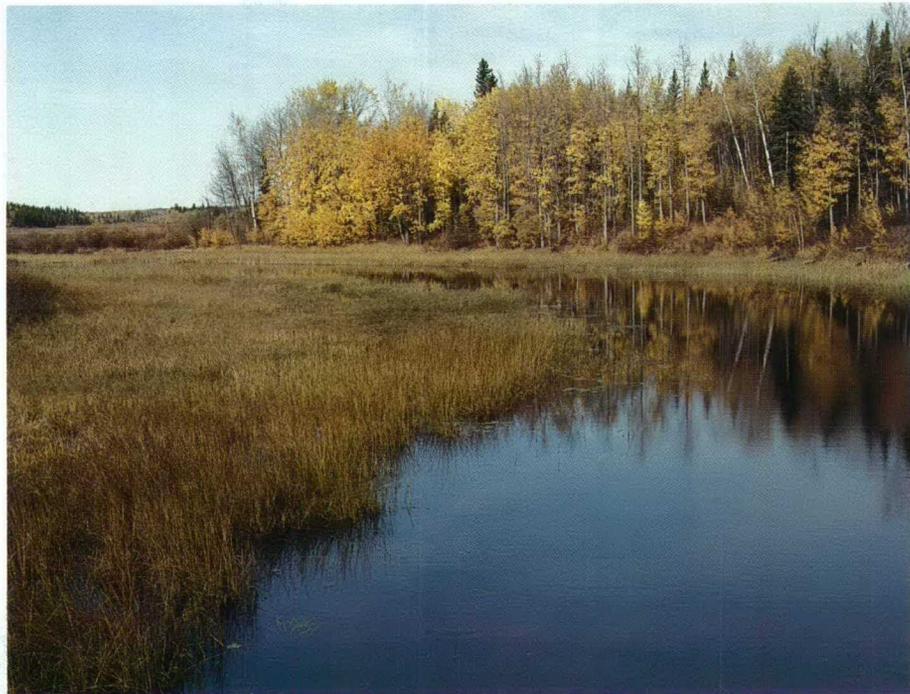


CONSERVATION DES TERRES HUMIDES DANS LES FORÊTS AMÉNAGÉES



terres
humides
DURABLES

COMMUNICATION n° 1993 - 2

PUBLIÉ EN PARTENARIAT AVEC :



Groupe de travail canadien sur la conservation des terres humides



CANADIAN PULP AND PAPER ASSOCIATION
L'ASSOCIATION CANADIENNE DES PÂTES ET PAPIERS



Table ronde nationale sur l'environnement et l'économie
National Round Table on the Environment and the Economy



Forestry • Foresterie



Conseil nord-américain de conservation des terres humides (Canada)

Imprimé en 1993
Ottawa (Ontario)
ISBN 0-662-98618-0
N° de cat. CW69-10/1993-2F

Ce document a été préparé par Gregg Sheehy, expert-conseil en environnement d'Arnprior (Ontario), à la demande du Groupe de travail canadien sur la conservation des terres humides. Les organismes suivants ont contribué au soutien financier de ce travail : l'Association canadienne des pâtes et papiers, la Table ronde nationale sur l'environnement et l'économie et le Programme forestier du Nord de l'Entente de développement du nord de l'Ontario.

Le Groupe de travail canadien sur la conservation des terres humides, formé en 1991 par le Ministre de l'environnement, émane du Conseil nord-américain de conservation des terres humides. Il comprend des représentants de l'Association canadienne des pâtes et papiers, la Fédération canadienne d'agriculture, l'Institut canadien des planificateurs, Habitat faunique Canada, Canards Illimités Canada, la Table ronde nationale sur l'environnement et l'économie et le Service canadien de la faune, Environnement Canada.

La *Série de communications sur les terres humides durables* est publiée par le Secrétariat au Conseil nord-américain de conservation des terres humides (Canada). La série est consacrée à la publication de rapports portant sur la gestion, les politiques et les aspects scientifiques, relatifs aux terres humides, importants pour le Canada. L'objectif de la série est de rendre les Canadiens davantage conscients de l'importance d'une utilisation prudente et de la conservation des écosystèmes que représentent les terres humides, et de leur valeur en tant que ressource naturelle.

On peut obtenir le présent rapport en s'adressant au :

Secrétariat
Conseil nord-américain de conservation des terres humides (Canada)
Suite 200, 1750, Courtwood Crescent
Ottawa (Ontario) K2C 2B5

Couverture : *Un marais, sur les territoires aménagés par REPAP Manitoba.*

Photo : G. Sheehy

Also available in English under the title *Conserving wetlands in managed forests.*

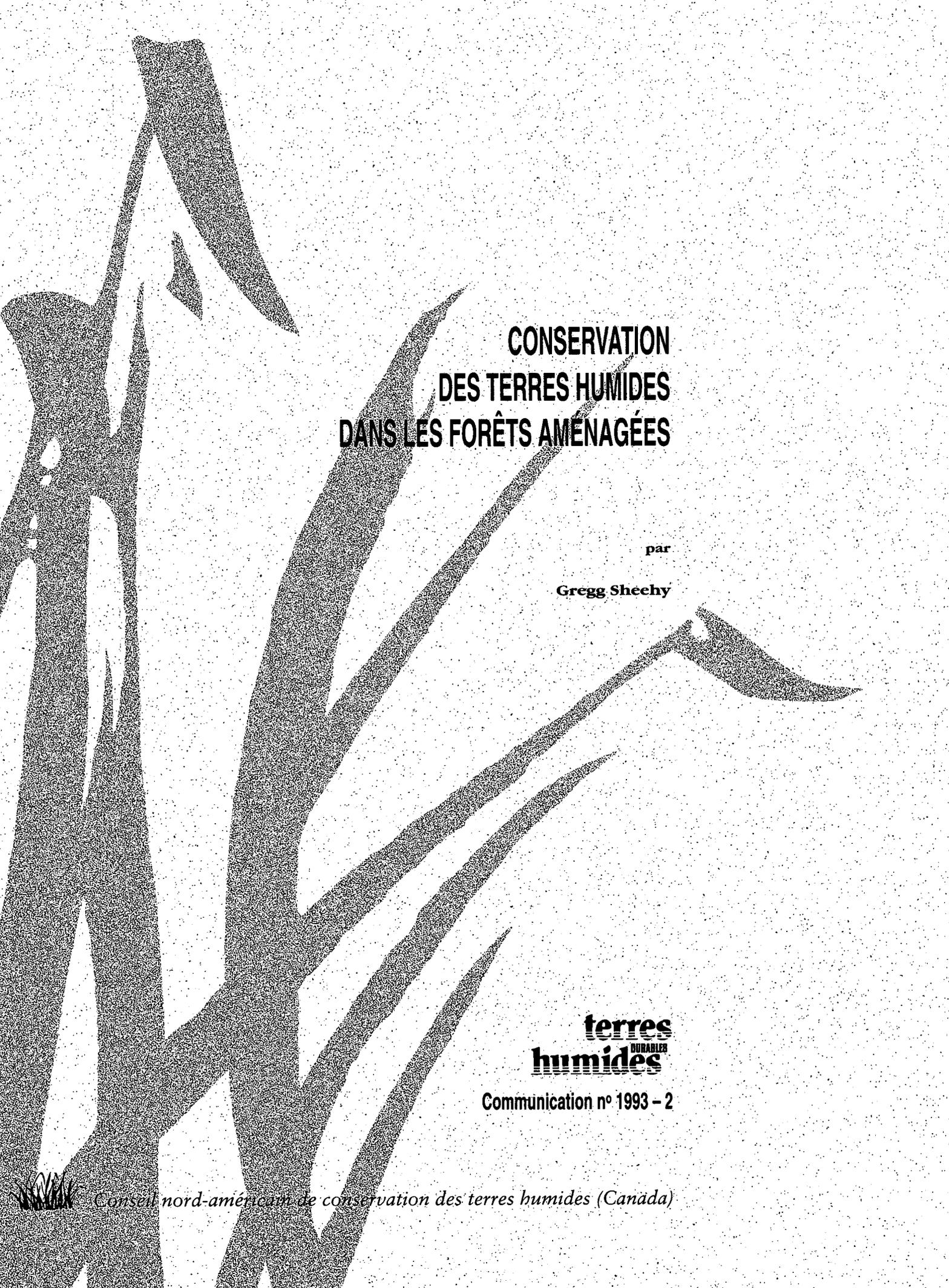


Couverture imprimée sur du papier recyclé (50 % de fibres recyclées, 10 % de fibres usagées).
Pages du document imprimées sur du papier recyclé à 100 %.



Plus de 50 p. 100 de papier
recyclé dont 10 p. 100 de
fibres post-consommation.

M - marque officielle d'Environnement Canada



**CONSERVATION
DES TERRES HUMIDES
DANS LES FORÊTS AMÉNAGÉES**

par

Gregg Sheehy

terres
DURABLES
humides

Communication n° 1993 - 2

Conseil nord-américain de conservation des terres humides (Canada)

Avant-propos	iv
Remerciements	iv
Résumé	v

Table des matières

Introduction	1
Terres humides des forêts canadiennes	5
Définition de «terres humides»	5
Évolution et classification des terres humides	5
Pourquoi se préoccuper des terres humides?	6
Décision du Canada de protéger ses terres humides	7
Foresterie et terres humides	10
Valeurs et usages des forêts	10
Impacts potentiels des opérations forestières sur les terres humides	11
<i>Opérations effectuées sur les stations humides</i>	11
<i>Opérations sur les terres mieux drainées entourant les terres humides</i>	12
<i>Drainage des terres humides arborées pour la foresterie</i>	13
<i>Voies d'accès à la forêt</i>	14
Mesures pour corriger ou atténuer les conséquences des opérations forestières	15
<i>Foresterie adaptée à chaque station — Expérience de l'Ontario</i>	15
<i>Consultation des spécialistes</i>	17
<i>Planification en fonction des habitats fauniques</i>	18
<i>Collaboration pour la conservation des terres humides</i>	21
<i>Protection des milieux aquatiques fragiles</i>	22
<i>Meilleures pratiques d'aménagement — Expérience des États-Unis</i>	23
<i>Drainage des forêts et protection de l'environnement</i>	24
<i>Autres guides et manuels</i>	24
Conclusion	26
Références	29
Figures	
1. Distribution des terres humides au Canada	2
2. Régions des terres humides du Canada	3
3. Traduire les fonctions des terres humides en avantages prisés par la société	8

En avril 1992, l'Association canadienne des pâtes et papiers (ACPP) a publié, au nom de l'industrie qu'elle représente, un énoncé de principes concernant les terres humides. Cet énoncé visait à reconnaître l'importance des terres humides canadiennes pour l'environnement. L'industrie s'engageait ainsi à reconnaître à leur pleine valeur toutes les ressources des terres humides et d'en tenir compte dans ses processus de planification et de décision relatifs à l'aménagement des terrains forestiers.

Cependant, les déclarations de principes doivent être supportées par des actions afin d'améliorer les pratiques forestières. L'industrie doit s'assurer de mieux connaître l'écologie des terres humides ainsi que les effets des activités forestières sur ces milieux. De plus, ces connaissances doivent servir à ceux qui élaborent les pratiques forestières.

Le parrainage de l'industrie à la préparation de ce document est une de ses contributions visant la conservation des terres humides. Le rapport fournit une initiation aux interactions entre les terres

humides et la foresterie. Il aidera concrètement les aménagistes à mener leurs opérations forestières de façon à conserver les terres humides. Le document décrit les impacts possibles des opérations forestières sur les terres humides et il présente diverses pratiques forestières compatibles avec la conservation des terres humides.

L'ACPP est fière de participer à cette entreprise en collaboration avec la Table ronde nationale sur l'environnement et l'économie, le Programme de foresterie du Nord de l'Entente de développement du Nord de l'Ontario et le Conseil nord-américain de conservation des terres humides (Canada). Cet effort concerté de la part de tous les intervenants est la clé de la conservation des terres humides dans le contexte du développement durable. L'ACPP et ses sociétés membres poursuivront leur collaboration avec les organismes de l'État et les groupes de conservation des terres humides afin d'intégrer l'utilisation rationnelle des ressources des terres humides dans leurs travaux d'aménagement forestier.

Avant-propos

Association canadienne des pâtes et papiers

Plusieurs personnes ont contribué, par leur temps et expertise, à la recherche d'informations sur le sujet et à la préparation du présent document. Des remerciements particuliers sont adressés à Ken Cox, du Groupe de travail canadien sur la conservation des terres humides, et à Jean-Pierre Martel, de l'Association canadienne des pâtes et papiers, qui ont orienté le projet tout au long de son exécution. John Jeglum et Art Groot, de Forêts Canada, ont fourni des renseignements de base essentiels et de précieux conseils pour la révision de l'ébauche du présent document. Abitibi-Price Inc. (Iroquois Falls, Ontario), Corner Brook Pulp and Paper Limited (Corner Brook, Terre-Neuve) et REPAP Manitoba (Le Pas,

Manitoba) ont fourni un aperçu inestimable des problèmes et solutions que pose la conservation des terres humides en relation avec les opérations sur le terrain. En raison de l'aide et des efforts considérables qu'ils ont fournis pour organiser les visites des opérations forestières, nous remercions spécialement Rod Gemmell, d'Abitibi-Price, George VanDusen et Wayne Brown, de Corner Brook Pulp and Paper, ainsi que Chris Smith et Doug Taylor, de REPAP Manitoba. Des remerciements sont aussi adressés à Hélène Dorval de Domtar pour ses conseils et la révision du manuscrit.

Le Service canadien de la faune, Environnement Canada a contribué à la traduction française de l'ouvrage.

Remerciements

Ce document décrit la nature et l'importance des terres humides dans les régions forestières du Canada ainsi que les impacts possibles des pratiques forestières sur ces écosystèmes. Des mesures pour prévenir ou atténuer ces impacts sont proposées. De plus, diverses pratiques forestières compatibles avec la conservation des terres humides sont présentées.

Les terres humides du Canada, qui comprennent des habitats parmi les plus productifs pour la faune, procurent de nombreux bénéfices économiques au pays. Par terres humides, on entend des terres où la nappe phréatique est située près de la surface, à l'égalité ou au-dessus du sol ou bien des terres qui sont saturées d'eau assez longtemps pour que s'installent des processus caractéristiques des terres humides ou des milieux aquatiques et qui sont reconnaissables par la présence de sols hydriques, de végétation hydrophile et de différentes formes d'activité biologique adaptées aux milieux humides. Les terres humides sont divisées en cinq classes : les bogs, les fens, les marécages, les marais et les eaux peu profondes. Les marécages possèdent le meilleur potentiel pour la foresterie. Au Canada, l'épinette noire est l'essence la plus récoltée sur ces sites. Parmi les autres essences d'importance commerciale, on rencontre le mélèze et le thuya occidental. Grâce au drainage, combiné ou non à l'apport d'engrais, le potentiel forestier de beaucoup de terres humides arborées peut être amélioré. Toutefois, les coûts des travaux de drainage sont souvent très élevés par rapport à l'augmentation de la productivité et cette pratique n'est pas encore répandue au Canada.

Deux grandes catégories de travaux forestiers peuvent affecter les terres : les travaux qui y ont lieu sur les stations humides et ceux qui ont cours sur les terres avoisinantes mieux drainées. La récolte du bois est l'activité forestière

dominante sur les terres humides. Elle est susceptible de causer des dégâts en raison de la fragilité du sol au passage de la machinerie et d'inhiber la régénération. La coupe sur les terres entourant les terres humides peut avoir des effets négatifs en détériorant la qualité de l'eau qui alimente ces milieux.

Les voies d'accès à la forêt — routes et chemins de débusquage — sont susceptibles d'exercer les plus forts impacts sur la forêt des terres humides. Les routes qui traversent les terres humides bloquent souvent le drainage naturel et provoquent l'enneigement des terrains en amont. La mortalité de la végétation ligneuse en amont et l'assèchement partiel des terrains en aval en sont les conséquences. Les routes traversant les terrains humides peuvent exiger de vastes travaux pour la construction de l'assise et nécessiter diverses mesures afin de maintenir le drainage naturel.

Le drainage artificiel des terres humides peut exercer toute une gamme d'effets, selon l'étendue et la densité du réseau de fossés. L'exportation des éléments nutritifs, la perturbation du régime hydrologique naturel et la détérioration de la qualité de l'eau des cours d'eau ou des lacs en sont les principaux.

Dans certaines provinces, les ministères responsables des forêts et les entreprises forestières ont imaginé des mesures pour répondre aux préoccupations formulées à l'égard de la conservation des terres humides. Ces mesures incluent des pratiques sylvicoles visant à atténuer les perturbations des sites humides, des techniques de construction de routes pour assurer le drainage et prévenir l'érosion, et des modalités d'aménagement forestier qui intègrent les mesures de conservation aux opérations forestières. Grâce à la recherche-développement effectuée dans un certain nombre de domaines, on améliore la

Résumé

capacité de l'industrie à effectuer des opérations forestières compatibles avec la conservation des terres humides.

Cette étude recommande un certain nombre de mesures pour rendre les opérations forestières compatibles avec la conservation des terres humides :

(1) *Construction des routes selon les règles de l'art*, y compris des structures adéquates pour assurer le drainage naturel et l'ensemencement de végétation sur les remblais et déblais susceptibles à l'érosion.

(2) *Classifications détaillées* des terres humides, incluant les sites non arborés et couverts de forêts non marchandes qui identifie les réactions prévisibles des traitements sylvicoles en fonction du type de stations.

(3) *Planification rigoureuse des opérations de coupe* au moyen de renseignements spécifiques aux divers types de stations.

(4) *Exploitation forestière hivernale* afin de minimiser les perturbations. Lorsque l'exploitation estivale des terres humides ne peut être évitée, il faudrait, à la lumière de renseignements spécifiques sur les stations, sélectionner les moins fragiles et utiliser du matériel qui exerce peu de pression sur le sol.

(5) *Programmes pour informer les responsables* de la planification et de l'exploitation dans l'industrie forestière des valeurs des terres humides, afin qu'ils en tiennent compte dans la délimitation et la disposition des assiettes de coupe ainsi que dans la supervision de la récolte.

(6) *Formation des conducteurs d'équipements forestiers* afin qu'ils reconnaissent les stations fragiles et évitent les pratiques dommageables.

(7) *Développement de l'expertise nécessaire* par l'industrie forestière, pour tenir effectivement compte, dans la planification et l'exécution des opérations forestières, des ressources que comportent les terres humides.

(8) *Conservation des habitats par des efforts concertés* entre l'industrie, les organismes gouvernementaux et les groupes de conservation.

(9) *Recherche-développement* appliquée aux équipements exerçant peu de pression sur le sol et à l'adaptation de pratiques forestières moins dommageables.

(10) *Codes de pratiques et normes* pour la conservation des terres humides, adaptés aux différentes régions du Canada.

(11) *Conception de zones tampons et de bandes de filtration* pour protéger les étendues d'eau, en tenant compte des caractéristiques de chaque station plutôt que d'utiliser des largeurs uniques sur tout le territoire.

(12) *Favoriser l'évaluation des effets du drainage forestier sur l'environnement* dans le but d'identifier et d'atténuer les impacts du drainage artificiel.

Les terres humides du Canada, qui comptent parmi les habitats naturels les plus productifs du pays, procurent de nombreux avantages économiques. Elles hébergent des centaines de milliers d'oiseaux aquatiques; elles se prêtent aux loisirs en plein air tels que les randonnées pédestres, l'observation d'oiseaux, et la photographie; elles aident à maintenir la qualité de l'eau de nos lacs et cours d'eau ainsi que de nos sources d'approvisionnement en eau potable, et elles contribuent pour plus de 500 millions de dollars par année à la production industrielle de bois (Groupe de travail national sur les terres humides 1988).

Les Canadiens sont de plus en plus sensibilisés à l'importance de ces écosystèmes et à la nécessité de tenir compte des exigences particulières de ces sites dans les pratiques d'aménagement du territoire. Les terres publiques et privées aménagées pour la production du bois comprennent de grandes étendues de terres humides. Les aménagistes devraient se familiariser avec les différents types de terres humides et les pratiques spécifiques de conservation sur ces sites.

Les terres humides couvrent quelque 14 % de la superficie du Canada, soit 127 millions d'hectares. Les tourbières boréales, qui comprennent des terrains couverts de forêts et des terrains partiellement boisés, occupent environ 70 % de toutes les terres humides du pays (L'Association canadienne des pâtes et papiers 1992). La répartition des terres humides au Canada est principalement déterminée par le climat et le relief. Ces milieux peuvent se former dans les localités où l'apport des précipitations excède les pertes dues à l'évapotranspiration et où la topographie ainsi que la pédologie limitent le déplacement des eaux de surface ou souterraines. Ces terres humides sont principalement concentrées dans une bande qui couvre le sud-est de la baie James au Québec, le nord de l'Ontario, le centre du Manitoba et de la Saskatchewan, le nord de l'Alberta et

s'étend jusque dans la vallée du Mackenzie (Figure 1).

Ce document décrit la nature et l'importance des terres humides dans les régions forestières du Canada et les impacts possibles des pratiques forestières sur ces écosystèmes. On y suggère des mesures visant à empêcher ou à atténuer ces impacts. Diverses pratiques forestières compatibles avec la conservation de ces milieux sont présentées. Il s'agit de mesures concrètes, actuellement utilisées au Canada ou à l'étranger.

Durant la préparation de ce document, les chantiers de trois sociétés forestières dans la forêt boréale canadienne ont été visités. L'emphase a été mise sur la région des terres humides boréales (Figure 2), qui renferme la majorité des terres humides du Canada, de même que la plus vaste superficie de terrains forestiers accessibles à l'industrie (Haavisto *et al.* 1988). Les sociétés Abitibi-Price à Iroquois Falls (Ontario), Corner Brook Pulp and Paper (Terre-Neuve) et REPAP Manitoba au Pas (Manitoba) ont été choisies parce qu'elles possédaient, à l'intérieur de leurs concessions forestières, des terres humides assez vastes. Chaque société a pris des mesures précises pour la conservation des terres humides.

Ce rapport ne constitue pas une étude exhaustive des interactions entre l'exploitation forestière et les terres humides, ni une évaluation complète des impacts exercés par les opérations forestières de chaque entreprise. L'objectif est d'identifier des solutions pratiques aux problèmes de conservation à partir de rencontres avec des représentants de l'industrie possédant l'expertise dans le domaine.

Même si les questions mises en relief s'appliquent particulièrement à la région des terres humides boréales, elles peuvent également s'appliquer à de nombreuses autres parties du pays. On trouve des terres humides à peu près partout au Canada et les opérations forestières pourraient, dans une province ou un territoire quelconque,

Introduction

LEGEND

Percentage cover of wetlands

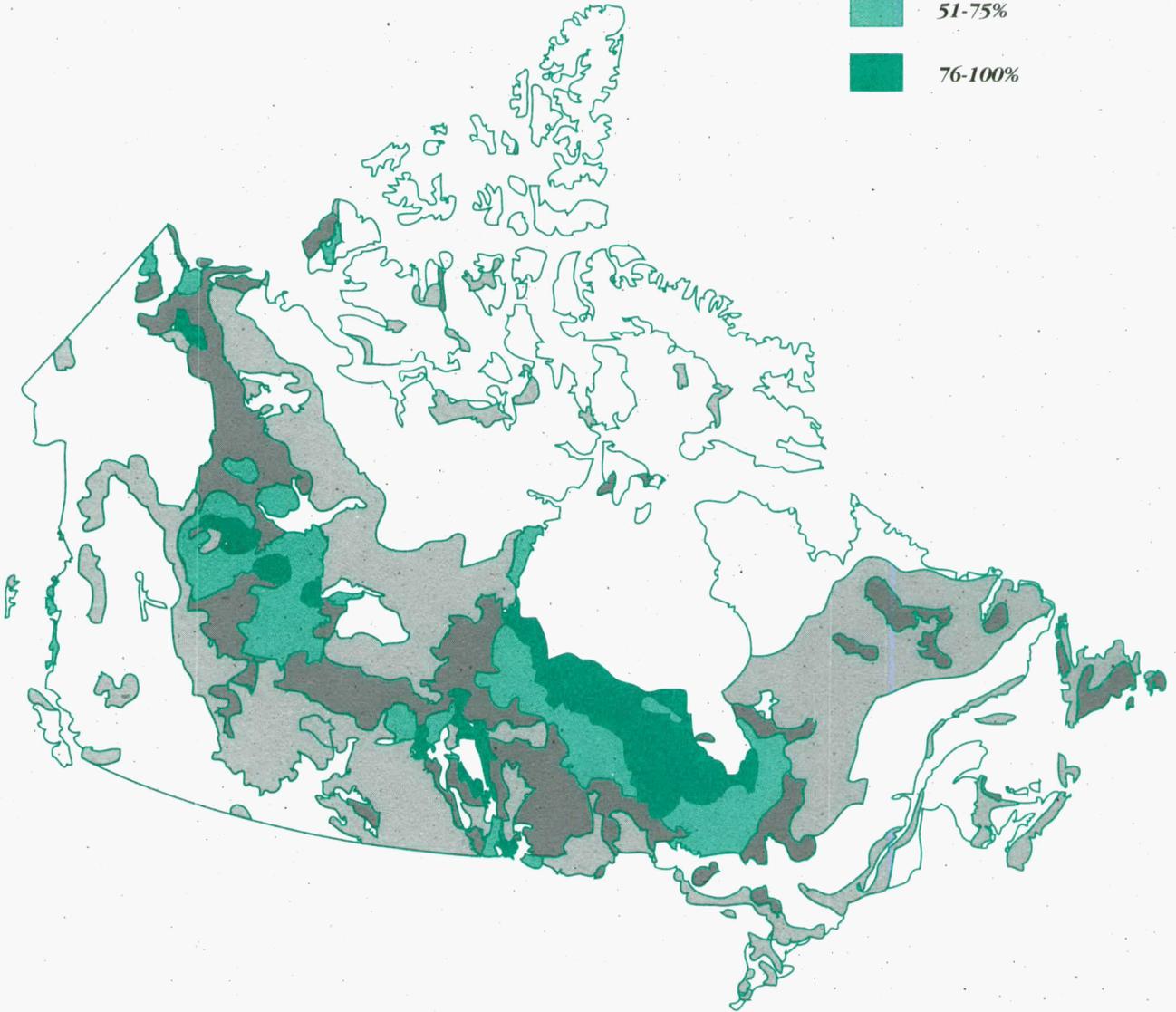
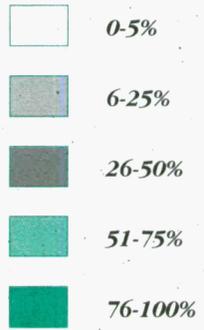


Figure 1 - Distribution of Wetlands in Canada

Source: National Wetlands Working Group (1986).

LÉGENDE

Régions des terres humides

- A** **Arctique**
 AB - BAS-ARCTIQUE
 AH - HAUT-ARCTIQUE
 AM - ARCTIQUE MOYEN
- S** **Subarctique**
 SA - SUBARCTIQUE ATLANTIQUE
 SB - BAS-SUBARCTIQUE
 SH - HAUT-SUBARCTIQUE
- T** **Tempérées**
 Te - TEMPÉRÉE DE L'EST
 Tp - TEMPÉRÉE PACIFIQUE
- B** **Boréales**
 BA - BORÉALE ATLANTIQUE
 BB - BAS-BORÉAL
 BH - HAUT-BORÉAL
 BM - BORÉAL MOYEN
- M** **Montagnes**
 MC - MONTAGNES CÔTIÈRES
 ME - MONTAGNES DE L'EST
 MI - MONTAGNES INTÉRIEURES
 MR - MONTAGNES ROCHEUSES
- P** **Prairie**
 PC - PRAIRIE CONTINENTALE
 PI - PRAIRIE D'INTERMONTAGNES
- O** **Océanique**
 OA - OCÉANIQUE ATLANTIQUE
 OP - OCÉANIQUE PACIFIQUE

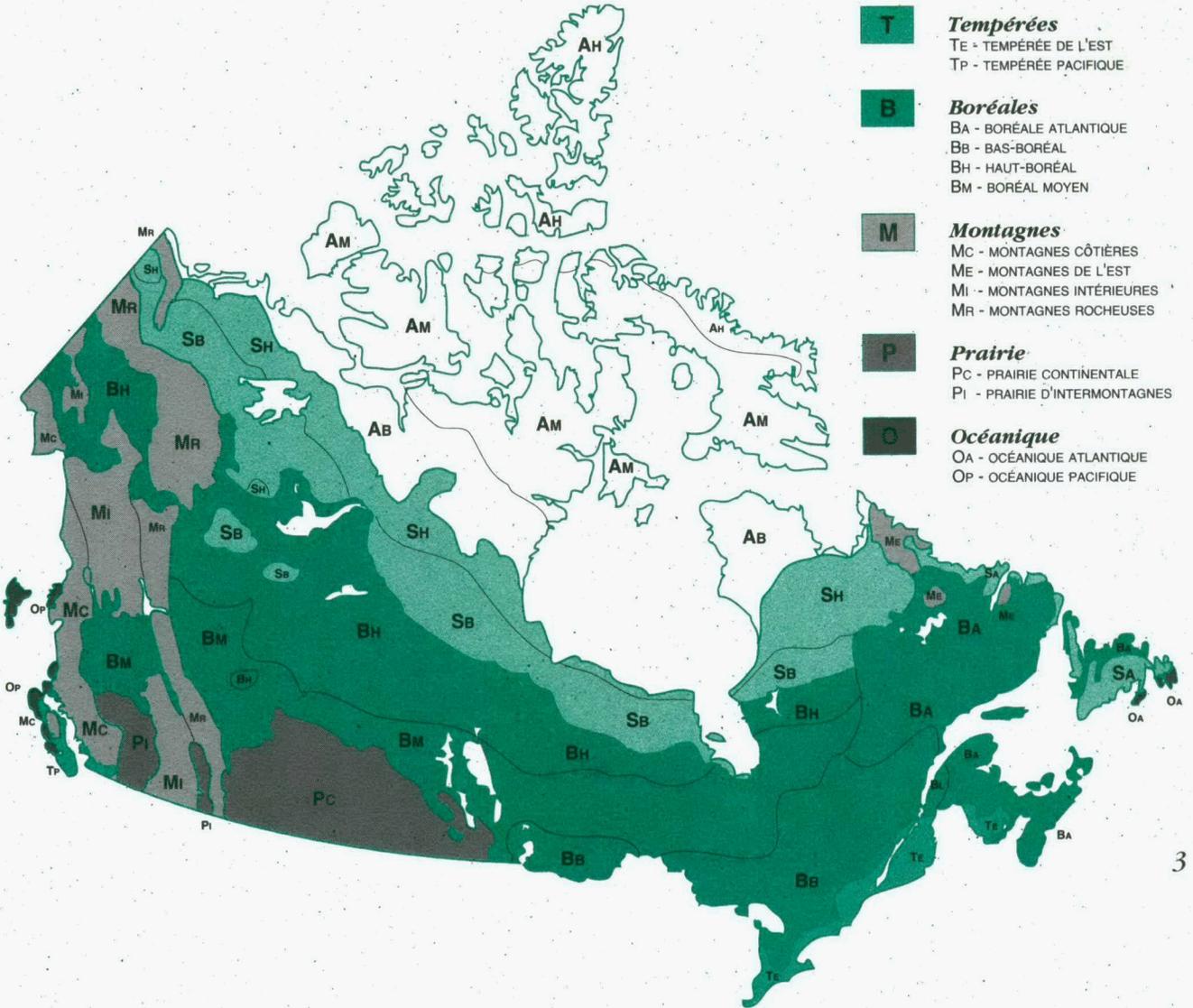


Figure 2 - Régions des terres humides du Canada

Source : Groupe de travail national sur les terres humides (1986).

avoir des effets sur ces habitats. Ainsi, les impacts et les mesures de protection décrits dans ce document devraient intéresser les aménagistes soucieux de conserver les terres humides riveraines dans les régions montagneuses de l'Alberta et de la Colombie-Britannique, les estuaires et marécages de la côte est et de la côte ouest ainsi que les forêts feuillues des marécages du sud de l'Ontario.

Définition de «terres humides»

On entend par «terres humides» des terres où la nappe phréatique est située près de la surface, à l'égalité ou au-dessus du sol ou bien des terres qui sont saturées d'eau assez longtemps pour que s'installent des processus caractéristiques des terres humides ou des milieux aquatiques et qui sont reconnaissables par la présence de sols hydriques, de végétation hydrophile et de différentes formes d'activité biologique adaptées aux milieux humides (Groupe de travail national sur les terres humides—GTNTH 1988). Une tourbière est une terre humide dont l'épaisseur de la couche de matière organique dépasse 40 cm. Ce matériau s'accumule lorsque le climat et les conditions physiques font que la production de matériel végétal par les mousses, roseaux, carex ou autres plantes excède la vitesse de décomposition de la matière végétale. Environ 90 % des terres humides du Canada sont classées comme tourbières (GTNTH 1988).

Les terres humides sont des écosystèmes dynamiques qui évoluent et changent sans cesse. Au Canada, elles sont apparues dès le recul des glaciers, il y a 10 000 à 12 000 ans. La vitesse d'évolution de ces terres est déterminée par l'interaction complexe des facteurs climatiques, hydrologiques, biologiques, et pédologiques.

Évolution et classification des terres humides

Les terres humides se divisent en cinq classes : les bogs, les fens, les marécages, les marais et les eaux peu profondes. Au Canada, le Groupe de travail national sur les terres humides a défini ces classes ainsi que les méthodes permettant de les différencier (GTNTH 1988). Chacune de ces cinq classes peut se subdiviser en diverses formes, selon le paysage, l'hydrologie et autres facteurs physiques, et en divers types, selon les caractéristiques de la végétation.

Au début de leur évolution, lorsque la végétation puise ses éléments nutritifs dans le sol minéral et l'eau souterraine, les terres humides sont minérotrophes. Tous les marais, marécages et fens sont minérotrophes et présentent des pH et des taux de saturation en cations de faibles à élevés. Cette gamme de conditions se répercute sur le nombre d'espèces végétales qui est habituellement plus élevé dans les milieux riches et plus faible dans les milieux pauvres.

Dans les tourbières, l'accès aux éléments nutritifs du sol sous-jacent diminue avec l'accumulation de la couche organique, et la végétation doit satisfaire ses besoins par l'écoulement latéral des eaux phréatiques préalablement au contact avec le sol minéral. Le type de végétation et la diversité des espèces reflètent cette évolution du régime trophique. La présence de végétaux tels que les mousses (*Sphagnum* spp.) et les carex (*Carex* spp.) devient fréquente et la diversité des espèces diminue.

Lorsque la couche de tourbe atteint un certain niveau, la couche de surface est isolée des eaux souterraines dont les propriétés sont influencées par les sols minéraux. La végétation de surface tire presque tous ses éléments nutritifs des précipitations. La terre humide devient alors ombotrophe et elle est occupée par une végétation caractérisée par les mousses (*Sphagnum* spp.), les carex (*Carex* spp.) et les éricacées arbustives. Les espèces tendent à être peu diversifiées, probablement à cause du milieu acide, pauvre en cations. Ces conditions sont typiques de la classe de terres humides dénommée bog.

On trouve ordinairement des arbres dans les bogs, les fens et les marécages mais la plupart des marais et des eaux peu profondes du Canada en sont dépourvus.

Une classification détaillée des terres humides est présentée dans la publication *Terres humides du Canada* (GTNTH 1988). Nous présentons ici une courte description des principales classes :

Terres humides des forêts canadiennes

Bog

Tourbière ombrotrophe (les éléments nutritifs sont fournis par les précipitations sèches et humides) où la nappe phréatique se situe généralement près ou au niveau de la surface du sol. Arborés ou non, les bogs possèdent une diversité végétale plutôt limitée à cause du milieu acide, pauvre en éléments nutritifs, dans lequel les mousses de sphagne et les éricacées sont communes.

Fen

Tourbière minérotrophe, où la nappe phréatique se situe habituellement près de la surface du sol. La végétation peut comprendre des carex, des graminées, des roseaux, des mousses brunes, certaines espèces de *Sphagnum*, des éricacées, des arbustes et des arbres.

Marécage

Tourbière ou terre humide minérotrophe dont l'eau est stagnante ou s'écoule très lentement dans des étangs et des canaux. La nappe phréatique se situe généralement au niveau du sol ou très près de la surface. La végétation se caractérise par un couvert dense de conifères, de feuillus ou d'arbustes, d'herbes et de quelques mousses.

Marais

Terre humide minérotrophe, périodiquement inondée par des eaux stagnantes ou quasi stagnantes. Le niveau de l'eau varie d'une saison à l'autre. La salinité varie de nulle à forte. La végétation comprend des roseaux, des joncs, des graminées et des carex émergés, parmi lesquels sont dispersées des zones d'eau libre et des plantes aquatiques.

Eau peu profonde

Étendue d'eau stagnante ou courante recouvrant de façon intermittente ou permanente une terre humide minérotrophe. Cette classe comprend les rives, les étendues de vase, les lacs peu profonds, les étangs, les mares, les délaissés, les chenaux et les autres dépressions similaires. Lorsqu'elle est présente, la végétation est constituée de plantes aquatiques immergées et flottantes.

Les zones riveraines des cours d'eau ou des lacs, peuvent abriter plusieurs types de terres humides et elles sont très productives pour la faune. Elles procurent l'eau, la nourriture et le couvert à de nombreuses espèces et elles peuvent constituer d'importants couloirs de migration pour les espèces de grande taille (Nova Scotia Department of Lands and Forests - non daté). Les marécages et les fens arborés peuvent constituer des bassins entourés par des aires boisées mieux drainées.

Les principales formes de terres humides présentes dans les régions canadiennes où la forêt est exploitée sont énumérées en marge.

Pourquoi se préoccuper des terres humides?

Autrefois considérée sans valeur ou faisant obstacle au progrès, la valorisation des terres humides passait nécessairement par l'assèchement et la conversion à l'agriculture ou au lotissement urbain. Aujourd'hui, les Canadiens sont de plus en plus sensibilisés aux importantes fonctions des terres humides. En effet, les marais, marécages, fens et bogs sont des composantes essentielles de la biosphère. Outre l'immense valeur économique que certains de ces écosystèmes possèdent, chacun joue un rôle spécifique dans les cycles naturels et représente un habitat distinct pour la faune.

Principales formes de terres humides dans les forêts aménagées du Canada

Dans le document *Terres humides du Canada* (GTNTH 1988), on trouve la description et la classification de 70 formes de terres humides. Dans la présente annexe, seules sont énumérées les principales formes rencontrées dans les forêts commerciales du Canada.

- bogs bombés
- bogs de plateau du Nord
- bogs de bassin
- bogs inclinés
- fens horizontaux
- fens de bassin
- fens sourceux
- fens côtelés du Nord
- marécages de bassin
- marécages de ruisseau
- marécages de plaines d'inondation
- marais de delta
- marais côtiers
- marais de plaines d'inondation

À titre d'éléments du paysage général, les terres humides servent d'importants traits d'union entre les terrains bien drainés et les zones d'eau libre des lacs et des cours d'eau. Elles contribuent à maintenir les cycles naturels et les systèmes vitaux dont dépendent la productivité et par conséquent, le potentiel d'utilisation des ressources. La dégradation ou la perte des terres humides peuvent avoir des répercussions profondes sur les autres écosystèmes et la biosphère.

Certaines terres humides sont prisées à cause de leur caractère unique, tandis que d'autres sont importantes comme rémanentes des pertes cumulatives d'habitats types au cours des dernières décennies (Bond *et al.* 1992). Plus nous étudions les terres humides, plus nous en apprenons au sujet de leur valeur écologique, sociologique et économique. Parmi les rôles importants et connus que jouent les terres humides, citons les suivants : habitats de nombreuses espèces animales et végétales, atténuation des crues et de l'érosion, protection de la qualité des eaux de surface et des eaux souterraines, lieux de récréation, production de bois et milieux de recherche en écologie (Figure 3).

Décision du Canada de protéger ses terres humides

Ces dernières années, la valeur des terres humides a été de plus en plus reconnue par les politiques des gouvernements et de l'industrie. En 1981, le Canada a signé la *Convention Ramsar relative aux terres humides d'importance internationale*. Jusqu'à ce jour, 31 sites canadiens répartis dans tous les territoires et provinces ont été désignés en lien avec cette convention. En 1986, le Canada et les États-Unis ont signé le *Plan nord-américain de gestion de la sauvagine (PNAGS)* (Environnement Canada et U.S. Department of Interior 1986), qui est consacré à la restauration des populations de la sauvagine et des autres oiseaux migrateurs ou espèces fauniques

grâce à la conservation des terres humides et des sites environnants mieux drainés. Ce plan devrait toucher, pour l'ensemble du Canada, plus de 2,4 millions d'hectares d'habitats de qualité situés sur les terres humides et les sites voisins mieux drainés (Comité du PNAGS 1989).

L'Énoncé de l'ACPP stipule les mesures spécifiques énumérées pour le maintien des terres humides : récolte hivernale du bois des tourbières au moyen d'équipements spécialement adaptés; prise de précautions spéciales dans la planification de l'emplacement et de la construction de routes, de ponts et de ponceaux; études adéquates des sites préalablement au drainage des tourbières; application des règlements et des lignes directrices provinciales aux travaux effectués sur les terres humides ou à proximité.

Le gouvernement canadien a adopté la *Politique fédérale sur la conservation des terres humides* (Gouvernement du Canada 1991). On y retrouve, entre autres, les buts suivants :

- aucune perte nette des fonctions des terres humides situées sur toutes les terres et eaux fédérales;
- amélioration et restauration des terres humides dans les régions où la perte ou la dégradation continue de ces milieux ou de leurs fonctions ont atteint un point critique;

FONCTIONS — (CAPACITÉS)	EXEMPLES DE PRODUITS, SERVICES ET EXPÉRIENCES CRÉÉS PAR LES TERRES HUMIDES	EXEMPLES D'AVANTAGES ASSURÉS À LA SOCIÉTÉ PAR LES TERRES HUMIDES
Vitales		
<i>Régulation/ Absorption</i>	Régulation du climat, absorption des substances toxiques, stabilisation des processus de la biosphère, stockage de l'eau, nettoyage.	Lutte contre les inondations, (vies sauvées, dollars économisés) réduction des contaminants, eau propre, réduction des dommages causés par les tempêtes, bienfaits pour la santé, lutte contre l'érosion.
<i>Santé de l'écosystème</i>	Cycle des éléments nutritifs, support de la chaîne alimentaire, habitat, stockage de biomasse, diversité génétique et biologique.	Qualité de l'environnement, maintien de l'intégrité de l'écosystème, réduction des risques (et valeurs des options connexes).
Sociales/Culturelles		
<i>Science/ Information</i>	Spécimens pour la recherche, les jardins zoologiques, les jardins botaniques, écosystèmes représentatifs et uniques.	Meilleure connaissance de la nature - emplacements pour l'étude de la nature, la recherche, l'éducation (excursions).
<i>Esthétique/ Récréatives</i>	Utilisations non consommatrices comme l'observation, la photographie, l'observation des oiseaux, les sentiers pédestres, la natation.	Avantages économiques directs pour les utilisateurs, plaisir personnel et relaxation, avantages pour l'industrie du tourisme et l'économie locale.
<i>Culturelles/ Psychologiques</i>	Les utilisations des terres humides peuvent faire partie des traditions de collectivités, de groupes religieux ou culturels, de futures possibilités (option).	Cohésion sociale, maintien de la culture, valeur pour les générations à venir, valeurs symboliques.
Production		
<i>Production de subsistance</i>	Production naturelle d'oiseaux, de poissons, de plantes (p. ex. les baies de saison, les joncs, le riz sauvage).	Nourriture, fibre, autonomie pour les collectivités, remplacement de certains produits importés, maintien des traditions.
<i>Production commerciale</i>	Production alimentaire (p. ex. poisson, cultures), fibres (p. ex. bois, paille), suppléments des sols (p. ex. tourbe).	Produits pour la vente, emplois, revenus, contribution au PNB.

Figure 3 - Traduire les fonctions des terres humides en avantages prisés par la société

(Adapté de deGroot, 1988 et Filton, 1988)

- reconnaissance des fonctions des terres humides dans la planification, l'aménagement et la prise de décisions économiques relatives aux ressources dans tous les programmes, politiques et activités fédérales.

Il faut également mentionner un certain nombre d'initiatives provinciales et locales telles que les inventaires et les programmes d'évaluation des terres humides (Bond *et al.* 1992). L'Ontario vient d'adopter une politique provinciale des terres humides, tandis que l'Alberta et la Saskatchewan sont en train d'en élaborer une.

En avril 1992, l'Association canadienne des pâtes et papiers a publié un *Énoncé sur la foresterie. Les terres humides*. Cet énoncé stipule que «l'industrie des pâtes et papiers contribue de façon importante au maintien des terres humides du Canada en reconnaissant leurs fonctions dans son processus de planification de l'aménagement des ressources forestières». Parmi les mesures spécifiques énumérées pour le maintien des terres humides, citons les suivantes : récolte hivernale du bois des tourbières au moyen d'équipements spécialement adaptés; prise de précautions spéciales dans la planification de l'emplacement et de la construction de routes, de ponts et de ponceaux; études adéquates des sites préalablement au drainage des tourbières; application des règlements et des lignes directrices provinciales aux travaux effectués sur les terres humides ou à proximité. L'Association canadienne de la tourbe de sphaigne a adopté en 1991 une *Politique de conservation et de réaménagement*, tandis que d'autres industries ont démontré leurs intentions en entreprenant des projets de conservation des terres humides (Lynch-Stewart *et al.* 1993).

Valeurs et usages des forêts

Parmi les classes de terres humides, le marécage que l'on observe sur les sols minéraux et organiques, possède le meilleur potentiel pour la production forestière. Au Canada, l'épinette noire est l'essence la plus récoltée dans les marécages. Parmi les autres essences d'importance commerciale, citons le mélèze et le thuya occidental. Outre les marécages à épinettes, on exploite également certains fens arborés et certains marécages couverts de feuillus (Jeglum 1991a).

Il n'existe pas d'estimation précise de l'étendue des forêts productives sur les terres humides du Canada. Toutefois, la plupart des provinces possèdent une superficie importante de terres humides couvertes de forêts plus ou moins denses. Les tourbières dominées par l'épinette noire produisent environ 20 % de toutes les billes récoltées en Ontario. Les terres humides sont également la source d'une importante production forestière dans les autres provinces telles que le Québec, l'Alberta et le Manitoba (Haavisto et Jeglum 1991).

Sur les terres humides, la plus grande partie de la récolte est pratiquée par la coupe à blanc. La protection de la régénération préétablie (laissée sur place lors de l'exploitation) est la méthode la plus répandue pour assurer le rétablissement de la végétation arborée. Lorsque requis, on supplée à la régénération naturelle par la plantation. Les autres traitements sylvicoles, comme la coupe d'éclaircie, la coupe de dégagement, l'application d'engrais et le drainage, sont peu répandus (Jeglum 1991a).

Grâce au drainage, accompagné ou non de l'application d'engrais, le potentiel forestier peut être amélioré dans plusieurs tourbières forestières et stations humides sur sol minéral. De nombreuses stations de ce type ont été mises en valeur pour la production forestière en Scandinavie. Au

Canada, le drainage des terres humides en vue d'y faire croître des forêts se limite à moins de 25 000 ha (Haavisto et Jeglum 1991) et la plus grande partie de ces travaux étaient de nature expérimentale. C'est au Québec que le drainage est le plus étendu car la province en subventionne les travaux sur les terres privées. Ces dernières années, quelque 5 000 ha ont été drainés chaque année au Québec, surtout sur les parterres de coupe à blanc en terrains privés (Trottier 1991b). Il existe un fort potentiel pour augmenter la production de bois par le drainage des terres humides sélectionnées pour leur potentiel de réaction (Haavisto et Jeglum 1991).

Deux grandes catégories de drainage peuvent être reconnues : le drainage intensif et le drainage extensif. Le drainage intensif, qui vise à accroître la productivité de l'ensemble de la station, comporte un système étudié de fossés uniformément espacés. On obtient ainsi une densité importante de fossés dont le but est d'abaisser la nappe phréatique sur la station. On peut aussi utiliser des engrais pour corriger certaines carences ou déséquilibres en éléments nutritifs. Le drainage extensif, moins coûteux, comporte le creusage d'un nombre limité de fossés pour répondre à des problèmes particuliers. Des fossés peuvent ainsi être creusés dans des zones particulièrement humides avant la coupe ou qui le deviennent par remontée de la nappe après la récolte (Hänell 1991; Trettin *et al.* 1991; Jeglum 1993).

Le recours au drainage des terres humides pour la production forestière est conditionné par les facteurs économiques. Le creusage et l'entretien des fossés ainsi que l'application des engrais sont des dépenses qui doivent être justifiées par les profits prévus de l'augmentation de l'accroissement des arbres et de la valeur de vente des produits forestiers. Ces facteurs continueront probablement à

Foresterie et terres humides

limiter l'ampleur des travaux de drainage des forêts canadiennes. En l'absence de subventions, le drainage intensif est peu susceptible de se répandre. D'autre part, le drainage extensif est plus sujet à être appliqué afin de réduire la remontée de la nappe phréatique après la coupe (Jeglum 1993).

Impacts potentiels des opérations forestières sur les terres humides

Les opérations forestières effectuées directement sur la station humide et celles pratiquées sur les terres environnantes mieux drainées peuvent avoir un impact sur les terres humides. Il en est de même pour les routes d'accès aux forêts et les chemins de débusquage situés sur la station humide ou autour de celle-ci. Le drainage des terres humides peut aussi exercer toute une gamme d'effets, selon l'étendue et l'intensité du traitement.

Opérations effectuées sur les stations humides

Les opérations forestières sur les stations humides, comparativement à celles effectuées sur des sites bien drainés, peuvent être particulièrement dommageables pour le sol et les valeurs écologiques et sociales rattachées aux terres humides.

La récolte est susceptible d'être dommageable pour les tourbières, en raison de la vulnérabilité des stations aux dégâts causés par la machinerie et de l'inhibition subséquente de la régénération naturelle. La récolte du bois se produit exclusivement sur les terres humides où les arbres sont de taille marchande, surtout les marécages arborés. La plupart du temps, il n'y a pas de récolte dans les stations classées comme eaux peu profondes, marais, marécages arbustifs, fens et bogs. Ces terres humides peuvent cependant subir les effets secondaires de la construction des routes forestières, de l'érosion et des modifications au régime hydrologique, incluant le drainage naturel.

Les principaux problèmes inhérents à la récolte sont la perturbation du drainage naturel et le brassage des sols. Le passage des débusqueuses défonce la couche superficielle composée, entre autres, de racines entrelacées, et compacte la tourbe sous-jacente, ce qui forme des ornières qui se remplissent d'eau. La survie des semis est diminuée par le soulèvement dû au gel, l'érosion et la concurrence sévère des carex, graminées, quenouilles et aulnes (Jeglum *et al.* 1983; Groot 1987).

À l'origine, les coupes sur les stations forestières humides du Canada étaient effectuées en hiver, à l'aide du cheval. Les dégâts étaient minimes et, habituellement, la régénération préétablie épargnée lors de la coupe suffisait à l'établissement de la forêt de seconde venue. La mécanisation forestière qui a suivi la Seconde Guerre mondiale a entraîné l'utilisation de débusqueuses à pneus de caoutchouc, l'augmentation de la taille des assiettes de coupes à blanc et l'étalement des opérations forestières pendant toute l'année. Les opérations de coupe et de débusquage étaient conduites sans protéger la régénération préexistante. De plus, les opérations estivales perturbaient considérablement la surface du sol (Jeglum 1991). Ces dernières années, l'industrie et les organismes gouvernementaux chargés des forêts ont collaboré à l'élaboration de nouvelles méthodes sylvicoles visant à réduire les dégâts causés aux stations et à assurer la régénération. Les recherches effectuées au Québec sur les débusqueuses à pneus larges par l'Institut canadien de recherches en génie forestier sont à souligner (Mellgren et Heidersdorf 1984). Cet aspect sera aussi traité dans la section intitulée «Foresterie adaptée à chaque station — Expérience de l'Ontario».

Une étude sur la récolte dans les tourbières à épinettes noires de la ceinture argileuse (*Clay belt*) de l'Ontario (Groot 1987) a permis de constater que le degré de perturbation des stations était fortement corrélé aux caractéristiques stationnelles et aux modes d'opérations forestières.

Les tourbières à épinettes noires étaient de types épinette noire/thé du Labrador (*Ledum*) et épinette noire/aulne (*Alnus/pauvre* en plantes herbacées), selon la classification des écosystèmes forestiers de la zone argileuse (Jones *et al.* 1983). On traite plus en profondeur de cette classification dans la section intitulée «Foresterie adaptée à chaque station — Expérience de l'Ontario». Les trois modes d'opérations forestières examinés étaient les suivants :

- coupe hivernale avec abatteuse-groupeuse et débardeuse d'arbres entiers à pneus étroits;
- coupe estivale avec abatteuse-groupeuse et débardeuse d'arbres entiers, à pneus larges;
- coupe estivale classique, c'est-à-dire abattage manuel à la tronçonneuse et débûquage de troncs entiers au moyen de tracteurs à pneus étroits.

Le type de site à *Ledum* est plus pauvre en éléments nutritifs; il possède une tourbe fibrique mieux développée et un enchevêtrement de racines qui résiste plus fortement au défoncement par la machinerie que le type à *Alnus* pauvre en plantes herbacées. Ce dernier type a davantage souffert de la récolte classique estivale que le type à *Ledum*. Dans les deux types de stations, l'orniérage est plus développé par la récolte estivale classique. Afin de réduire les dégâts causés aux stations, il a été recommandé d'effectuer la récolte durant l'hiver, sur toute les aires de coupe comprenant une proportion notable de tourbières. Dans cette étude, nous n'avons pas considéré les perturbations occasionnées par les routes et les jetées, qui peuvent représenter de 10 à 15 % de la superficie coupée. On devrait tenir compte de ces facteurs pour une évaluation complète des effets des opérations forestières et pour planifier ces dernières en conséquence.

La coupe sur les marécages ou les fens arborés de bassins, plats ou faiblement inclinés, peut provoquer une forte remontée de la nappe phréatique. La transpiration et l'interception de la forêt sont remplacées par des taux inférieurs d'évaporation de l'eau en surface et de transpiration des plantes basses. La nappe phréatique s'élève donc rapidement et reste élevée pendant quelques années, jusqu'à ce que la végétation se rétablisse et utilise plus d'eau, ce qui provoque le rabattement de la nappe phréatique. Il arrive souvent que les sites endommagés au cours de la récolte se couvrent de quenouilles, de graminées et de carex, ce qui rend le site très difficile à régénérer en essences forestières (Jeglum 1993).

Il est recommandé de ne pas effectuer de traitements intensifs, durant l'été, dans le but d'assurer la régénération des stations humides. Des perturbations excessives risquent de porter atteinte aux lits de germination, de créer des conditions favorisant la concurrence par les graminées et les carex et de favoriser l'érosion et l'envasement qui s'ensuit (Jeglum 1993).

Les jetées localisées sur les terres humides ou nuisant au drainage naturel peuvent dégrader la qualité de l'eau ainsi que l'habitat (Maryland Department of Natural Resources 1992).

Opérations sur les terres mieux drainées entourant les terres humides

La dégradation de la qualité de l'eau par l'érosion et l'écoulement de surface sont des conséquences potentielles de la coupe sur les terres mieux drainées entourant les terres humides. L'accès aux terres mieux drainées et la localisation de jetées dans les marais, fens et bogs pour exploiter les terres mieux drainées, occasionne des passages répétés de la machinerie sur les terres humides. Ces déplacements, parfois inutiles, détruisent la végétation et occasionnent de l'orniérage en été.

En hiver, cette pratique risque d'endommager la végétation et d'occasionner l'accumulation de débris qui seront entraînés lors de la fonte des neiges dans le réseau de drainage des terres humides.

Drainage des terres humides arborées pour la foresterie

On peut s'attendre à un certain nombre de changements notables consécutifs au drainage des tourbières arborées. Ces changements, occasionnés par l'abaissement de la nappe phréatique, comprennent une croissance racinaire plus profonde et une augmentation de la vitesse de décomposition de la tourbe superficielle, accompagnée d'un relâchement d'éléments nutritifs. Par conséquent, l'augmentation de l'accroissement des arbres affecte la végétation inférieure et le milieu de croissance. Les formations végétales typiques des milieux humides évolueraient naturellement vers des formations caractéristiques de stations plus sèches (Heikurainen et Pakarinen 1982).

Forêts Canada et le ministère des Richesses naturelles de l'Ontario participent actuellement à un projet expérimental de drainage dans la région argileuse, près de Cochrane (Ontario). Le projet de drainage du ruisseau Wally a été entrepris en 1984 avec l'application de techniques de creusage de fossés élaborées en Finlande. Le drainage de 375 ha de forêt d'épinettes noires sur milieu humide doit servir de projet pilote pour l'élaboration de normes opérationnelles de drainage et l'évaluation de la faisabilité du drainage à grande échelle dans les tourbières arborées du Canada. Les études effectuées en marge du projet ont porté sur l'accroissement des arbres et des semis en réponse au drainage, sur les coûts des traitements et sur les effets environnementaux (Rosen 1986; Jeglum 1991b).

Voici un exposé sommaire des principales conséquences du drainage sur les tourbières boisées.

Une augmentation significative de la croissance de jeunes épinettes noires a été obtenue suite au drainage d'un marécage à épinettes noires par le Service des forêts de l'Alberta. La croissance en diamètre et en volume a augmenté respectivement par 2,3 et 5,0 fois par rapport à celle des arbres en stations témoins non drainées (Hillman 1991). Au Québec, dans un marécage à mélèzes, cinq ans après le drainage, on a observé une augmentation maximale du diamètre des gaulis de 85 % contre 15 % chez les sujets de parcelles témoins non drainées. Les accroissements en hauteur ont augmenté jusqu'à 64 %, contre 10 % dans le cas des témoins (Trottier 1991a). Ces études et d'autres effectuées en Finlande et aux États-Unis ont démontré une augmentation variable de l'accroissement des arbres due au drainage. La réaction est corrélée aux caractéristiques des stations et à la distance séparant les arbres des fossés de drainage.

L'appauvrissement en éléments nutritifs peut être une conséquence du drainage, du fait de la croissance accélérée des arbres ou de l'abaissement de la nappe phréatique, qui favorise le lessivage des éléments nutritifs par les précipitations. Toutefois, les chercheurs finlandais, qui ont étudié l'accumulation des éléments nutritifs dans la tourbe d'une station forestière, 55 ans après le drainage, n'ont constaté aucun changement marqué de l'équilibre nutritif (Laiho et Laine 1991).

La perturbation du régime naturel de l'écoulement est l'une des préoccupations les plus importantes suscitées par le drainage (Vompersky *et al.* 1992). Au cours d'une étude faisant partie du projet de drainage du ruisseau Wally en Ontario, on a observé une augmentation des crues de fonte et d'orage dans un bassin et sa diminution dans un autre bassin. Dans les

deux bassins, il y a eu augmentation des débits d'étiage estivaux. Les augmentations ou les diminutions du débit ont été corrélées à la nature des bassins hydrographiques et du réseau de fossés. L'étude a conclu que le drainage n'influait pas nécessairement de façon négative le débit des cours d'eau, plus particulièrement lorsque la superficie drainée ne constitue qu'une faible fraction de l'ensemble du bassin hydrographique (Berry 1991a).

Les effets du drainage des terres humides forestières sur la *qualité de l'eau* dépendent du type de terre humide, du matériau parental du sol sous-jacent, des espèces végétales et du climat. En Finlande, les eaux évacuées suite aux travaux de drainage des tourbières arborées transportaient de fortes quantités de matières organiques et minérales en suspension, ainsi que des éléments nutritifs lixiviés. L'augmentation de la concentration des matières en suspension peut être le plus grave de ces effets, et le problème est le plus évident peu après le creusement des fossés (Joensuu 1991). Les chercheurs, dans le cadre du Projet du ruisseau Wally, ont constaté que le drainage augmentait le pH, les concentrations d'ions et l'alcalinité dans les eaux provenant des superficies drainées. Ils ont aussi constaté que la qualité de l'eau, à cinq kilomètres en aval du fossé d'évacuation, n'était pas modifiée de façon notable. Toutefois, l'aire drainée ne couvrait que 7 % du bassin hydrographique et, selon les observateurs, les effets sur la qualité de l'eau auraient pu être significatifs si les travaux avaient été plus étendus (Berry 1991b).

Les effets négatifs subis par certaines formations végétales des terres humides pourraient provenir de pratiques forestières qui augmentent la disponibilité des éléments nutritifs. Des chercheurs de l'Université d'Ottawa, qui étudiaient divers types de terres humides de l'est du Canada, ont constaté que les

terres humides pauvres (volume sur pied faible) étaient plus riches en espèces et beaucoup plus riches en espèces rares que les terres humides fertiles (Moore *et al.* 1989; Wisheu *et al.* 1990). Selon les conditions initiales qui existent dans une terre humide peu fertile, l'eutrophisation pourrait soit augmenter, soit diminuer la diversité des espèces. Toutefois, comme les végétaux rares préfèrent les stations de faible biomasse, l'eutrophisation pourrait être un motif de préoccupation pour la conservation.

Les effets écologiques du drainage des tourbières ont été étudiés pendant plusieurs décennies par les chercheurs de la Finlande. Dans certains cas, on s'est trompé sur la vitesse et le sens de la succession des espèces forestières (Reinikainen 1991). Ce constat souligne la nécessité de mieux connaître les effets écologiques du drainage afin de s'assurer que l'on obtiendra les résultats voulus et que l'on évitera des répercussions imprévues sur l'environnement.

Voies d'accès à la forêt

Les routes qui traversent les terres humides nuisent souvent à leur drainage naturel. On constate fréquemment un ennoisement en amont de la route, ce qui cause la mortalité de la végétation et provoque l'assèchement partiel du secteur en aval de la route. En amont de la route, le terrain peut évoluer vers des formations végétales très ouvertes typiques de bogs ou de marais, ou vers l'accumulation d'eau libre (Jeglum 1989). La perturbation d'un cours d'eau peut influencer à la fois le débit et la direction de l'écoulement, ce qui a pour conséquence d'accroître l'affouillement du lit, l'érosion des berges et les crues (Baker 1991).

La construction de routes sur les sites mieux drainés peut causer l'érosion des sols et la sédimentation sur le site et sur les stations humides avoisinantes. Parmi les causes de ces phénomènes, citons le détournement ou la perturbation de l'écoulement dans le réseau de drainage naturel, les chemins en pentes fortes qui favorisent l'érosion et les déficiences des fossés de drainage des routes (Corner Brook Pulp and Paper Ltd. 1991).

Les routes traversant les terres humides présentent un risque plus faible de provoquer de l'érosion et de la sédimentation que les routes localisées sur les sites mieux drainés. En revanche, elles présentent un risque plus élevé de détourner ou de bloquer l'écoulement du réseau de drainage naturel (Baker 1991). Dans beaucoup de stations humides, la construction de routes peut exiger une préparation très élaborée de l'assise et la prise de diverses mesures pour ne pas perturber le drainage naturel. On peut atténuer l'ampleur de ces mesures et les conséquences sur les terres humides en utilisant des routes d'hiver qui ne requièrent pas la construction d'une assise.

Mesures pour corriger ou atténuer les conséquences des opérations forestières

Les institutions responsables des forêts et les sociétés d'exploitation forestière d'un certain nombre de provinces ont élaboré des mesures pour tenir compte des diverses préoccupations, déjà soulignées, à l'égard des terres humides. Ces mesures comprennent de nouvelles méthodes sylvicoles visant à réduire les perturbations des stations humides, des techniques de construction de routes qui préservent le drainage naturel et préviennent l'érosion ainsi que des méthodes d'aménagement forestier qui intègrent les opérations forestières aux mesures de conservation de la faune. Dans un certain nombre de domaines, la recherche-développement permet



Photo : G. Sheehy

Routes forestières freinant le drainage naturel et provoquant l'enneigement des terrains en amont.

d'améliorer la compatibilité des opérations forestières avec les diverses fonctions des terres humides. Plusieurs exemples sont présentés ci-dessous.

Foresterie adaptée à chaque station – Expérience de l'Ontario

La reconnaissance des dégâts et des problèmes de régénération qui peuvent résulter de l'exploitation forestière classique des tourbières a amené à la mise au point d'une méthode d'exploitation forestière (Rosen 1986) adaptée à chaque type de stations dans la ceinture argileuse (*Clay belt*) de l'Ontario. Cette forme récente d'exploitation forestière, qui fait suite à l'utilisation du cheval puis à celle des débusqueuses sur roues, présente certains aspects importants :

- les *Ententes d'aménagement forestier (EAF)* transfèrent la responsabilité d'assurer la régénération de la forêt, du gouvernement aux compagnies forestières;

- on a mis au point une classification détaillée des stations, appelée *Classification des écosystèmes forestiers (CEF)* (Jones *et al.* 1983);
- on a amélioré les équipements et les pratiques sylvicoles afin d'augmenter le taux de régénération après la coupe à blanc dans les tourbières (Rosen 1986).

Le système des EAF a été inauguré en 1980, lorsqu'Abitibi-Price, à Iroquois Falls, est devenue la première signataire d'une telle entente avec le gouvernement ontarien. En vertu de ces ententes, les sociétés sont responsables des travaux sylvicoles sur leurs concessions visant à assurer une régénération rapide et efficace des terrains déboisés. Faute d'atteindre les objectifs fixés pour la régénération, le signataire d'une entente est passible d'une réduction équivalente de sa possibilité de récolte (Haavisto *et al.* 1988). Une partie des coûts de la régénération est remboursée aux sociétés forestières en fonction de pratiques sylvicoles convenues dans un programme appelé «options de récolte et de régénération». Ces régimes sont élaborés pour des classes particulières de stations, d'après la classification des écosystèmes forestiers (Ecological Services for Planning Ltd. 1987). Cette classification permet d'identifier les types de stations de la zone argileuse ontarienne dont la réaction aux

traitements sylvicoles est prévisible (Haavisto *et al.* 1988). On a ainsi mis au point des critères pour aider les aménagistes à prendre des décisions éclairées au sujet des modes de récolte et des prescriptions sylvicoles. Cette approche réduira les conséquences négatives des opérations forestières. Le personnel de terrain de la zone argileuse est devenu très compétent pour discerner les stations et les classer selon la classification écologique forestière (Rosen 1989).

Une innovation récente de l'exploitation forestière des tourbières de l'Ontario a été l'emploi de pneus ou de chenilles larges pour réduire la pression exercée sur le sol par la machinerie forestière et minimiser, par conséquent, les dégâts dus à l'orniérage. Cette innovation s'est accompagnée d'un emploi accru d'équipements plus gros (débusqueuses et débardeuses) qui peuvent transporter plus d'arbres à la fois, réduisant ainsi le nombre de passages sur le sol.

Ensemble, ces mesures permettent d'atténuer la gravité et l'étendue des dégâts causés aux stations, de protéger la régénération préexistante et d'améliorer les taux de régénération naturelle. Ces modifications de la machinerie, associées à d'autres mesures, constituent le concept d'exploitation forestière soignée (*careful logging*) (Jeglum 1991a) ou de protection de la régénération préexistante (*careful logging around advance growth*) (Jeglum *et al.* 1983; Gingras *et al.* 1991). Ces mesures comprennent, entre autres :



Préparation du site pour la plantation ou l'ensemencement, au moyen d'un bulldozer muni d'une grappe aiguisée. Le travail est effectué en hiver afin de minimiser les perturbations de la station.



Machine servant à l'exploitation forestière et exerçant peu de pression sur le sol : débusqueuse à pneus larges.

- l'utilisation des mêmes sentiers de débusquage par les différentes machines (abatteuse-groupeuse ou abatteuse-ébrancheuse) de façon à épargner la régénération préexistante entre les sentiers;
- l'utilisation de flèches plus longues sur les abatteuses-ébrancheuses afin d'augmenter l'espace entre les sentiers de débusquage;
- l'utilisation de débusqueuses et de débardeuses, et l'application de méthodes qui réduisent au minimum les dégâts causés à la régénération préétablie (Jeglum 1991a).

La préparation du terrain peut améliorer la régénération de l'épinette noire à partir de la semence (bien que l'opération soit susceptible de réduire la régénération préétablie). La faible portance de la tourbe est un problème pour la machinerie durant la période exempte de gel. Ceci a conduit à la mise au point d'une technique de préparation du site utilisant un bulldozer qui tranche la végétation au ras du sol à l'aide d'une lame bien aiguisée. On a recours à cette technique lorsque l'on veut planter des semis ou pratiquer l'ensemencement direct. On l'applique en hiver afin d'éviter l'orniérage et le défonçage du tapis racinaire. On élimine ainsi la végétation concurrente tout en perturbant relativement peu la station, ce qui assure un bon lit de germination à l'épinette noire (Ecological Services for Planning Ltd. 1987; Pelletier 1991).

En limitant à certaines saisons les opérations dans les stations humides, on peut en atténuer les effets néfastes potentiels. La récolte dans les stations humides pendant l'hiver peut réduire l'orniérage et prévenir la formation de mares par l'accumulation d'eau en surface. Les routes d'hiver réduisent souvent la nécessité de construire des ouvrages pour traverser les cours d'eau et suppriment le besoin de remblais pour former l'assise du chemin. On réduit ainsi les risques de modification du drainage naturel et d'érosion aux

passages des cours d'eau. Des mesures adaptées aux différents sites sont présentement développées et appliquées dans l'ensemble du pays.

Consultation des spécialistes

Les préoccupations accrues à l'égard des valeurs forestières, autres que la matière ligneuse, ont incité les compagnies à faire appel aux biologistes lors de la planification des opérations forestières. Ces biologistes peuvent faire partie du personnel permanent ou être engagés comme experts-conseil. Ils agissent normalement comme conseillers au personnel de terrain et aux planificateurs, dans le but d'intégrer dans les plans et opérations d'aménagement forestier, les actions pour valoriser la faune et les autres ressources. Ils peuvent ainsi recommander des mesures de coupe pour maintenir ou améliorer l'habitat faunique, ou encore collaborer avec le personnel de construction des routes, pour mettre au point des techniques de restauration du sol ou d'atténuation de l'érosion et de la sédimentation aux points de traverse des cours d'eau. En collaboration avec les



Assiette de coupe illustrant les résultats des mesures de protection de la régénération préétablie. Les jeunes arbres étaient présents dans la station au moment de la coupe.

planificateurs, le personnel chargé de la construction des routes et celui des opérations forestières, ces biologistes aident à identifier les problèmes et à imaginer les solutions (Smith 1992). Cette approche peut être efficace pour mettre au point des solutions adaptées au site et peu coûteuses dans le but de prévenir et de corriger les problèmes et faire face à des situations imprévues. Parmi les mesures développées, citons :

- l'installation de drains de traverse sous les routes pour dévier l'écoulement d'un fossé vers une zone de sol non perturbé de l'autre côté du chemin;
- la construction de barres pour diriger l'eau vers les drains de traverse;
- la construction de fosses à sédiments pour recevoir l'écoulement de surface (ces étangs seraient intégrés au réseau de fossés pour ralentir l'écoulement de l'eau et favoriser la décantation des matières en suspension);
- la stabilisation des sols facilement érodés au moyen d'une couche de pierres concassées;
- l'emploi de mélanges sélectionnés de semences pour stabiliser les sols exposés à l'érosion.

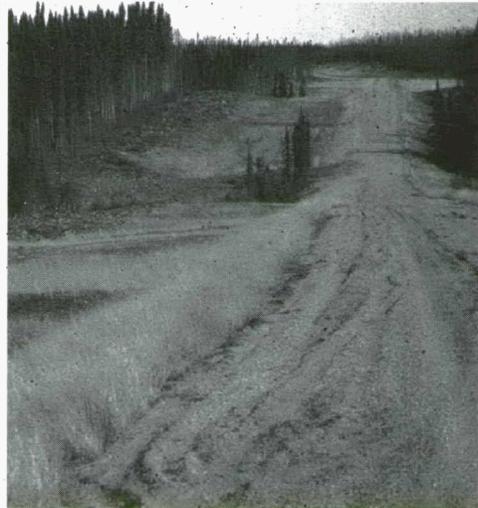


Photo : G. Sheehy

Cette route, construite le long d'une longue pente sur sol exposé à l'érosion, a été stabilisée au moyen de pierres concassées et de graminées ensemencées.

Planification en fonction des habitats fauniques

Dans plusieurs provinces, les entreprises forestières se sont associées aux organismes de protection de la faune et aux organismes non gouvernementaux de conservation pour intégrer à leurs plans d'aménagement forestier les besoins en matière d'habitat faunique. Voici des exemples de projets innovateurs entrepris en ce sens :

- **Le Programme d'aménagement des habitats en milieu forestier** du Nouveau-Brunswick comporte l'évaluation et la validation des liens entre les espèces fauniques et les habitats forestiers. Le but est de définir des objectifs explicites pour atteindre le nombre et la répartition des classes d'habitats forestiers nécessaires pour obtenir les niveaux de population faunique visés dans chacune des dix concessions forestières (Habitat faunique Canada 1992).



Photo : G. Sheehy

Ponceau de métal installé pour acheminer l'eau de drainage sous l'assise de la route. On remarquera la barre construite afin de dévier l'eau vers le ponceau.

- Au Manitoba, le **Projet d'aménagement forestier et faunique** est une entreprise mixte du ministère des Ressources naturelles du Manitoba, d'Abitibi-Price Inc., de REPAP Manitoba, d'Habitat faunique Canada et de Forêts Canada. Ce projet, exécuté sous l'égide de l'Entente de coopération Canada-Manitoba en foresterie et de la Corporation du patrimoine manitobain des habitats, s'adresse aux aménagistes des ressources et vise à développer des guides pour estimer la valeur des habitats fauniques forestiers. Grâce à la sélection d'espèces fauniques indicatrices, on peut construire des modèles pour prédire les changements du nombre et de la qualité des habitats fauniques pour la faune autochtone, conséquemment aux types d'aménagement forestier. En intégrant ces modèles dans un système informatisé d'information géographique, les aménagistes des ressources pourront évaluer diverses options d'aménagement forestier et modifier leurs plans, au besoin (Manitoba Department of Natural Resources *et al.* 1992).
- Le **Programme intégré foresterie/faune** de la Saskatchewan réunit Habitat faunique Canada, Weyerhaeuser Canada Ltd., la Fédération de la faune de la Saskatchewan, des organismes fédéraux et provinciaux ainsi que d'autres organisations. Ce programme quinquennal vise à identifier les espèces fauniques d'importance ainsi qu'à préciser leurs effectifs, à dresser l'inventaire des habitats, à obtenir une analyse informatisée de la qualité des habitats

et à intégrer les objectifs fixés en matière d'habitat aux plans d'exploitation forestière (Habitat faunique Canada 1992).

- Le **Projet Weldwood-Hinton d'aménagement intégré des forêts et de la faune** réunit Weldwood of Canada Ltd. et le ministère des Forêts, des Terres et de la Faune de l'Alberta dans le développement, en collaboration, d'un modèle de prédiction des approvisionnements futurs en bois et en habitats fauniques. Dans le cadre du projet, on examinera, à l'échelle des paysages, les effets à long terme des plans d'aménagement sur l'habitat faunique. On s'en servira pour coordonner les objectifs de l'aménagement intégré et améliorer les modes de gestion du territoire faisant l'objet de l'Entente d'aménagement forestier de la société Weldwood à Hinton (Alberta) (Bonar 1991).
- Au Québec, le Comité **Action aménagement**, établi en 1985, implique la collaboration du ministère du Loisir,

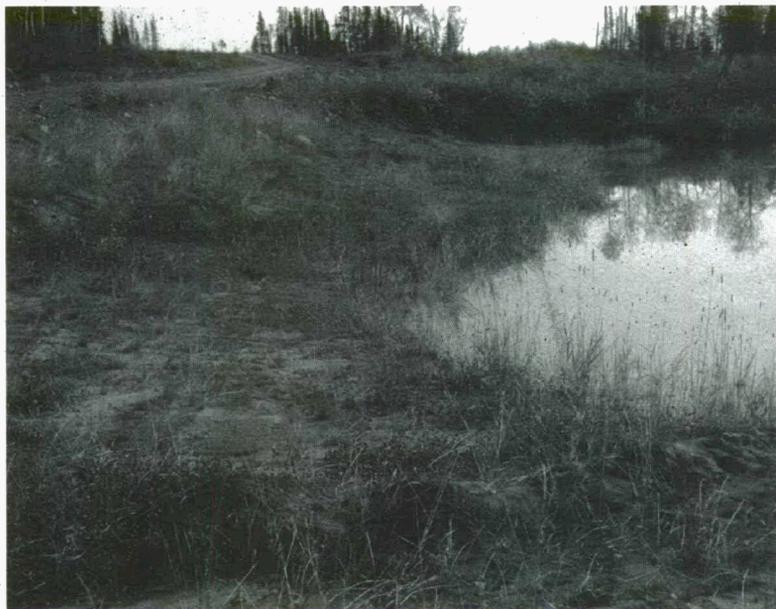


Photo : G. Sheehy

Un étang de décantation permettant de maintenir la qualité de l'eau de ruissellement provenant de la route.

de la Chasse et de la Pêche, le ministère des Forêts et la Fondation de la faune du Québec. L'objectif est le développement d'une stratégie d'aménagement forestier des ravages de chevreuils localisés sur les propriétés de Domtar et sur les terres de la Couronne. Le plan de 70 ans, révisé à tous les cinq ans, décrit les objectifs et les techniques adoptés dans le but de maintenir le potentiel de production de la matière ligneuse et de la faune sur des aires spécifiques (Dorval 1993).

- En Colombie-Britannique, Fletcher Challenge Canada a élaboré le **Projet de cartographie de la capacité de support hivernal du chevreuil de la Côte Ouest**, en collaboration avec les ministères des Forêts et de l'Environnement, des Terres et des Parcs de la Colombie-Britannique. Le projet vise à développer un système

cartographique qui intègre les données biogéoclimatiques, topographiques (pentes et expositions) et de distribution de la neige dans le but de proposer une stratégie détaillée d'utilisation du territoire. L'utilisation d'un système d'information géographique à référence spatiale facilite la superposition des cartes thématiques, le classement des indicateurs et la production d'une carte synthèse de la capacité de support hivernale du chevreuil estimée à partir des données. Ce système cartographique sera utilisé pour établir un calendrier de coupe des forêts matures ayant un haut potentiel pour l'habitat d'hiver du chevreuil (Lindsay 1993).

Ces approches de la gestion intégrée du territoire à l'échelle régionale pourraient servir d'exemple à l'aménagement des terres humides et de leur faune.



Photo: CNAETH (Canada)

Le complexe de terres humides de la rivière Upper Humber est l'une des principales régions productrices de sauvagine à Terre-Neuve.

Collaboration pour la conservation des terres humides

Les compagnies peuvent contribuer significativement à la conservation des terres humides en s'associant avec diverses institutions pour supporter des projets de conservation.

Ainsi, la Corner Brook Pulp and Paper Ltd. s'est associée au ministère de l'Environnement et des Terres de Terre-Neuve et du Labrador et à Canards Illimités Canada, pour protéger et améliorer les habitats du complexe de terres humides du bassin de la **rivière Upper Humber**. Englobées dans l'unité d'aménagement de cette

société papetière, ces terres humides constituent la zone la plus productive de sauvagine de la province. Ce projet fait partie du *Plan conjoint des habitats de l'est du Plan nord-américain de gestion de la sauvagine*. Les participants mettent en application une entente de gestion des terres qui permettra à la province d'établir une réserve faunique dans la région et à la compagnie Corner Brook de s'adonner aux opérations forestières compatibles avec la faune (Soper 1990).

En Nouvelle-Écosse, l'intégration des besoins de la faune aux régimes d'aménagement intensif fait l'objet du **Projet forestier et faunique de la rivière Saint Mary** dans lequel Stora Forest Industries Ltd. et Scott Maritimes Ltd. collaborent avec des organismes fédéraux et provinciaux chargés des ressources naturelles, Habitat faunique Canada et d'autres groupes de conservation. Ce projet comprend la mise au point de techniques pour conserver et améliorer les habitats riverains (Habitat faunique Canada 1992). Parmi les résultats obtenus, citons une



Photo : Stora Forest Industries Ltd.

L'utilisation de ponts portatifs en acier comme méthode de protection des cours d'eau.

vidéo sur la protection des cours d'eau lors des opérations de débardage du bois (Camozzi 1991). La vidéo décrit des mesures innovatrices telles les ponts portables, construits d'acier ou de billes de bois, imaginés par Stora Forest Industries. L'un de ces ponts réutilisables, qui permet de traverser des cours d'eau de moins de trois mètres de largeur, peut être transporté et installé en quelques minutes par un débardeur à grappin qui peut ensuite l'utiliser pour traverser le ruisseau.

La collaboration dans la conservation des terres humides peut se pratiquer à n'importe quelle échelle. Dans un projet modeste mais digne d'être mentionné, Corner Brook Pulp and Paper s'est servi de techniques innovatrices de construction routière pour traverser un ruisseau marécageux, tout en améliorant l'habitat pour la sauvagine. Canards Illimités Canada a aidé à concevoir l'ouvrage permettant de traverser le cours d'eau tandis que Pêches et Océans Canada a identifié les mesures de protection exigées pour l'habitat halieutique. La compagnie a

fourni le personnel et le matériel pour la construction de l'ouvrage qui consiste en un barrage de terre doté d'une passe migratoire en béton. Le personnel de la compagnie a installé des nichoirs pour la sauvagine à la périphérie de la terre humide améliorée.

Protection des milieux aquatiques fragiles

Diverses mesures peuvent minimiser les conséquences négatives des opérations forestières sur les eaux de surface et les habitats aquatiques. Une situation type, qui s'est présentée dans plusieurs provinces du Canada, est la protection de la qualité de l'eau dans les bassins municipaux. Corner Brook (Terre-Neuve) est une de ces villes dont l'eau d'alimentation provient de l'unité d'aménagement forestier de Corner Brook Pulp and Paper. Afin de poursuivre ses opérations forestières dans le bassin hydrographique, cette société a élaboré, de concert avec un certain nombre d'organismes de la province, des lignes directrices pour la récolte du bois dans le bassin du ruisseau Corner Brook (Corner Brook Pulp and Paper Limited 1991). Ce guide décrit une large gamme de mesures d'exploitation visant à maintenir la qualité et le régime d'écoulement. Même si le guide ne s'intéresse pas spécifiquement aux terres humides, la démarche générale et un certain nombre

de mesures spécifiques sont applicables à la conservation des terres humides.

Le guide s'adresse au personnel de terrain de la société ainsi qu'aux travailleurs forestiers. De façon concise, il commence par décrire le régime des

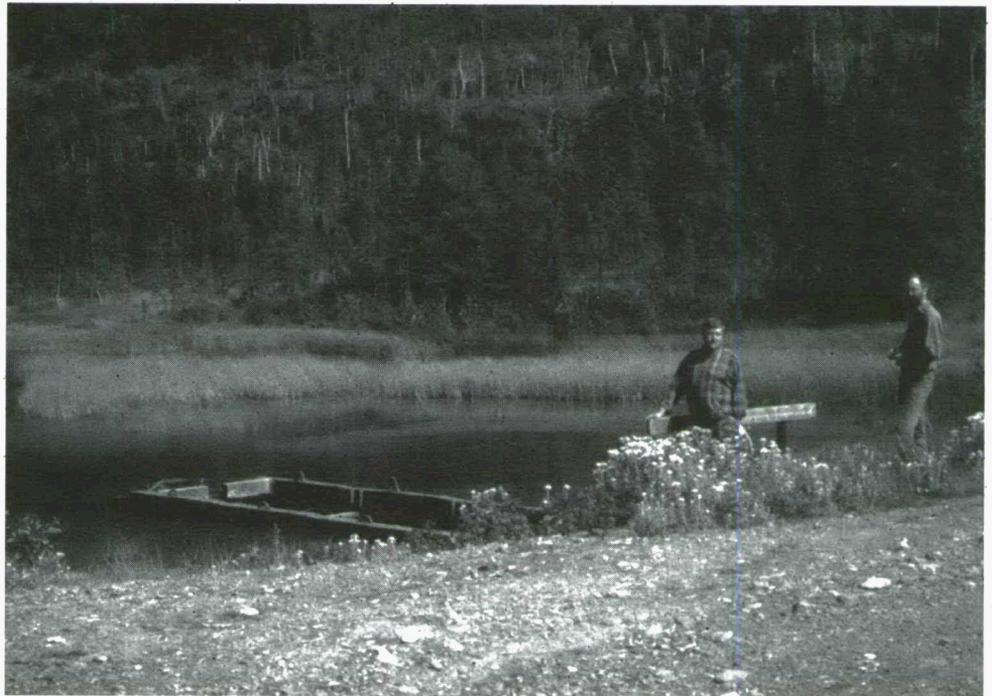


Photo : G. Sheehy

Mesures spéciales de construction d'une route pour traverser un ruisseau marécageux. L'assise de la route est une digue de terre qui permet de relever le niveau de l'eau afin d'améliorer l'habitat pour la sauvagine. On observera la passe migratoire au centre de la photographie.

règlements en vigueur ainsi que les permis exigés pour l'exploitation forestière à l'intérieur du bassin hydrographique. Il décrit ensuite les mesures précises à prendre pour la construction routière, le passage des cours d'eau, les zones tampons, la coupe sur les pentes raides, la manutention et le stockage du carburant et les interventions en cas de déversement accidentel.

Meilleures pratiques d'aménagement – Expérience des États-Unis

Aux États-Unis, le *Clean Water Act* fixe des buts nationaux de qualité de l'eau et identifie diverses pratiques d'aménagement du territoire susceptibles de causer l'érosion et la pollution par les sédiments. Les pratiques identifiées pour le secteur forestier sont la construction de routes, les coupes et la préparation des sites. Pour appliquer la *Loi*, chaque État élabore ce qu'on appelle les «meilleures pratiques d'aménagement» (*Best Management Practices*). Il s'agit de méthodes d'aménagement et de techniques sylvicoles visant à prévenir l'érosion à sa source (Baker 1991). Certains États ont élaboré des normes précises et détaillées ainsi que des procédures applicables aux terres humides, aux passages des cours d'eau, ainsi qu'aux zones riveraines. Ce sujet est abordé dans la section intitulée «Autres guides et manuels».

Le Minnesota, qui possède des forêts boréales et des terres humides semblables à celles que l'on trouve dans certaines régions du centre du Canada, a fait preuve d'innovation. Un manuel intitulé *Water Quality in Forest Management* (U.S. Forest Service *et al.* — non daté) a été élaboré ainsi qu'un mécanisme de vérification indépendant afin d'évaluer le respect, par l'industrie forestière, des exigences des meilleures pratiques d'aménagement (Rossman et Phillips 1991). Ce manuel de poche décrit les mesures générales visant à préserver la qualité de l'eau, telles que les bandes de végétation riveraines qui servent à absorber les sédiments ainsi que les procédures à suivre pour la manutention des carburants et des équipements. Il renferme également des normes précises sur :

- la conception, la construction et l'entretien des routes;
- la planification, la conception et l'exécution des opérations forestières;

- la planification, les prescriptions recommandées et les diverses alternatives à la préparation des sites;
- la sélection, la manutention et l'application des pesticides et la lutte intégrée contre les insectes et maladies;
- la planification et les prescriptions relatives au brûlage ainsi que le suivi.

La procédure de vérification comporte des visites sur place par une équipe d'experts dans divers domaines, recrutés chez les organismes fédéraux de l'État et du Comté, les institutions d'éducation supérieure et les organismes de conservation. Les formulaires de vérification s'inspirent des meilleures pratiques d'aménagement décrites dans le manuel *Water Quality*. Pour chaque pratique applicable aux opérations forestières, l'équipe attribue une cote qui varie de la négligence grossière au dépassement des exigences, à l'aide d'une échelle de 1 à 5.

D'autres États ont aussi produit des guides des meilleures pratiques d'aménagement. Celui du Mississippi intitulé *Mississippi's Best Management Practices for Wetlands* (Baker 1991) s'adresse aux opérations forestières sur les terres basses qui occupent une grande superficie. Le Manuel préparé par le Maryland intitulé *Guide to Forest Harvest Operations and Best Management Practices* (Maryland Department of Natural Resources) renferme des mesures détaillées de protection de l'environnement selon divers degrés de restriction des activités forestières.

Le *National Council of the Paper Industry for Air and Stream Improvement (NCASI)* est un organisme de recherche et agit à titre consultatif pour l'industrie forestière américaine. En 1989, il a mis sur pied un programme de recherche sur l'environnement des terres humides boisées, afin de déterminer comment les entreprises forestières peuvent «aménager les terres humides pour la production de bois, tout en veillant à d'autres fonctions importantes de ces

écosystèmes tels que le maintien de la qualité de l'eau, la régularisation des débits et la protection de la faune» (Ice et Lucier 1990). Le programme comprend trois buts majeurs :

- identifier et caractériser les types importants de terres humides boisées des États-Unis;
- élaborer des méthodes appropriées pour mesurer les fonctions et la valeur des types de terres humides boisées;
- déterminer les effets à court et long termes de l'aménagement des forêts commerciales sur les fonctions et les valeurs des terres humides boisées, afin de faciliter l'identification des meilleures pratiques d'aménagement qui soient économiquement applicables.

Dans un premier temps, le NCASI a organisé un colloque s'adressant aux préoccupations écologiques, aux techniques d'évaluation et aux options applicables à l'aménagement des terres humides. Publiées dans un bulletin technique (NCASI 1990), les communications du colloque traitent de plusieurs questions pertinentes aux interactions entre les terres humides et l'exploitation forestière au Canada.

Drainage des forêts et protection de l'environnement

Les projets de drainage forestier en Finlande intègrent diverses mesures visant à empêcher les apports des matières en suspension dans le réseau hydrographique. Ces mesures comprennent :

- la réduction de la vitesse d'écoulement de l'eau dans les fossés;
- le maintien de bandes de végétation non perturbées pour filtrer l'écoulement de surface, entre l'exutoire des fossés et les cours d'eau récepteurs;
- l'emploi de barrages temporaires durant la construction des fossés;
- le creusage de fossés et d'étangs de décantation, à des endroits stratégiques du réseau de drainage artificiel (Joensuu 1991).

Plusieurs de ces mesures décrites dans un *Manuel du drainage forestier* rédigé par le ministère des Richesses naturelles de l'Ontario (Rosen 1989) ont été appliquées dans le Projet de drainage du ruisseau Wally. Le ministère de l'Énergie et des Ressources du Québec a aussi publié un *Guide sur le drainage sylvicole* afin de minimiser les conséquences du drainage sur le milieu.

Une étude sur le drainage et les opérations forestières en relation avec les habitats fauniques au Michigan (Trettin *et al.* 1991) a mis en évidence l'effet marquant des prescriptions sylvicoles sur les niches écologiques. Les auteurs de l'étude ont conclu que les travaux de drainage offrent la possibilité de maintenir ou améliorer les ressources fauniques des terres humides. La répartition des coupes de façon à augmenter la présence d'habitats de lisière et le maintien des chicots sont des éléments importants de cette stratégie. Les fossés fournissent aussi un habitat aquatique. Le maintien ou l'augmentation de la variété d'espèces exigent la définition d'objectifs spécifiques pour les habitats et leur intégration dans les prescriptions sylvicoles.

Autres guides et manuels

En plus des manuels de procédures déjà décrits, plusieurs publications, dont certaines sont très élaborées, décrivent les mesures de protection de l'environnement en relation avec les opérations forestières sur les terres humides ou près de ces dernières. Certaines sont orientées spécifiquement sur la foresterie des milieux humides (South Carolina Forestry Commission—non daté; North Carolina Department of Environment, Health and Natural Resources 1990; Georgia Forestry Association 1990). D'autres documents s'intéressent aux problèmes environnementaux en lien avec la coupe ou la construction de chemins sur divers types de sites (Racey *et al.* 1989; McCubbin *et al.* 1990; ministère de l'Énergie et des Ressources du Québec 1990;

Newfoundland Department of Forestry and Agriculture et Newfoundland Forest Service, 1992), ou encore aux besoins en matière d'habitats fauniques des terres humides (James 1984 et 1985; ministère des Richesses naturelles de l'Ontario 1988a et 1988b). La plupart des agences concernées par les ressources naturelles ont préparé des manuels ou guides du type déjà décrit.

Au Canada, la plupart des provinces ont développé des normes pour guider les opérations forestières dans la zone riveraine et protéger les habitats pour la faune terrestre et aquatique. Le ministère des Richesses naturelles de l'Ontario a mis sur pied un programme détaillé s'adressant aux interactions entre les terres humides et les pratiques forestières.

Une vidéo, d'une durée de 21 minutes, intitulée *Cutting Near the Edge*, a été produite pour décrire brièvement les préoccupations et les pratiques appropriées d'aménagement forestier sur les terres humides et les zones riveraines. La vidéo présente trois guides qui s'adressent aux aménagistes : *The Code of Practice for Timber Management Operations in Riparian Areas* (ministère des Richesses naturelles de l'Ontario 1991); *Timber Management Guidelines for the Protection of Fish Habitat* (ministère des Richesses naturelles de l'Ontario 1988), et *Environmental Guidelines for Access Roads and Water Crossings* (ministère des Richesses naturelles de l'Ontario 1990).

Les mesures de conservation des terres humides ne doivent pas restreindre indûment les opérations forestières et elles ne sont pas susceptibles d'augmenter de manière significative les coûts de l'industrie. Beaucoup de solutions créatives aux problèmes de conservation sont déjà appliquées au Canada et à l'étranger. L'application élargie des techniques éprouvées contribuera à la conservation de ces habitats vitaux.

Les résultats de la présente étude suggèrent un certain nombre de recommandations pour que l'exploitation forestière soit compatible avec la conservation des fonctions des terres humides.

(1) *Des standards élevés de construction de routes*, assorties de mesures adéquates de drainage et de l'ensemencement des déblais et remblais devraient être la norme. Quelle que soit la classe de chemin, les conséquences sur l'environnement du franchissement d'un cours d'eau constituant un habitat aquatique précieux sont équivalents (ministère des Richesses naturelles de l'Ontario 1990). Similairement, l'impact global d'une route est affecté par les mesures appliquées à tous les franchissements de cours d'eau; les mesures de protection de l'environnement étant exigées, quelle que soit la dimension du cours d'eau.

(2) *Les systèmes de classification des stations forestières* des terres humides sont particulièrement importants. Les classifications forestières actuelles ne couvrent souvent qu'une partie des stations en milieu humide. Ces classifications devraient s'étendre à l'ensemble du territoire et couvrir les terres humides ouvertes et boisées non commerciales. Les organismes fédéraux et provinciaux devraient élaborer ces classifications avec le concours des opérateurs forestiers, des biologistes et des spécialistes des interrelations entre la forêt et les caractéristiques de la station. Les classifications doivent être étayées par des inventaires de la flore et de la faune de ces milieux. Ceci favori-

sera l'élaboration de traitements sylvicoles spécifiques et de mesures appropriées de protection des terres humides.

(3) *Les opérations de coupe devraient être planifiées avec soin*, en s'appuyant sur des connaissances fiables des types de stations. La connaissance de la répartition des types de stations permet aux planificateurs de préparer, en conséquence, des calendriers de coupe visant à minimiser les dommages au site.

(4) *La coupe hivernale* est une méthode éprouvée qui devrait être utilisée lorsque nécessaire, pour minimiser les dommages au site. En circulant sur les surfaces gelées ou protégées par une couverture de neige, on évite l'orniérage et le tassement du sol, et on réduit également les dommages infligés à la régénération préétablie (Jeglum *et al.* 1983; Groot 1987; Groot 1992). Les routes d'hiver réduisent le potentiel de perturbation du sol et du drainage naturel ainsi que le taux d'érosion aux passages des cours d'eau. Cependant, l'adoption, par l'industrie forestière, de machines exerçant une faible pression sur le sol permet d'accéder davantage aux zones les plus humides durant les périodes sans gel. Ceci peut engendrer des dommages plus grands aux stations (Groot 1992). Lorsqu'il est impossible d'éviter les travaux en période estivale, il est très utile de posséder des renseignements propres aux stations afin de sélectionner les moins fragiles. On devrait également utiliser des équipements exerçant peu de pression sur le sol lorsque les opérations estivales sont requises.

(5) Le personnel qui, dans l'industrie, est chargé de la planification et de la supervision des opérations forestières, devrait être *informé* des différentes valeurs des terres humides, afin d'en tenir compte dans la délimitation et la localisation des assiettes de coupe. Les organismes gouvernementaux, les organisations non gouvernementales de même que l'industrie devraient participer à cet effort d'éducation.

Conclusion

(6) Les *opérateurs d'équipements* devraient posséder une *formation* suffisante pour reconnaître les stations fragiles et éviter les pratiques nuisibles (Groot 1987). Un bon opérateur fait plus pour la conservation du milieu que l'utilisation d'équipements adaptés, mais opérés avec négligence (Groot 1992).

(7) *L'industrie forestière devrait faire appel à des experts* afin de bien tenir compte des fonctions des terres humides dans la planification et l'exécution des opérations forestières. Plusieurs compagnies font appel à des biologistes. Il serait souhaitable que ces spécialistes s'échangent des renseignements et collaborent à la recherche, dans le but d'améliorer les méthodes de conservation des milieux humides.

(8) Les *projets mixtes de conservation des habitats*, comme celui de Plan conjoint des habitats de l'Est de l'Upper Humber et du Projet forestier et faunique de la rivière Saint Mary, devraient être multipliés. Ils offrent aux compagnies, aux agences gouvernementales et aux groupes de conservation d'excellentes occasions de mettre leurs ressources en commun. Le Plan nord-américain de gestion de la sauvagine constitue un moyen de chapeauter le développement de nouveaux projets innovateurs. L'objectif de ce plan ambitieux est de restaurer, à la grandeur du continent, les populations de la sauvagine. L'aménagement rationnel des terrains forestiers fait partie intégrante de la réussite du plan et, à cette fin, la contribution de l'industrie forestière est importante.

(9) La *recherche-développement* sur la machinerie exerçant une faible pression sur le sol et sur les modes de coupe, comme celle effectuée par l'Institut canadien de génie forestier (Mellgren et Heidersdorf 1984; Gingras *et al.* 1991) doit se poursuivre.

Les mesures de conservation des terres humides ne doivent pas restreindre indûment les opérations forestières et elles ne sont pas susceptibles d'augmenter de manière significative les coûts de l'industrie. Beaucoup de solutions créatives aux problèmes de conservation sont déjà appliquées au Canada et à l'étranger. L'application élargie des techniques éprouvées contribuera à la conservation de ces habitats vitaux.

(10) Les *codes de pratique et les normes d'aménagement forestier* devraient inclure des éléments adaptés à chaque région pour assurer la conservation des terres humides.

(11) La conception *des zones tampons et des bandes riveraines de filtration* exige une profonde réflexion. On devrait tenir compte des caractéristiques de chaque station plutôt que d'appliquer des normes similaires à de vastes régions. La mortalité des arbres et le chablis dans les zones tampons représentent un problème potentiel pour la stabilité des berges et la qualité de l'eau. Il peut être préférable de décider sur place, en fonction des caractéristiques du site, des dimensions des zones tampons. La décision doit être basée prioritairement sur les besoins pour valoriser les ressources aquatiques et terrestres (Garland 1987). L'analyse de l'habitat à l'échelle du paysage et l'aménagement intégré de la matière ligneuse et de la faune, tels qu'ils sont pratiqués dans le Programme d'aménagement des habitats des terrains forestiers du Nouveau-Brunswick ou dans le Projet d'aménagement forestier et faunique du

Manitoba, feront davantage pour la conservation des terres humides et de la faune que le maintien de bandes uniformes de végétation le long des rives.

(12) Il faudrait entreprendre *l'évaluation environnementale de certains projets de drainage sylvicole* afin d'en identifier les conséquences possibles et de proposer les mesures de mitigation appropriées (Rosen 1989; Jeglum 1991b). L'application de mesures générales risque d'être moins efficace pour réduire les effets du drainage que l'utilisation de moyens spécifiques

adaptés à chaque site. En limitant la superficie totale drainée à l'intérieur d'un bassin hydrographique, on pourrait également réduire le risque d'impact sur la qualité de l'eau (Berry 1991b). Les aménagistes devraient prendre des précautions, particulièrement vis-à-vis l'application d'engrais sur les stations drainées. Il faudrait éviter l'eutrophisation des terres humides dans les cas où les associations végétales sont susceptibles d'en souffrir (Wisheu *et al.* 1990).

Association canadienne de la tourbe de sphaigne. 1990. *Politique de conservation et de réaménagement*. St. Albert (Alberta).

Association canadienne des pâtes et papiers. 1992. *Énoncé sur la foresterie. Les terres humides*. L'un des énoncés sur la gestion des forêts au Canada préparés par l'Association canadienne des pâtes et papiers au nom de l'industrie canadienne des pâtes et papiers. Montréal (Québec).

Baker, E. 1991. *Mississippi's Best Management Practices for Wetlands*. Mississippi Forestry Commission. Jackson (Mississippi).

Berry, G.J. 1991a. *Hydrology of Drained and Undrained Black Spruce Peatlands: Streamflow and Hydrologic Balance*. Forestry Canada, Ontario Region. Canada-Ontario Forest Resources Development Agreement. Rapport n° 3317. Sault Ste-Marie (Ontario).

Berry, G.J. 1991b. *Surface-water quality of drained and undrained black spruce peatlands*. Dans Compte rendu, Symposium '89, Peat and Peatlands, Diversification and Innovation. Edité par J.K. Jøglum et R.P. Overend. Volume 1 — Peatland Forestry. The Canadian Society for Peat and Peatlands. Québec (Québec).

Bonar, R.L. 1991. *The Weldwood Hinton Timber-Wildlife Integrated Management Project*. Dans Compte rendu, WILDFOR '91, Wildlife and Forestry: Towards a working partnership. Le 7-10 octobre 1991. Jasper (Alberta). Canadian Society of Environmental Biologists et l'Association canadienne des pâtes et papiers. Montréal (Québec).

Bond, W.K., K.W. Cox, T. Heberlein, E.W. Manning, D.R. Witty et D.A. Young. 1992. *Guide d'évaluation des terres humides : rapport final du projet «Les terres humides ne sont pas des terres de désolation»*. Communication n° 1992-1 de la Série de communications des terres humides durables. Conseil nord-américain de conservation des terres humides (Canada). Ottawa (Ontario).

Camozzi, A. 1991. *St. Mary's River Forestry-Wildlife Project. Stream Protection and Forwarder Operations*. Vidéo. Seabright Video Productions. Antigonish (Nouvelle-Écosse).

Champion International Corporation. 1989. *Escambia River Management Guidelines*. Rapport final, Escambia River Study Team. Cantonment (Floride).

Corner Brook Pulp and Paper Limited. 1991. *Corner Brook Watershed Harvesting Guidelines*. Corner Brook (Terre-Neuve).

deGroot, R.S. 1988. *Environmental Function: An Analytical Framework for Integrating Environmental and Economic Assessment*. Présentation, Workshop on Integrating Environmental and Economic Assessment: Analytical and Negotiating Approaches. Canadian Environmental Assessment Research Council. Vancouver (Colombie-Britannique).

Dorval, H. 1993. Communication personnelle avec Hélène Dorval, Chef — techniques forestières et environnementales, Domtar Inc. Le 21 mai 1993.

Ecological Services for Planning Ltd. 1987. *Harvesting and Regeneration Option Photo Guide*. Guelph (Ontario).

Environnement Canada. 1986. *Terres humides du Canada - une ressource à conserver*. Direction générale des terres. Environnement Canada. Feuillet n° 86-4. Ottawa (Ontario).

Environnement Canada et United States Department of the Interior. 1986. *Le Plan nord-américain de gestion de la sauvagine - une stratégie pour la coopération*. Ottawa (Ontario) et Washington (D.C.).

Filion, F.L. 1988. *Managing for Sustainable Development: The Strategic Role of Economic and Social Aspects of Wildlife*. Dans Compte rendu, Deuxième International Wildlife Symposium. The Wildlife Society of Mexico. Mexico (Mexique).

Références

Garland, J.J. 1987. *Aspects of practical management in the streamside zone*. Dans Streamside Management: Forestry and Fishery Interactions. Edité par E.O. Salo et T.W. Cundy. College of Forest Resources, University of Washington. Contribution n° 57. Seattle (Washington).

Georgia Forestry Association. 1990. *Best Management Practices for Forested Wetlands in Georgia*. Wetlands Committee, Georgia Forestry Association. Macon (Georgia).

Gillespie, D.I., H. Boyd, et P. Logan. 1991. *Des zones humides pour la planète : Sites Ramsar du Canada*. La Convention Ramsar sur les milieux humides d'importance internationale spécialement pour la sauvagine. Service canadien de la faune, Environnement Canada. Ottawa (Ontario).

Gingras, J.-F., D. Cormier, J.C. Ruel et D. Pin. 1991. *Comparative Study of the Impact of Three Skidding Methods on Advance Regeneration*. Forest Engineering Research Institute of Canada, Technical Note TN-163. Pointe-Claire (Québec).

Gouvernement du Canada. 1991. *La Politique fédérale sur la conservation des terres humides*. Ottawa (Ontario).

Groot, A. 1987. *Silvicultural Consequences of Forest Harvesting on Peatlands: Site Damage and Slash Conditions*. Great Lakes Forestry Centre, Service canadien des forêts. Rapport d'information n° O-X-384. Sault Ste-Marie (Ontario).

30 Groot, A. 1992. Communication personnelle avec Dr. Art Groot, Forêts Canada, Great Lakes Forestry Centre, Sault Ste-Marie (Ontario). Le 30 septembre 1992.

Groupe de travail national sur les terres humides. 1986. *Canada — les terres humides*. Atlas national du Canada, Cartes. Énergie, Mines et Ressources Canada et Environnement Canada. Ottawa (Ontario).

Groupe de travail national sur les terres humides. 1988. *Terres humides du Canada*. Série de la classification écologique du territoire, n° 24. Direction du développement durable Environnement Canada, Ottawa (Ontario) et Polyscience Publications Inc., Montréal (Québec).

Haavisto, V.F. et J.K. Jeglum. 1991. *Peatland potentially available for forestry in Canada*. Dans Compte rendu, Symposium '89, Peat and Peatlands, Diversification and Innovation. Volume 1 — Peatland Forestry. Edité par J.K. Jeglum et R.P. Overend. The Canadian Society for Peat and Peatlands. Québec (Québec).

Haavisto, V.F., J.K. Jeglum et A. Groot. 1988. *Management practices — black spruce ecosystem*. Dans The Ecology and Management of Wetlands, Volume 2: Management, Use and Value of Wetlands. Edité par D.D. Hook *et al.* Croom Helm, Sidney and London, Timber Press. Portland (Oregon).

Habitat faunique Canada. 1992. *Wildlife Habitat Canada 1991-1992 Annual Report*. Ottawa (Ontario).

Hänell, B. 1991. *Peatland forestry in Sweden*. Dans Compte rendu Symposium '89, Peat and Peatlands, Diversification and Innovation. Volume 1 — Peatland Forestry. Edité par J.K. Jeglum et R.P. Overend. The Canadian Society for Peat and Peatlands. Québec (Québec).

Heikurainen, L. et P. Pakarinen. 1982. *Mire Vegetation and Site Types*. Dans *Peatlands and their Utilization in Finland*. Finnish Peatland Society. Helsinki (Finland).

Hillman, G.R. 1991. *The Canada-Alberta Wetlands Drainage and Improvement Program for Forestry: An Update*. Dans Compte rendu, Symposium '89, Peat and Peatlands, Diversification and Innovation. Volume 1 — Peatland Forestry. Edité par J.K. Jeglum et R.P. Overend. The Canadian Society for Peat and Peatlands. Québec (Québec).

Ice, G.G. et A.A. Lucier. 1990. *The NCASI Forested Wetlands Environmental Research Program*. Dans National Council of the Paper Industry for Air and Stream Improvement, Inc. Best Management Practices for Forest Wetlands: Concerns, Assessment, Regulation and Research. NCASI Technical Bulletin n° 583. New York (New York).

James, R.D. 1984. *Habitat Management Guidelines for Cavity-nesting Birds in Ontario*. Ontario Ministry of Natural Resources, Wildlife Branch. Toronto (Ontario).

James, R.D. 1985. *Habitat Management Guidelines for Birds of Ontario Wetlands, Including Marshes, Swamps and Fens or Bogs of Various Types*. Ontario Ministry of Natural Resources, Wildlife Branch. Toronto (Ontario).

Jeglum, J.K. 1989. Vegetation-habitat changes caused by damming a peatland drainageway in northern Ontario. *The Canadian Field-Naturalist* 89(4): 400-412.

Jeglum, J.K. 1991a. *Peatland forestry in Canada: An overview*. Dans Compte rendu, Seminar on Biomass Production and Element Fluxes in Forested Peatland Ecosystems. Edité par B. Hånell. Le 7-13 septembre 1990. Swedish University of Agricultural Sciences, Department of Forest Site Research. Umea (Sweden).

Jeglum, J.K. 1991b. *The Wally Creek Area Forest Drainage Project in Ontario's Clay Belt: Progress Report*. Dans Compte rendu, Symposium '89, Peat and Peatlands, Diversification and Innovation. Volume 1 — Peatland Forestry. Edité par J.K. Jeglum et R.P. Overend. The Canadian Society for Peat and Peatlands. Québec (Québec).

Jeglum, J.K. 1993. Communication personnelle avec Dr. John Jeglum, Forêts Canada, Great Lakes Forestry Centre, Sault Ste-Marie (Ontario). Le 12 janvier 1993.

Jeglum, J.K., J.F. Haavisto et A. Groot. 1983. *Peatland forestry in Ontario: An overview*. Dans Compte rendu, Symposium '82, Peat and Peatlands. Edité par Sheppard, J.D., J. Musial et T.E. Tibbetts. Le 12-15 septembre 1982. Gouvernement du Canada, Gouvernement du Nouveau Brunswick, Economic Expansion Commission of the Peninsula Inc., et Canadian National Committee, International Peat Society. Shippagan (Nouveau Brunswick).

Joensuu, S. 1991. *Protection of water-courses from peatlands utilized for forestry: sedimentation ponds*. Dans Compte rendu, Seminar on Biomass Production and Element Fluxes in Forested Peatland Ecosystems. Edité par B. Hånell. Le 7-13 septembre 1990. Swedish University of Agricultural Sciences, Department of Forest Site Research, Umea (Sweden).

Jones, R.K., G. Pierpoint, G.M. Wickware, J.K. Jeglum, R.W. Arnup, et J.M. Bowles. 1983. *Field Guide to Forest Ecosystem Classification for the Clay Belt, Site Region 3e*. Ministère des Richesses naturelles de l'Ontario. Maple (Ontario).

Keddy, P.A. 1990. *Water level fluctuations and wetland conservation*. Dans Compte rendu, International Symposium on Wetlands of the Great Lakes: Protection and Restoration Policies — Status of the Science. Edité par J. Kusler et R. Smardon. Le 16-18 mai 1990. Niagara Falls (New York).

Laiho, R. et J. Laine. 1991. *Post-drainage nutrient stores in peat*. Dans Compte rendu, Seminar on Biomass Production and Element Fluxes in Forested Peatland Ecosystems. Edité par B. Hånell. Le 7-13 septembre 1990. Swedish University of Agricultural Sciences, Department of Forest Site Research. Umea (Sweden).

Lindsay, D. 1993. Communication personnelle avec Dave Lindsay, biologiste, Integrated Resource Analysis Section, Fletcher Challenge Canada Limited, Crofton (Colombie-Britannique). Le 21 mai 1993.

Lynch-Stewart, P., C.D.A. Rubec, K.W. Cox, et J.H. Patterson. 1993. *Un processus en pleine évolution : les politiques sur la conservation des terres humides au Canada*. Conseil nord-américain de conservation des terres humides (Canada). Rapport n° 93-1. Ottawa (Ontario).

Manitoba Department of Natural Resources, Abitibi Price Inc., REPAP Manitoba, Habitat faunique Canada, Forêts Canada et Manitoba Habitat Heritage Corporation. 1992. *Forests and Wildlife: A Sustaining Partnership*. Feuillet sur le Manitoba Forestry/Wildlife Management Project. Winnipeg (Manitoba).

Maryland Department of Natural Resources. 1992. *Maryland's Guide to Forest Harvest Operations and Best Management Practices*. Resource Conservation Service, Forestry Division, Maryland Department of Natural Resources. Annapolis (Maryland).

McCubbin, R.N., A.B. Case, D.A. Rowe et D.A. Scruton. 1990. *Resource Road Construction: Fish Habitat Protection Guidelines*. Pêches et Océans Canada. St-Jean (Terre-Neuve).

Mellgren, P.G. et E. Heidersdorf. 1984. *The Use of High Flotation Tires for Skidding in Wet and/or Steep Terrain*. Forest Engineering Research Institute of Canada. Rapport technique n° TR-57. Pointe-Claire (Québec).

Ministère des Richesses naturelles de l'Ontario. 1988a. *Timber Management Guidelines for the Protection of Fish Habitat*. Direction de la pêche. Toronto (Ontario).

Ministère des Richesses naturelles de l'Ontario. 1988b. *Timber Management Guidelines for the Provision of Moose Habitat*. Direction de la faune. Toronto (Ontario).

Ministère des Richesses naturelles de l'Ontario. 1990. *Environmental Guidelines for Access Roads and Water Crossings*. Toronto (Ontario).

Ministère des Richesses naturelles de l'Ontario. 1991. *Code of Practice for Timber Management Operations in Riparian Areas*. Toronto (Ontario).

Ministère de l'Énergie et des Ressources du Québec. 1989. *Guide sur le drainage sylvicole*. Québec (Québec).

Ministère de l'Énergie et des Ressources du Québec. 1990. *Modèles de l'aménagement des forêts — un guide*. Québec (Québec).

Moore, D.R.J., P.A. Keddy, C.L. Gaudet et I.C. Wisheu. 1989. Conservation of wetlands: do infertile wetlands deserve a higher priority? *Biological Conservation*, Vol. 47.

National Council of the Paper Industry for Air and Stream Improvement, Inc. 1990. *Best Management Practices for Forest Wetlands: Concerns, Assessment, Regulation and Research*. NCASI Technical Bulletin n° 583. New York (New York).

Newfoundland Department of Forestry and Agriculture, et Newfoundland Forest Service. 1992. *Environmental Protection Guidelines for Timber Management*. St-Jean (Terre-Neuve).

North American Waterfowl Management Plan Committee. 1989. *North American Waterfowl Management Plan: 1989 Annual Report*. Environnement Canada, Ottawa et U.S Department of the Interior, Washington (D.C.).

North Carolina Department of Environment, Health and Natural Resources. 1990. *Best Management Practices for Forestry in the Wetlands of North Carolina*. Raleigh (North Carolina).

Nova Scotia Department of Lands and Forests. Non daté. *Forest/Wildlife Guidelines and Standards for Nova Scotia*. Kentville (Nouvelle-Écosse).

Pelletier, F. (éd.). 1991. *Les Enseignements; Forum Environnement — Machinerie Lourde*. Le 6-8 mars 1991. Ministère des Forêts du Québec. Québec (Québec).

Racey, G.D., T.S. Whitfield et R.A. Sims. 1989. *Northwestern Ontario forest ecosystem interpretations*. Ministère des Richesses naturelles de l'Ontario, District Nord-ouest. Rapport technique n° 46. Toronto (Ontario).

Reinikainen, A. 1991. *The peatland ecosystem in change*. Dans Compte rendu, Seminar on Biomass Production and Element Fluxes in Forested Peatland Ecosystems. Edité par B. Hånell. Le 7-13 septembre 1990. Swedish University of Agricultural Sciences, Department of Forest Site Research. Umea (Sweden).

Rosen, M.R. 1986. *Peatland Forestry in Ontario*. Ministère des Richesses naturelles de l'Ontario, Bureau du district de Cochrane. Cochrane (Ontario).

Rosen, M.R. 1989. *Forest Drainage Manual*. Ministère des Richesses naturelles de l'Ontario. Science and Technology Series, Volume 3. Toronto (Ontario).

Rossman, R. et M.J. Phillips. 1991. *Minnesota Forestry Best Management Practices Implementation Monitoring: 1991 Pilot — Forestry Field Audit, Final Report*. Minnesota Department of Natural Resources, Division of Forestry. St. Paul (Minnesota).

Smith, C. 1992. Communication personnelle avec Chris Smith, REPAP Manitoba, The Pas (Manitoba). Septembre 1992.

Soper, L.R. 1990. *Pre-Development Assessment: Upper Humber Eastern Habitat Joint Venture Project*. Newfoundland and Labrador Department of Environment and Lands, Wildlife Division. Pasadena (Terre-Neuve).

South Carolina Forestry Commission. Undated. *Best Management Practices for South Carolina's Forest Wetlands*. Charleston (South Carolina).

Trettin, C.C., R.D. Misiak et J.R. Johnson. 1991. *Effects of prescription forest drainage on tree growth and wildlife in northern Michigan*. Dans Compte rendu, Symposium '89, Peat and Peatlands, Diversification and Innovation. Volume 1 — Peatland Forestry. Edité par J.K. Jeglum et R.P. Overend. The Canadian Society for Peat and Peatlands. Québec (Québec).

Trottier, F. 1991a. *Prescriptions and programs for forest drainage in Quebec*. Dans Compte rendu, Symposium '89, Peat and Peatlands, Diversification and Innovation. Volume 1 — Peatland Forestry. Edité par J.K. Jeglum et R.P. Overend. The Canadian Society for Peat and Peatlands. Québec (Québec).

Trottier, F. 1991b. *Drainage wooded peatlands: expected growth gains*. Dans Compte rendu, Symposium '89, Peat and Peatlands, Diversification and Innovation. Volume 1 — Peatland Forestry. Edité par J.K. Jeglum et R.P. Overend. The Canadian Society for Peat and Peatlands. Québec (Québec).

United States Forest Service et al. Sans date. *Water Quality in Forest Management: Best Management Practices in Minnesota*. Minnesota Pollution Control Agency and Minnesota Department of Natural Resources, Division of Forestry. St. Paul (Minnesota).

Vompersky, S.E., N.A. Nazarov et A.A. Sirin. 1992. The effect of forest drainage on river runoff. Dans *Peatland Ecosystems and Man: An Impact Assessment*. Edité par O.M. Bragg, P.D. Hulme, H.A.P. Ingram et R.A. Robertson. Department of Biological Sciences, University of Dundee. Dundee (Écosse).

Wisheu, I.C., P.A. Keddy, D.R.J. Moore, S.J. McCanny, et C.L. Gaudet. 1990. *Effects of eutrophication on wetland vegetation*. Dans Compte rendu, International Symposium on Wetlands of the Great Lakes: Protection and Restoration Policies, Le 16-18 mai 1990. Edité par J. Kusler et R. Smardon. Niagara Falls (New York).

Série de communications sur les terres humides durables

Communication n° 1992-1. *Guide d'évaluation des terres humides. Rapport final du projet les terres humides ne sont pas des terres de désolation.* Par W.K. Bond, K.W. Cox, T. Heberlein, E.W. Manning, D.R. Witty, et D.A. Young. Publié en partenariat avec Habitat faunique Canada et le Service canadien de la faune, Environnement Canada. 139 p.

Communication n° 1992-2. *Aucune perte nette : mise en oeuvre d'objectifs «aucune perte nette» pour la conservation des terres humides au Canada.* Par P. Lynch-Stewart. Publié en partenariat avec le Service canadien de la faune, Environnement Canada. 44 p.

Communication n° 1992-3. *L'extraction de la tourbe et l'environnement au Canada.* Par D. Keys. Publié en partenariat avec l'Entente de coopération Canada-Nouveau-Brunswick sur l'exploitation minérale et l'Association canadienne de la tourbe de sphaigne. 29 p.

Communication n° 1992-4. *Ce n'est pas un cadeau : les terres écosensibles et la fiscalité.* Par M. Denhez. Publié en partenariat avec la Table ronde nationale sur l'environnement et l'économie. 61 p.

Communication n° 1993-1. *Les terres humides : un hymne à la vie. Rapport final du Groupe de travail canadien sur la conservation des terres humides.* Par K.W. Cox. Publié en partenariat avec la Table ronde nationale sur l'environnement et l'économie. 73 p.