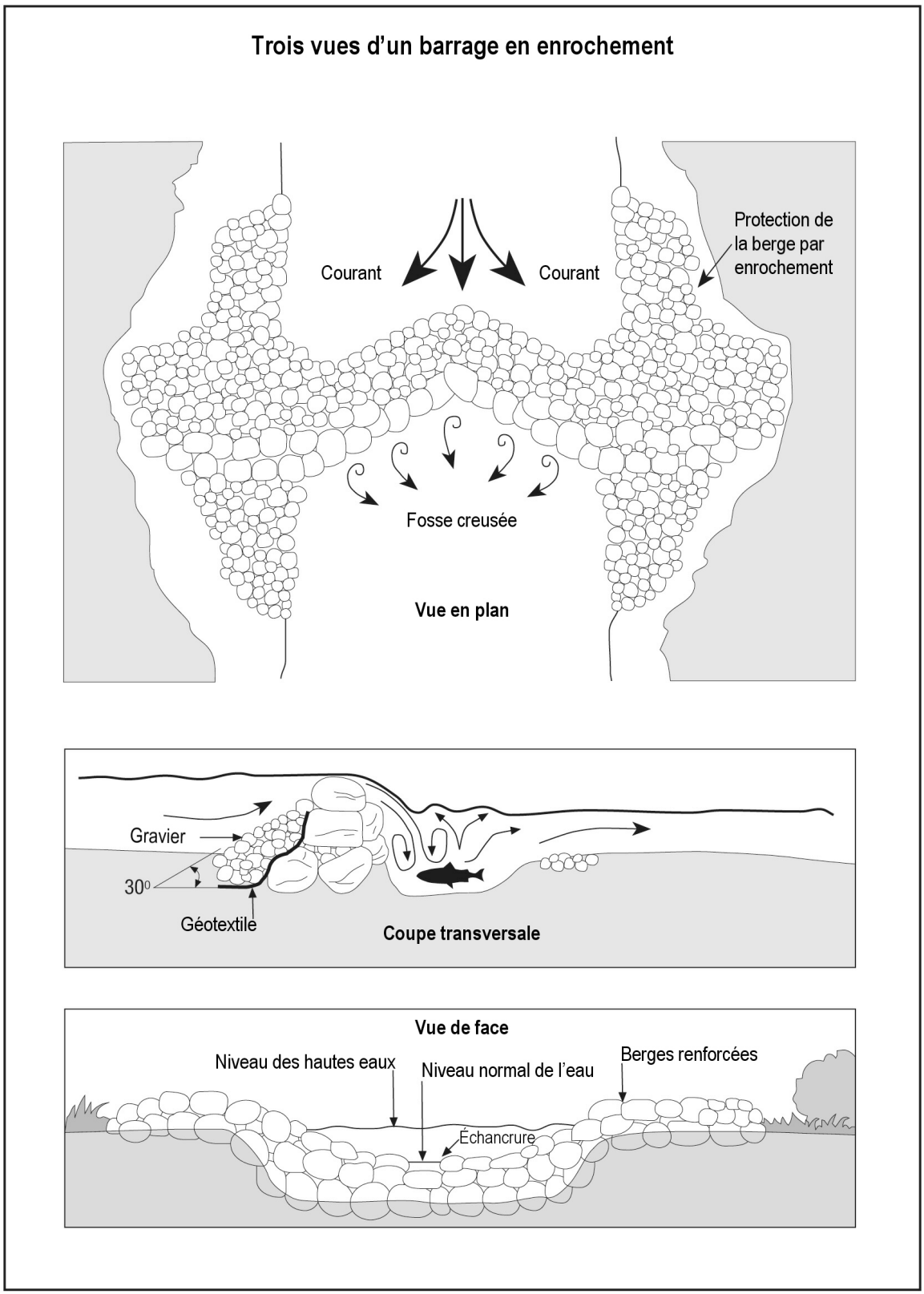


Figure 33. Dessins de conception d'un barrage en enrochement (Bastien-Daigle *et al.*, 1991).

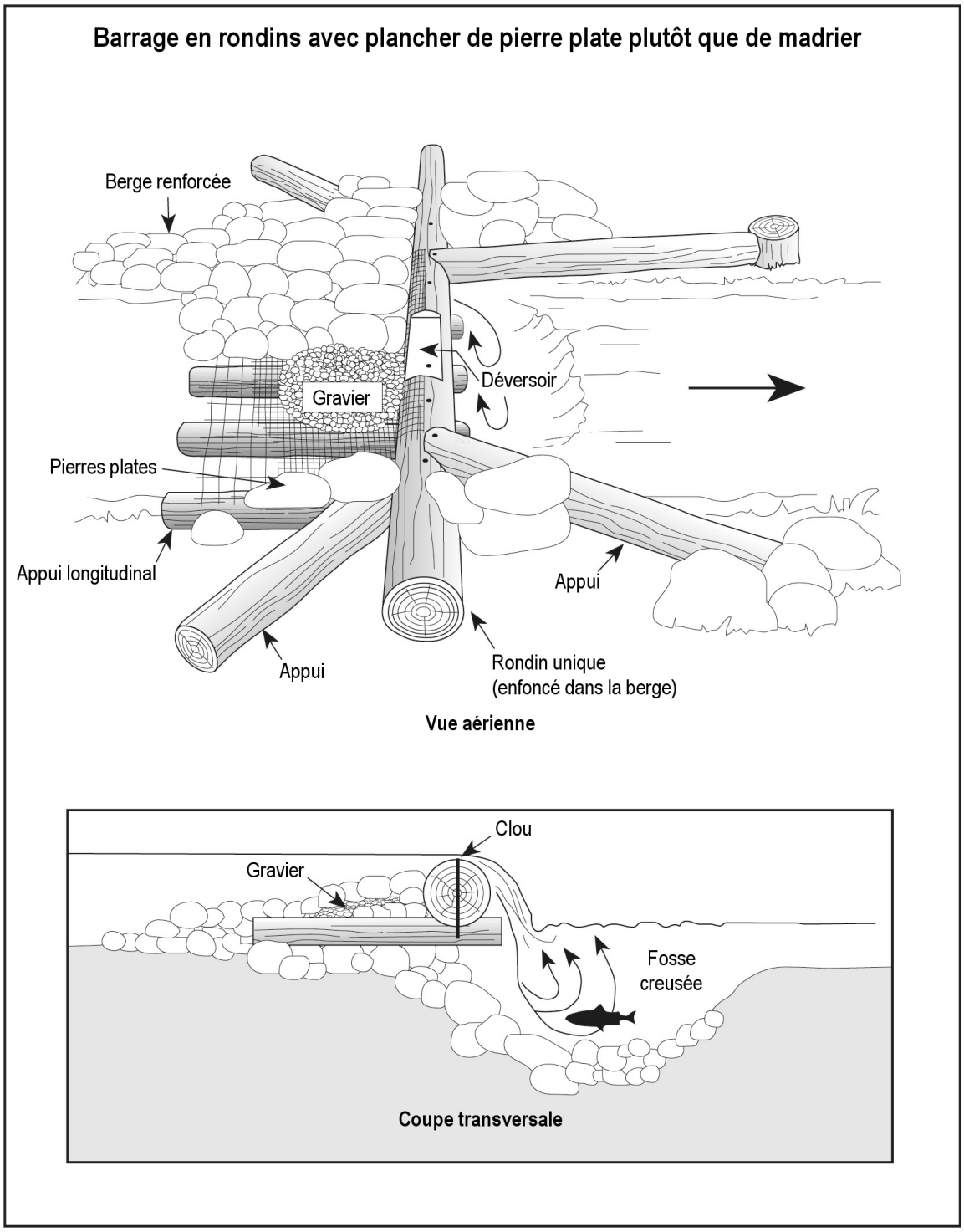


Figure 34. Dessins de conception d'un barrage en rondins avec rampe en enrochement (Bastien-Daigle *et al.*, 1991).

4.4 ENLÈVEMENT D'OBSTACLES ET DE DÉBRIS

A) Débris artificiels dans les cours d'eau
B) Embâcles de débris végétaux
C) Digues de castors (actives ou abandonnées)
D) Éclaircissage des aulnes

4.4.1 Fiche de renseignements du MPO sur la restauration de l'habitat du poisson: Débris artificiels dans les cours d'eau

But:

- Retirer les débris d'origine humaine pouvant contaminer l'eau, nuire au passage du poisson ou modifier l'hydrologie d'un cours d'eau.

Conditions, s'il y a lieu:

- Les débris dont il est question sont constitués de matériels ne faisant pas partie de la composition normale d'un cours d'eau. Il s'agit par exemple de carrosseries de voitures, de pneus, de chariots d'épicerie, de contenants vides et de déchets.
- Tous les déchets d'origine humaine devraient être retirés.

Avantages:

- Esthétique.
- Peut éliminer des contaminants.
- Peut prévenir l'érosion des berges.
- Peut permettre le passage du poisson.

Désavantages:

- Peut enlever des abris importants.

Critères de conception:

- On devrait éliminer les déchets.
- On doit prendre des précautions afin de s'assurer, pendant l'enlèvement, de ne pas libérer de contaminants, comme l'huile, par exemple.
- On doit faire attention de ne pas endommager les berges en sortant des objets lourds.
- Si les débris sont dans le cours d'eau depuis fort longtemps, ils sont peut-être si ensouillés qu'on causerait plus de dommages à les dégager qu'à les y laisser.

Mise en oeuvre:

- On devrait se débarrasser de tout déchet selon les procédures locales, provinciales et/ou municipales et ce, dans les dépotoirs approuvés.
- Les travaux doivent être exécutés sans admettre quelque machinerie lourde que ce soit (par ex., niveleuses, tracteurs, rétrocaveuses) dans le cours d'eau ou sur les berges.
- On doit tirer le matériel du lit du cours d'eau à l'aide des treuils ou d'équipements installés au moins 15 m du bord des berges du cours d'eau.

Références:

Ministère de l'Environnement et des Gouvernements locaux du N.-B.. Lignes directrices techniques sur la modification des cours d'eau.

4.4.2 Fiche de renseignements du MPO sur la restauration de l'habitat du poisson: Embâcles de débris végétaux

But:

- Enlever le surplus de branches, de billots et d'arbres renversés qui nuisent au passage du poisson ou qui modifient l'hydrologie du cours d'eau.

Conditions, s'il y a lieu:

- Les débris ligneux grossiers (DLG) participent au développement de l'habitat des poissons et fournissent de l'abri dans le cours d'eau. On ne devrait retirer les DLG que lorsqu'ils se trouvent en quantité suffisante pour:
    - Faire obstruction à la migration du poisson.
    - Abaisser le niveau d'oxygène de l'eau en se décomposant.
    - Piéger le limon et l'accumuler jusqu'au point de réduire le débit ou causer des inondations en amont.
    - Recouvrir et détruire le substrat de gravier propre.
    - Entraîner l'érosion des berges.
    - Inonder les terres adjacentes.

Avantages:

- Esthétique.
- Peut enlever des contaminants.
- Peut prévenir l'érosion des berges.
- Peut permettre le passage du poisson.

Désavantages:

- Peut enlever des abris importants.
- L'enlèvement de débris ligneux grossiers peut déstabiliser un cours d'eau et nuire à la productivité de l'habitat du poisson.

Critères de conception:

- Les embâcles de débris devraient faire l'objet d'une évaluation par un biologiste de l'habitat afin d'obtenir des conseils pour l'enlèvement.
- En général, on devrait laisser les embâcles de débris qui ne causent aucune érosion des berges et qui retiennent moins de 40 cm d'eau.
- Si les débris sont dans le cours d'eau depuis fort longtemps, ils sont peut-être si ensouillés qu'on causerait plus de dommages à les dégager qu'à les y laisser. Le dérangement de billots, de branches ou d'autres débris fermement enlisés libère, bien sûr, des sédiments dans le cours d'eau, mais peut également perturber l'habitat des poissons dont ils font dorénavant partie.

- On ne considère pas les accumulations de sable, de limon ou de gravier comme des débris, même lorsqu'elles proviennent de quelque part en amont ou si elles résultent de l'embâcle de débris.
- On devrait évaluer les conséquences de l'extirpation d'arbres renversés qui tiennent fermement aux berges des cours d'eau. Leurs systèmes racinaires empêchent peut-être les berges de s'éroder.

Étapes de mise en oeuvre:

- Avec la permission du propriétaire, on peut placer les débris végétaux dans la zone riveraine, d'où ils ne pourront pas être de nouveau emportés par l'eau.
- On devrait retirer les arbres morts ou lourdement endommagés car ils pourraient tomber à l'eau, mais on devrait laisser les arbres démontrant des cavités de nidification actives.
- On devrait enlever les arbres dont le tronc penche de 30° ou moins au-dessus du cours d'eau, en mesurant de la surface de l'eau.
- On devrait élaguer les branches d'arbres en surplomb qui pourraient accrocher les débris flottants.

Références:

Ministère de l'Environnement et des Gouvernements locaux du N.-B. Lignes directrices techniques sur la modification des cours d'eau.

4.4.3 Fiche de renseignements du MPO sur la restauration de l'habitat du poisson: Digue (barrage) de castor (active ou abandonnée)

But:

- Démanteler ou ouvrir des digues de castor de sorte à permettre au poisson de passer et prévenir l'érosion ou les dommages à la propriété ou aux infrastructures.

Conditions, s'il y a lieu:

- On ne devrait décider d'enlever une digue de castor qu'après avoir consulté un biologiste de la faune.
- Les digues de castor fournissent des fosses de retenue, qui agissent comme refuges du poisson en période de basses eaux et en hiver.
- Les digues de castor ne constituent pas toutes des obstacles au passage du poisson aux débits normaux de migration.
- On ne considère pas que les digues de castor sont des débris.

Avantages

- Ouvre un passage aux poissons en migration.
- Draine l'étang et restaure les habitats du cours d'eau.
- Diminue l'accumulation de sédiments.

Désavantages:

- Draine un étang qui pourrait constituer un refuge d'été et un habitat d'hivernage pour le poisson.
- Les digues actives sont vite reconstruites.

Critères de conception:

- Suivre attentivement les directives provinciales car elles pourraient varier d'une province à l'autre.
- Se conformer aux conditions du *Permis de modification des cours d'eau* s'il est requis.
- Un permis n'est pas requis si le démantèlement des digues de castor est effectué manuellement par un représentant du ministère provincial de la faune ou selon les directives de la province.
- Si elles sont démantelées à la machine, on requiert un permis de modification des cours d'eau.
- Communiquer avec le biologiste de la faune provincial de votre région pour obtenir de plus amples renseignements au sujet du démantèlement de digues de castor.

Étapes de mise en oeuvre:

- Effectuer les travaux en suivant les lignes directrices, les permis ou les directives d'un biologiste de la faune provincial.

Références:

Ministère de l'Environnement et des Gouvernements locaux **-** Lignes directrices techniques sur la modification des cours d'eau.

4.4.4 Fiche de renseignements du MPO sur la restauration de l'habitat du poisson: Éclaircissage des aulnes (en surplomb ou à l'intérieur du cours d'eau)

But:

- Éclaircir les aulnaies et les autres touffes de petits arbres qui font obstacle au débit du cours d'eau.
- Accroître l'ensoleillement ainsi que la productivité primaire du cours d'eau.

Conditions, s'il y a lieu:

- D'ordinaire, on ne devrait pas supprimer les aulnes, les mauvaises herbes ou les petits arbres qui poussent sur ou entre les berges du cours d'eau car ils augmentent le montant d'abri naturel pour les poissons; ils ajoutent un apport alimentaire sous forme d'insectes terrestres et ils contrôlent l'érosion.
- Dans certains cas, la végétation obstrue le débit du cours d'eau, qui se met à accumuler les sédiments et qui devient peu profond et anastomosé (divisé en plus petits chenaux). Le cas échéant, un éclaircissage serait bénéfique à l'habitat.
- Il arrive que la densité du couvert forestier diminue l'ensoleillement et affecte la productivité primaire du cours d'eau. On ne devrait tenter un éclaircissage des aulnes que lorsque la productivité des habitats du poisson est limitée et que la température de l'eau ne s'en trouvera pas accrue.

Avantages:

- Empêche l'envasement.
- Ramène le débit à un seul chenal.
- Dégage le limon qui s'est accumulé.
- Accroît la productivité primaire.

Désavantages:

- Peut diminuer d'importants abris dans le cours d'eau.

Critères de conception:

- Déterminer la largeur naturelle du cours d'eau.
- Trouver le chenal principal à travers des aulnes.

Étapes de mise en oeuvre:

- Supprimer sélectivement du cours d'eau les aulnes ou les branches de petits arbres jusqu'à la largeur naturelle du cours d'eau, en suivant le chenal principal.
- On peut éclaircir les aulnes jusqu'à ce qu'une personne soit en mesure de marcher dans le talweg (éclaircir les branches au-dessus du talweg à une hauteur de 2 m).
- Garder le couvert forestier.

- On devrait déposer tous les débris qui ont été enlevés dans un endroit d'où ils ne pourront pas retourner au cours d'eau.
- On peut entrelacer les débris entre les aulnes en travers des cours d'eau anastomosés, de manière à piéger les débris et à garder les débits dans le chenal principal.

Références:

Ministère de l'Environnement et des Gouvernements locaux **-** Lignes directrices techniques sur la modification des cours d'eau.

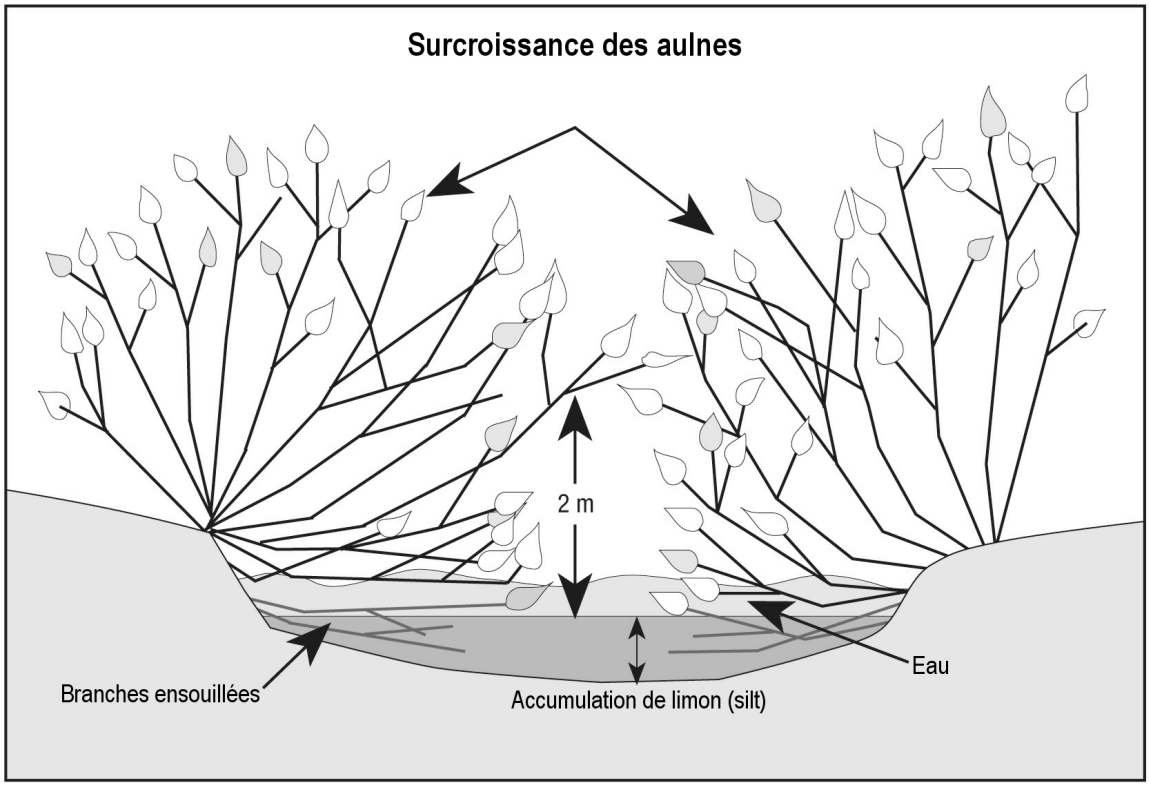


Figure 35. Dessin de conception sur l'éclaircissage d'aulnes surabondants.

5.0 BIBLIOGRAPHIE

Amiro, P. 1993. Habitat measurement and population estimation of juvenile Atlantic salmon (*Salmo salar*). p.81 – 97. *In* R.J. Gibson and R.E. Cutting [*ed*.] Production of juvenile Atlantic salmon, *Salmo salar*, in natural waters. Canadian Special Publication of Fisheries and Aquatic Sciences 118, 262 p. (Disponible en anglais seulement).

Bastien-Daigle, S., A. Vromans et M. MacLean. 1991. Guide d'amélioration de l'habitat du poisson au Nouveau-Brunswick. Pêches et Océans Canada. Rapport technique canadien des sciences halieutiques et aquatiques. 1786E: iv + 109 p.

Bates, S.S. 2004. Amnesic shellfish poisoning: domoic acid production by *Pseudo-nitzschia* diatoms. Aqua Info Aquaculture Notes 16, 4 p. (Disponible en anglais seulement).

Beschta, R.L. 1991. Stream habitat management for fish in the northwestern United States: the role of riparian vegetation. American Fisheries Society Symposium 10: 53-58. (Disponible en anglais seulement).

Bisson, P.A. 1992. Importance of identification of limiting factors in an evaluation program. *In* J.W.Buell [ed.] Proceedings of the stream habitat evaluation workshop, October 1996. U.S. Dept. of Energy, Bonneville Power Administration, Portland, Oregon. 22 p. (Disponible en anglais seulement).

Bond, N.R. and P.S. Lake. 2003. Local habitat restoration in streams: constraints on the effectiveness of restoration for stream biota. Ecological Management and Restoration. Volume 4(3): 193-198. (Disponible en anglais seulement).

British Columbia, Ministry of Environment, Lands, and Parks and Ministry of Forestry. 1997. Fish habitat rehabilitation procedures. Watershed Restoration Technical Circular No. 9. B.C. Watershed Restoration Program. (Disponible en anglais seulement).

Buckley, J. 1989. Species Profiles: Life histories and environmental requirements of coastal fishes and invertebrates (North Atlantic). Rainbow Smelt. U.S. Fish and Wildlife Service Biological Report 82(11.106). U.S. Army Corps of Engineers TR EL-82-4. (Disponible en anglais seulement).

Canards Illimités Canada. Site web. www.ducks.ca/fr/index.html .

Department of Fisheries & Oceans Canada. 1989. Atlantic salmon habitat assessment procedures. Habitat Management. Maritimes Region. Unpublished. (En anglais seulement – non publié).

Dombeck, M.P., J.E. Williams and C.A. Wood. 1997. Watershed restoration: social and scientific challenges for fish biologists. Fisheries. Volume 22, Number 5. (Disponible en anglais seulement).

Facey D.E., M. J. Van Den Avyle. 1987. Life history and environmental requirements of coastal fishes and invertebrates (North Atlantic) – American eel, USFWS, Biological Report 82 (11.74) 28pp. (Disponible en anglais seulement).

Fairchild, W.L., E.O. Swansburg, J.T. Arsenault, and S.B. Brown. 1999. Does an association between pesticide use and subsequent declines in catch of Atlantic salmon (Salmo salar) represent a case of endocrine disruption? Environmental Health Perspectives, Volume 107, Number 5: 349-357. (Disponible en anglais seulement).

FISRWG (10/1998). Stream corridor restoration: principles, processes, and practices. By the Federal Interagency Stream Restoration Working Group (FISRWG - 15 Federal agencies of the US government). GPO Item No. 0120-A; SuDocs No. A 57.6/2:EN 3/PT.653. ISBN-0-934213-59-3. (Disponible en anglais seulement).

Frissell, C.A. and R. Nawa. 1992. Incidence and causes of physical failure or artificial habitat structures in streams of western Oregon and Washington. North American Journal of Fisheries Management 12: 182-197. (Disponible en anglais seulement).

Guay, J.C., D. Boisclair, D. Rioux, M. Leclerc, M. Lapointe, and P. Legendre. 2000. Development and validation of numerical habitat models for juveniles of Atlantic salmon (*Salmo salar*), Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 57: 2065–2075. (Disponible en anglais seulement).

Hansen, W.F. 2001. Identifying stream types and management implications. Forest Ecology and Management 143: 39-46. (Disponible en anglais seulement).

Hamilton, K. and E.P. Bergersen. 1984. Methods to estimate aquatic habitat variables. Colorado Cooperative Fisheries Unit, Colorado State University, Fort Collins Colorado. (Disponible en anglais seulement).

Hunt, R.L. 1993. Trout stream therapy. The University of Wisconsin Press, Madison, Wisconsin. 84p. (Disponible en anglais seulement).

Johnson, R.A. 1980. Oxygen transport in salmon spawning gravels. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences. 37: 155-162. (Disponible en anglais seulement).

Kauffman, J.B., R.L. Beschta, N. Otting, and D. Lytjen. 1997. An ecological perspective of riparian and stream restoration in the western United States. Fisheries. Volume 22, Number 5. (Disponible en anglais seulement).

Melanson, T., S. LeBlanc, M. Goguen, and N. LeBlanc. 1999. Enhancement of regional sport fisheries through river restoration: Case studies for Shediac, Cocagne, Bouctouche, and Kouchibouguacis Watersheds. Southeastern Anglers Association 1996-98 Progress Report. 78 p. (Disponible en anglais seulement).

Meyer, J.L., L.A. Kaplan, D. Newbold, D.L. Strayer, C.J. Woltemade, J.B. Zedler, R. Beilfuss, Q. Carpenter, R. Semlitsch, M.C. Watzin and P.H. Zedler. 2003. Where rivers are born: the scientific imperative for defending small streams and wetlands. Sierra Club Foundation. (Disponible en anglais seulement).

Ministère de l'Environnement et des Gouvernements locaux du Nouveau-Brunswick. 2005. Lignes directrices techniques sur la modification des cours d'eau. (http://www.gnb.ca/0009/0371/0005/Français/index.asp).

Oanie, D. S., J. G. Trial, and J. G. Stanley. 1984. Species profiles: life histories and environmental requirements of coastal fish and invertebrates (North Atlantic) -- Atlantic salmon. U.S. Fish and Wildlife Service FWVOBS-82/11.22. U.S. Army Corps of Engineers, TR EL-82-4. 19 pp.

Ontario Ministry of Natural Resources and Watershed Science Centre. 2002. Adaptive management of stream corridors in Ontario. Queen's Printer for Ontario (one compact disc). (Disponible en anglais seulement).

Ontario Ministry of Natural Resources. 1982. Community fisheries involvement program. Field manual, Part 1: trout stream rehabilitation. (Disponible en anglais seulement).

Pardue, G.B., 1983. Habitat suitability index models; Alewife and Blueback Herring. US Department of the Interior, Fish and Wildlife Service. FWS/OBS-82/10.58., 22 pp. (Disponible en anglais seulement).

Peterson, R. 1978. Physical characteristics of Atlantic spawning salmon gravel in some New Brunswick streams. Fisheries and Marine Technical Report 785. St. Andrews, Canada Fisheries and Environment. (Disponible en anglais seulement).

Preister, K. and J.A. Kent. 1997. Social ecology: a new pathway to watershed restoration. *In* J.E. Williams et al., eds. Watershed restoration: principles and practices. American Fisheries Society, Bethesda, MD. (Disponible en anglais seulement).

Raleigh, R. F., 1982. Habitat suitability index models, Brook trout. U.S. Fish Wildlife Service. 42pp. FWS/OBS-82/10.24. (Disponible en anglais seulement).

Raleigh, R. F., L. D. Zuckerman, and P. C. Nelson. 1986. Habitat suitability index models and instream flow suitability curves: Brown trout, revised. U.S. Fish and Wildlife Service Biological Report 82 (10.124). 65 pp. (Disponible en anglais seulement).

Roni, P., T.J. Beechie, R.E. Bilby, F.E. Leonetti, M.M. Pollock and G.R. Pess. 2002. A review of stream restoration techniques and a hierarchical strategy for prioritizing restoration in pacific northwest watersheds. North American Journal of Fisheries Management. 22:1-20. (Disponible en anglais seulement).

Rutherford R.J., C. MacInnis and Sean MacLean. 1994. Restoration of spawning and juvenile rearing areas for Atlantic salmon (*Salmo salar*) and Brook Trout (*Salvelinus fontinalis*). Chapter 22 in Proceedings of 1st International Natural Channel Design Conference, Niagara Falls, Ontario. (Disponible en anglais seulement).

Schiechtl, H. 1980. Bioengineering of land reclamation and conservation, University of Alberta Press 1980. (Disponible en anglais seulement).

Schreier, H. 2004. A global need for watershed management innovations. Présentation. Institute for Resources and Environment, University of British Columbia. (Disponible en anglais seulement).

Scruton, D.A, T.C. Anderson, C.E. Bourgeois, and J.P. O'Brien. 1992. Small stream surveys for public sponsored habitat improvement and enhancement projects. Canadian Manuscript Report of Fisheries and Aquatic Sciences Number 2163:v + 49 p. (Disponible en anglais seulement).

Smart, D.W.J. 1996/7. Habitat restoration for Atlantic salmon. Atlantic Salmon Trust, Bensinger-Liddell Fellowship. (Disponible en anglais seulement).

Smokorowski, K.E., Withers, K.J. and J.R.M. Kelso. 1998. Does habitat creation contribute to management goals? An evaluation of literature documenting freshwater habitat rehabilitation or enhancement projects. Canadian Technical Report of Fisheries and Aquatic Sciences Number 2249: vi +74 p. (Disponible en anglais seulement).

St. John, T.V. 1998. Mycorrhizal inoculation in habitat restoration. Land and water, September/October. 1998 Fort Dodge. IA. (Disponible en anglais seulement).

Stoneman, C.L. and M.L. Jones. 2000. The influence of habitat features on the biomass and distribution of three species of southern Ontario stream salmonines. Transactions of the American Fisheries Society 129: 639-657. (Disponible en anglais seulement).

Strahler, A.N. 1957. Quantitative analysis of watershed geomorphology. Transactions of the American Geophysical Union 38: 913-920. (Disponible en anglais seulement).

United States Fish and Wildlife Service. 2001. Gulf of Maine Watershed Habitat Analysis. (http://gulfofmaine.fws.gov/gomanalysis/gomanalysis.html). (Disponible en anglais seulement).

United States Department of Agriculture, Natural Resource Conservation Service, Watershed Science Institute. 1999. Water related best management practices in the landscape. (http://www.abe.msstate.edu/Tools/csd/NRCS-BMPs/index.html). (Disponible en anglais seulement).

White, H.C. 1942. Atlantic salmon redds and artificial spawning beds. Journal of the Fisheries Research Board of Canada 6(1). (Disponible en anglais seulement).

Williams, J.E., C.A. Wood and M.P. Dombeck, eds. 1997. Watershed restoration: principles and practices. American Fisheries Society, Bethesda, MD. (Disponible en anglais seulement).

Zandbergen, P. 1998. Urban watershed assessment: linking watershed health indicators to management. CD-ROM. Vancouver, BC: Institute for Resources and Environment, University of British Columbia. (Disponible en anglais seulement).

6.0 GLOSSAIRE

Abri — Une zone protégée dans un cours d'eau qui offre une protection aux organismes aquatiques contre les prédateurs et/ou un endroit pour s'y reposer et conserver de l'énergie.

Abri dans un cours d'eau — Fait allusion au couvert assuré au poisson contre les débits, les prédateurs etc. dans les sections mouillées d'un cours d'eau par des débris (billots, racines d'arbres), berges érodées, gros substrat (blocs, roches etc.) et végétation aquatique. L'abri dans un cours d'eau est souvent estimé comme pourcentage de la superficie du cours d'eau du total des caractéristiques qui consistent le couvert.

Adulte — Stade de vie du poisson où il est mature et capable de frayer (se reproduire).

Affouillement — Érosion graduelle ou rapide du matériel dans le chenal d'un cours d'eau ou dans une plaine inondable causée par l'eau et/ou la glace.

Aggradation — (Alluvionnement) - Élévation graduelle ou progressive du lit d'un cours d'eau par l'accumulation de sédiments.

Alevin vésiculé — Le stade de vie du poisson, après l'éclosion de l'oeuf, durant la première année de vie. Les poissons nouvellement éclos qui n'ont pas encore commencé à se nourrir et qui utilisent leurs réserves provenant du sac vitellin sont appelés des *alevins.*

Alevin — Stade de vie du développement de l'embryon des salmonidés, de l'éclosion à l'absorption du vitellus.

Algue — Vie végétale microscopique composée de formes de vie unicellulaires et multicellulaires flottantes ou benthiques (sur le fond des lacs et des cours d'eau). Les algues représentent la base de plusieurs chaînes alimentaires puisque plusieurs algues sont impliquées dans l'activité photosynthétique. On les trouve souvent attachées au matériel du substrat (roches, billots etc.) dans les cours d'eau et les lacs.

Alignement — La fixation de points sur terre pour l'installation d'un ponceau, d'un pont, d'une culée ou d'un pilier.

Amélioration — Cela fait allusion aux activités et aux stratégies prévues pour améliorer la capacité biotique dans un bassin versant, une section d'un cours d'eau ou, dans certains cas, une région qui englobe plusieurs rivières. Cela peut inclure des activités telles que l'empoissonnement et l'élevage d'alevins et de juvéniles, les transferts d'adultes, la récupération des charognards, le remédiement des cours d'eau et l'enlèvement des obstructions etc.

Amélioration de l'habitat — Cela fait allusion aux activités et stratégies prévues pour améliorer la capacité biotique d'une section de cours d'eau pour la production du poisson. Cela peut comprendre des activités visant à corriger des problèmes créés suite à l'activité humaine ou visant peut-être à ajouter des caractéristiques d'habitat qui augmentent le potentiel du cours d'eau dans des conditions naturelles.

Anadrome	Poissons qui passent une partie de leur cycle de vie dans l'eau douce et dans l'eau salée. Ces poissons se reproduisent et passent la plupart/toute leur croissance juvénile en eau douce et une portion de leur cycle de vie adulte en mer (par ex., saumon de l'Atlantique, omble de fontaine, truite brune et truite arc-en-ciel).
Aqueduc	Un conduit, ou canalisation, d'une dimension considérable utilisé pour transporter de l'eau. Le conduit peut être composé d'un ou plusieurs aspects suivants: canal, pipeline, tunnel, siphon ou « siphon inverse ».
Bassin versant	Une surface concave qui collecte la précipitation dans un cours d'eau.
Berge d'un cours d'eau	Le terrain plus élevé en bordure du chenal d'un cours d'eau; les côtés droit et gauche sont déterminés en faisant face vers l'aval.
Bloc	Toute roche de plus de 25 cm (10 po.) en diamètre.
Boue	Un mélange mou et saturé composé surtout de limon et d'argiles.
Caisson en rondin	Une structure composée de billots placés verticalement et horizontalement qui stabilisent la berge et offre un abri pour le poisson.
Capacité biotique	Aussi appellée « capacité productive ». Cela fait allusion au nombre ou poids moyen maximal d'un organisme quelconque qu'un ruisseau ou une rivière peut soutenir grâce aux processus naturels.
Catadrome	Poissons qui passent une partie de leur cycle de vie dans l'eau douce et dans l'eau salée. Les poissons catadromes se reproduisent en eau salée et leurs jeunes envahissent les systèmes d'eau douce et grandissent jusqu'à maturité alors que les adultes retournent en eau salée pour se reproduire. Un exemple serait les anguilles qui se rendent dans la mer des Sargasses pour y frayer et les jeunes nagent ou se laissent dériver vers les eaux continentales et y remontent les cours d'eau.
Chenal	Une dépression longue avec pente et en forme d'auge où coule ou pourrait couler un cours d'eau.
Chenal divisé	Ceci fait allusion à une section de rivière qui est divisée en différents chenaux qui se rencontrent et se séparent successivement. Souvent associé avec des sections de rivières ou embouchures de rivières (deltas) à faible gradient. Les sections divisées (ou tressées) offrent souvent un bon habitat de frai.
Cours d'eau	Un courant d'eau dans un chenal durant toute, ou une partie de l'année; son chenal défini montre des signes d'affouillement et de lessivage.
Couvert en surplomb	Cela désigne le couvert qu'offre la végétation, tel que les herbes, les arbustes, les aulnes et autres arbres à couvert bas adjacents au cours d'eau jusqu'à 1,0 mètre au-dessus de la surface de l'eau. Ceci se distingue du couvert assuré par le couvert forestier (voir définition) provenant des grands arbres. Ce couvert est le plus souvent exprimé comme pourcentage de la superficie du cours d'eau qui est couvert par la végétation en surplomb.

Couvert forestier	Cela fait allusion au couvert ou à l'ombrage assuré par le feuillage et les branches de gros arbres qui surplombent le cours d'eau. Le couvert forestier est généralement exprimé comme un pourcentage du cours d'eau qui est couvert par le feuillage et les branches des gros arbres.
Crue	Montée rapide du débit et du niveau du cours d'eau suite à des pluies torrentielles ou, en hiver/au printemps, suite à la fonte des neiges et de la glace.
Culée	Paroi ou masse soutenant l'extrémité d'un pont, d'une voûte ou d'une travée et supportant la pression exercée par le sol.
Débit d'eau	Le taux d'écoulement ou le volume d'eau qui coule à un endroit précis du cours d'eau et en mètres cubes par seconde. Le débit peut être instantané ou dont la moyenne est établie quotidiennement, au mois ou à l'année.
Débit de pointe	Stade du débit maximum instantané dans un cours d'eau en période d'inondation.
Débris	Ordures flottantes ou submergées (y compris des carrosseries d'autos, des contenants vides et des déchets), ainsi que la végétation morte ou en décomposition.
Débris ligneux grossiers	Cela fait allusion aux arbres, aux billots, aux branches etc. qui sont présents dans le cours d'eau à cause du vent, des forces de l'érosion et, à l'occasion, des activités humaines (par ex., foresterie et récolte). Ces matériaux peuvent offrir un abri, mais peuvent également causer des barrages et des obstructions à la migration du poisson et agir comme pièges à sédiments. Il s'agit de bons matériaux pour la production des invertébrés.
Débris organique	Cela fait allusion à tous les matériaux dans un cours d'eau qui sont d'origine organique, y compris les algues, les plantes aquatiques, les arbres etc., ainsi que les matières provenant de ces sources. On fait souvent la distinction entre les débris organiques et les débris ligneux grossiers (voir section précédente).
Déflecteur	Une structure triangulaire construite dans un cours d'eau pour dévier l'eau; elle crée une zone et/ou une fosse plus profonde et plus étroite, en plus d'en évacuer les sédiments.
Dimension du substrat	La dimension du substrat est un facteur extrêmement important lors de la planification d'une restauration. Bien que les billots creuseurs et les seuils de roches fonctionnent bien avec des substrats variant du sable et du gravier jusqu'à de petites roches, ils sont en général complètement inutiles dans des cours d'eau plus petits avec substrat composé de grosses roches ou de blocs. Cependant, à mesure que les cours d'eau, les débits d'eau et les structures sont de plus grosse dimension, la tolérance pour un substrat plus gros augmente. La présence de la roche-mère exposée devrait également être notée parce qu'elle ne sera pas affectée par la plupart des techniques de restauration.
Eau souterraine	Eau qui se trouve sous la surface de la terre, habituellement dans la roche poreuse, le sol poreux et autres cavités.

Écologie	La science (faisant partie de la biologie) qui s'occupe de la relation entre les organismes vivants et leur environnement; la relation entre la distribution des groupes humains en relation aux ressources selon des tendances sociales et culturelles qui en découlent.
Enlèvement des débris	Enlèvement, du lit ou des berges d'un cours d'eau, des matériaux étrangers qui ne font pas partie de sa composition normale.
Enrochement	Galets, blocs, roches cassées et autres matériaux durs déposés ou placés le long de la berge d'un cours d'eau comme protection contre l'érosion par l'eau ou les éléments.
Environnement	La somme de toutes les conditions externes et des influences qui affectent l'existence et le développement des organismes vivants.
Érosion	Altération des cours d'eau, des rivières et de leurs bassins versants par les forces du vent, de l'eau, de la glace, de la gravité etc. Cela fait également allusion à l'érosion par des forces causées par l'intervention humaine.
Érosion par la glace	Cela fait allusion à l'affouillement de la berge, le plus fréquemment à la laisse des hautes eaux, suite aux périodes de hauts débits en fin d'hiver/au printemps. Des glaces flottantes déplacées dans des conditions de hautes eaux causent l'érosion des berges des cours d'eau et laissent une marque bien distincte. Souvent utilisée pour estimer la variation du débit d'un cours d'eau ou d'une section de celui-ci.
Estuaire	Un plan d'eau semi-fermé qui a une connexion libre avec la pleine mer et dans lequel l'eau de mer est mesurablement diluée avec de l'eau douce provenant du drainage des terres.
Fagot	Tiges des espèces telles que le cornouiller stolonifère et le saule, d'une longueur de 150 cm à 180 cm, attachées en bottes avec du fil d'acier.
Fascines	Ballots de tiges d'arbustes vivants.
Forme du chenal	La forme d'un chenal est une bonne indication de la santé d'un bassin versant. Un cours d'eau normal devrait avoir une forme de fosse-radier avec des méandres appropriés qui ont lieu à chaque 6 largeurs du chenal (si un cours d'eau a une largeur moyenne de 2m, les méandres vont se produire à chaque 12m).
Fosses	Habitats associés avec l'eau d'une profondeur considérable (> 50 cm) en relation à la moyenne dans une section donnée d'un cours d'eau. Les fosses ont généralement des eaux lentes et une surface lisse, mais elles peuvent être caractérisées par l'eau turbulente rapide qui y entre et qui en sort. Le substrat est souvent composé de matériaux plus fins à cause du ralentissement de la vitesse du cours d'eau dans les fosses.
Fosse creusée	Cela désigne la fosse en aval d'un obstacle ou d'une chute créée par les forces d'érosion de l'eau qui tombe par dessus l'obstacle. La présence et les caractéristiques d'une fosse creusée est un facteur important dans la capacité du poisson de passer un obstacle donné.
Frayer	Produire ou déposer des oeufs ou éjaculer du sperme.

Frayère Habitat utilisé par les poissons au stade de reproduction pour y déposer et incuber les œufs fertilisés. Pour les salmonidés, cet habitat se trouve surtout dans une section peu profonde d'un cours d'eau avec des débits de modérés à forts généralement au dessus de galets et de graviers d'une dimension distincte. Elle est souvent associée avec les habitats de fosses et de radiers.

Gabion Paniers en treillis métallique remplis de gravier grossier ou de morceaux de roc et utilisés principalement pour protéger les rives d'un cours d'eau ou des culées.

Galet Matériau rocheux entre 8 et 25 cm.

Géotextile Un matériel granulaire ou toile tissée utilisés pour contrôler l'érosion.

Gestion intégrée Planification et gestion des activités humaines d'une manière complète de sorte à réduire des conflits et considérer tous les facteurs nécessaires pour la conservation et l'utilisation durable des ressources aquatiques et l'utilisation partagée de l'espace aquatique.

Gradient (pente) La pente générale ou la chute verticale d'un cours d'eau par unité de longueur. Généralement mesurée en mètres/kilomètres et peut être estimée à partir des cartes topographiques pour de longues sections de cours d'eau, ou peut être estimée ou mesurée visuellement en se servant de l'équipement d'arpentage pour de courtes sections. Le gradient (ou la pente) a une relation avec la vélocité, le substrat, la profondeur, la largeur etc. et va souvent déterminer la distribution de l'habitat et la présence/absence d'obstacles. Différentes espèces préfèrent différents gradients et chaque espèce est associée à un gradient moyen au niveau duquel un cours d'eau n'est plus passable. Un gradient élevé va mener à une configuration naturelle échelon-fosse du cours d'eau. Cela va affecter directement les techniques de restauration qui sont applicables et il faudrait en prendre note.

Gravat Aussi gravois ou moellon. Déchets essentiellement minéraux de la démolition de bâtiments.

Gravier Matériau rocheux entre 0.2 et 8 cm.

Habitat nourricier Cela fait généralement allusion à l'habitat utilisé par les stades juvéniles du poisson pour s'y nourrir, pour l'abri, la croissance etc.

Habitat L'environnement total (physique, chimique et biologique) nécessaire par un organisme pour compléter tous ses processus vitaux. Pour le poisson, cela comprend les exigences en matière d'espace, de nourriture, d'abri, de reproduction, de zone d'élevage et de nourricerie, de qualité d'eau etc.

Hautes eaux Le niveau d'eau qui remplit seulement le chenal du cours d'eau mais non pas la plaine inondable; le niveau normal de l'eau dans des conditions de pluies normales.

Hauteur de la berge La distance verticale du bord du cours d'eau jusqu'au haut de la berge adjacente au cours d'eau.

Juvénile Un jeune poisson pas encore assez mature pour frayer.

Largeur au niveau de débordement	La distance entre les bases de la végétation vivace des berges opposées. Il s'agit normalement de la largeur du chenal de débit de pointe quotidien de un an sur deux.
Largeur d'un cours d'eau	La distance entre les berges végétatives. La largeur d'un cours d'eau est un indicateur important de la santé d'un bassin versant. Si un cours d'eau semble large et peu profond, il existe un problème dans la plupart des cas. La largeur appropriée d'un cours d'eau peut être calculée à partir du débit d'eau moyen (voir aussi, largeur au niveau de débordement).
Lichen	Un organisme similaire à une plante qui est composé d'algues et de champignons vivant en symbiose sur une surface solide telle que les rochers, la roche-mère etc. Ils peuvent être utilisés pour déterminer le niveau maximum de l'eau ou la hauteur d'inondation d'une rivière (c-à-d., la croissance du lichen sera limitée en dessous du niveau permanent des hautes eaux).
Ligne de partage des eaux	Une surface convexe, telle qu'une montagne ou une colline, qui évacue de l'eau d'un point ou d'une crête dans plusieurs cours d'eau qui peuvent en former ses frontières.
Limon	Un sédiment terreux composé de fines particules de roche et de sol qui est suspendu dans et transporté par l'eau.
Lit d'un cours d'eau	Le fond d'un cours d'eau, en dessous de la surface habituelle de l'eau.
Loi sur les pêches	Législation fédérale protégeant le poisson et l'habitat du poisson.
Lunker	Abri de bois utilisé dans la restauration des cours d'eau et qui sert de zone d'ombrage pour les poissons le long des berges; abri artificiel en surplomb.
Macrophytes	Grosse plantes aquatiques (macroscopiques) généralement associées aux zones profondes et à débit lent d'une rivière (plats et eaux stagnantes) et dans les étangs peu profonds.
Marais	Un lopin de terre mou, mouillé ou périodiquement inondé généralement sans arbres et normalement caractérisé par des herbes et autres croissances courtes.
Méandre	Cela fait allusion aux courbures ou à la sinuosité du chenal d'un cours d'eau. Le processus par lequel un cours d'eau tourne et se contourne en faisant son chemin à travers le terrain environnant, changeant souvent son trajet graduellement suite à l'érosion et au transport/dépôt des sédiments et autres matériaux.
Migration	Le mouvement délibéré du poisson d'un habitat à l'autre. Cela inclut les mouvements, vers l'amont et vers l'aval, des jeunes poissons de leur habitat d'élevage vers de plus grands habitats (par ex., les lacs et l'océan) et du poisson adulte vers les habitats de frai pour la reproduction.
Nid de fraie	Le nid en gravier où les poissons salmonidés pondent leurs œufs.
Nocif	Qui cause des dommages nuisibles.

Non renouvelable Non capable d'être soutenu pour une période indéfinie sans endommager l'environnement; (d'une ressource) qui ne peut pas être utilisée à un niveau donné sans un épuisement permanent; non soutenable.

Obstacles Toute obstruction qui réduit ou empêche le mouvement du poisson, cause l'arrêt de la montaison ou bloque les individus d'une zone de nourricerie ou des aires de maturation. Aspects d'un cours d'eau qui empêchent le mouvement vers l'amont et la migration du poisson. Ces obstacles peuvent être des chutes et des rapides, des barrages de castor, des embâcles de billots etc.; cela peut également inclure des ponceaux et des ponts mal installés. Les obstacles peuvent également inclure des barrières de vélocité, là où la vitesse d'un cours d'eau est trop grande pour que le poisson puisse nager à contre-courant. Pour déterminer si un obstacle est passable pour le poisson, cela va dépendre des conditions du cours d'eau au moment de la migration, des espèces et de la dimension du poisson etc.; cela est mieux évalué par des professionnels.

Paillis Couvert protecteur qui est constitué de foin ou de paille et qu'on applique sur le sol pour réduire l'évaporation et l'érosion, contrôler les mauvaises herbes ou améliorer le sol.

Pêches La prise ou récolte commerciale, récréative ou de subsistance du poisson dans les cours d'eau; stocks de poissons.

Plaine inondable La région plate près d'un cours d'eau qui est sujet à des inondations fréquentes, mais pas nécessairement annuelles, durant les débits élevés. Le matériau dans cette région est généralement déposé à partir des sédiments transportés par les débits élevés du cours d'eau.

Plat Habitat caractérisé par un débit de courant rapide dans un chenal profond et étroit par dessus une variété de types de substrats. Le débit est moins turbulent que dans les radiers/rapides.

Poisson Lorsque utilisé comme nom, cela signifie toutes les espèces de poissons protégées par les réglementations fédérales ou provinciales.

Ponceau Un conduit fermé pour transporter de l'eau à travers un endiguement.

Profondeur Cela fait allusion à la distance à partir du fond du cours d'eau jusqu'à la surface. Il peut s'agir d'un point précis ou il peut s'agir d'une moyenne dans une coupe transversale, ou dans une section d'un cours d'eau etc.

Qualité de l'eau Un terme général désignant une catégorie de propriétés de l'eau; communément utilisé en relation aux caractéristiques chimiques, physiques et biologiques, ainsi qu'à la température de l'eau.

Radiers Habitat caractérisé par de l'eau peu profonde (<25 cm) ayant un courant modéré avec un débit de surface mouvementé qui passe dessus un substrat composé de gravier, de galets, de gravat et de petites roches. Excellent habitat de nourricerie pour les salmonidés juvéniles.

Rapides	Habitat caractérisé par des eaux rapides, turbulentes et peu profondes dont la surface est mouvementée, souvent avec des eaux vives qui coulent par dessus un substrat de gros rochers/roche-mère. Le plus souvent associés aux grandes rivières et aux sections ayant un gradient élevé de ces systèmes; ils sont analogues aux sections de radiers dans les petits cours d'eau.
Ratio fosse:radier	Cela désigne le ratio, en pourcentage, des types d'habitats fosses et radiers dans une section de cours d'eau. Un habitat ayant une bonne diversité est caractérisé par un ratio plus élevé de fosses en rapport aux radiers.
Rive	L'étroite bande de terre en contact immédiat avec l'eau, y compris la zone entre le niveau des hautes eaux et des basses eaux.
Riverain	Relié à, en bordure de, ou situé sur une rivière ou un cours d'eau.
Rivière	Large cours d'eau douce naturel de surface qui a un débit permanent ou saisonnier et qui coule dans un chenal défini vers une mer, un lac ou une autre rivière.
Roche-mère	Tout rocher ou roc exposé sans aucun recouvrement.
Ruissellement	Cela fait allusion à l'eau qui draine des sections terrestres d'un bassin versant dans le cours d'eau. Le montant du ruissellement est déterminé par le montant de précipitation et d'évapotranspiration, ainsi que par la température, la perméabilité du sol, les sources d'eau souterraine, la végétation etc.
Sable	Sol ou détritus granulaire plus grossier que le limon et plus fin que le gravier, dont le diamètre peut varier entre 0,0625 à 2 mm.
Salmonidé	Un membre de la famille des poissons classés comme *Salmonidae* et qui comprend le saumon, la truite et l'omble.
Sédimentation	Le dépôt de matériaux dans le lit d'un cours d'eau, surtout les matériaux plus fins (par ex., argiles, limon, sédiment, sable etc.), qui sont érodés d'un cours d'eau et de son bassin versant.
Sinuosité du chenal	Fait allusion au degré de méandre ou de courbe du chenal d'un cours d'eau et ceci peut être quantifié selon la longueur totale du chenal sur une distance donnée en relation à la distance minimum entre ces deux points.
Source	Une surface où, sans l'aide des humains, l'eau sort d'un rocher ou du sol sur la terre ou dans un plan d'eau; l'emplacement de cette sortie est d'une dimension relativement petite.
Stabilité de la berge	Le degré d'érosion des berges des cours d'eau tel que causé par les forces de la nature ou par l'activité humaine. Ceci peut être descriptif ou peut être déterminé comme étant une proportion de la berge du cours d'eau qui est stable (par ex., ne démontrant aucune érosion) ou, au contraire, instable.

Substrat	Les matériaux qui forment le lit d'un cours d'eau.
Tablier	Le matériau de protection répandu dans le lit d'un cours d'eau pour prévenir les affouillements.
Talweg	Le parcours de profondeur maximum dans une rivière ou un cours d'eau; il suit normalement un méandre d'un bord et de l'autre à travers le chenal.
Travailler avec la nature	Cela signifie de retourner les processus écologiques aussi près que possible des fonctions et de la productivité naturelle qui existaient avant que les mauvaises pratiques aient impacté et alerté le système. On peut accomplir la plupart de ceci sans trop affecter notre mode de vie actuel. Cela exige seulement que tout le monde adopte des pratiques de gestion optimales et de travailler avec la nature pour guérir les dommages du passé.
Végétation	Plantes ligneuses ou non ligneuses; on fait allusion ici aux plantes utilisées pour stabiliser les berges et les rives, ainsi que pour retarder l'érosion.
Vitesse d'approche	Vitesse à laquelle l'eau arrive à un ponceau, un étranglement, un évacuateur de crue, un déversoir ou un ouvrage de prise d'eau.