

UNE ORIENTATION POUR LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE SUR LES TERRES HUMIDES AU CANADA



**WETLANDS
RESEARCH
CENTRE**

University of Waterloo



Environnement
Canada

Environment
Canada



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

© 1992
Waterloo, Ontario, Canada

Le présent document a été produit avec la collaboration des organismes suivants :

- Direction des eaux intérieures Environnement Canada, Région de l'Atlantique
- Service canadien de la faune, Environnement Canada, bureau principal
- Conseil nord-américain de conservation des terres humides (Canada)
- ESSA, Environmental and Social Systems Analysis Ltd.
- The Wetlands Research Centre, University of Waterloo.

On peut obtenir exemplaires du présent compte rendu en s'adressant au :

Wetlands Research Centre,
Faculty of Environmental Studies
Environmental Studies Building 1
University of Waterloo
Waterloo, Ontario, Canada
N2L 3G1

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



UNE ORIENTATION POUR LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE SUR LES TERRES HUMIDES AU CANADA

par

Christopher H.R. Wedeles
J. Donald Meisner
Michael J. Rose

PRÉFACE

De nombreux organismes du Canada examinent actuellement la façon dont ils étudient et gèrent les terres humides. Pour leur faciliter la tâche, un atelier sur les questions relatives à l'hydrogéochimie et aux habitats des terres humides a été tenu au Centre canadien des eaux intérieures à Burlington (Ontario) du 19 au 21 mars 1991. L'événement a réuni les gestionnaires des terres humides et les scientifiques intéressés afin d'analyser les derniers progrès de la science au chapitre des terres humides et de cerner les besoins en matière de recherche et d'information auxquels les Canadiens doivent répondre dans les années à venir. L'atelier consistait en une série de présentations structurées faites par des scientifiques, suivies d'ateliers où les participants ont collaboré à la détermination des besoins en recherche et en information ainsi qu'à la formulation de recommandations.

L'objet du présent document est de présenter le compte rendu des 62 besoins en recherche et en information des sciences relatives aux terres humides, que l'on a déterminés au cours de cet atelier. Ce document est une version condensée du rapport intitulé *Research and Information Needs for Canadian Wetlands* (Environnement Canada 1991).

AVANT-PROPOS

Les organisateurs de l'atelier visaient quatre objectifs. Le premier consistait à informer les scientifiques et les spécialistes ainsi que les gestionnaires sur les besoins les plus pressants en matière de recherche et de surveillance des terres humides auxquels doit répondre le Canada de nos jours. Le second objectif était de résumer, à l'intention des scientifiques, les informations les plus récentes ayant trait à divers aspects des sciences traitant des terres humides. Troisièmement, on cherchait à élaborer une série de recommandations issues de l'éventail de compétences et d'idées des participants en vue d'orienter les études en cours ou futures. Finalement, l'atelier devait produire des recommandations axées sur diverses initiatives organisationnelles pour faciliter le processus ardu de l'acquisition de connaissances sur les terres humides.

La plupart de ces objectifs ont été atteints grâce aux efforts considérables et à la grande souplesse des participants et des animateurs de l'atelier (ESSA Environmental and Social Systems Analysis Ltd.). Le présent rapport repose sur leur discernement et leurs idées.

La tenue de cet atelier aurait été impossible sans le concours d'un certain nombre de groupes. Parmi ceux-ci, mentionnons plusieurs organismes relevant d'Environnement Canada :

- Direction générale des eaux intérieures, Région de l'Atlantique (S. Fenety);
- Direction générale des eaux intérieures, bureau principal (R. Hélie);
- Institut national de recherches en hydrologie, Institut national de recherche sur les eaux (R. Daley et D. Milne);
- Direction générale des eaux intérieures, coordonnateur des questions scientifiques relatives au TADPA (transport à distance des polluants atmosphériques) (D. Jeffries);
- Service d'intégration environnementale et Service de la recherche sur la qualité de l'air et l'environnement, Service de l'environnement atmosphérique (T. Brydges, H. Martin et A. MacMillan);
- Service canadien de la faune, bureau principal (G. Lee);

- coordonnateur du Projet de recherche sur les terres humides du nord (W. Glooschenko).

Le comité organisateur était composé de T. Clair (président), W. Glooschenko, R. Lawford, W. Nicholaichuk et C. Rubec, qui remercient tous les participants de leur énergie et de leur enthousiasme tout au long de l'atelier. Nous voulons également exprimer notre reconnaissance au *Conseil nord-américain de conservation des terres humides* (Canada), pour sa collaboration à la rédaction, à la production et à la diffusion du présent document en vue d'assurer la transmission à l'échelle nationale des informations qu'il contient.

L'une des stratégies principales de la *Politique fédérale sur la conservation des terres humides*, publiée par le ministère de l'Environnement en mars 1992, consiste en l'établissement d'une assise solide pour la recherche et la science ayant trait aux terres humides. Les besoins en recherche et les recommandations indiqués dans le présent compte rendu constituent un apport substantiel au processus actuel de mise en oeuvre de stratégies et de politiques efficaces portant sur les aspects scientifiques, la gestion et la conservation des terres humides au Canada.

Le président de l'atelier,

Thomas Clair

RÉSUMÉ

Les lacunes trouvées dans les connaissances et les renseignements clés ayant trait à certains aspects des sciences relatives aux terres humides du Canada se classent en trois catégories : les processus hydrogéochimiques naturels, les effets des activités humaines et les terres humides en tant qu'habitats fauniques.

On a répertorié 25 besoins précis (numérotés de 1 à 25) en recherche et en information visant à accroître la compréhension des processus naturels relatifs à l'hydrogéochimie des terres humides. Dans ces domaines, il faut pousser la recherche fondamentale, qui est cruciale si l'on veut mieux connaître les effets des activités humaines sur les terres humides, notamment en ce qui a trait aux points suivants :

- les cycles du carbone et des éléments nutritifs, les échanges et le stockage;
- le rôle de la mobilisation des métaux;
- la dynamique interne de l'hydrologie des terres humides et les liens hydrologiques avec les systèmes externes;
- liens entre la géochimie et l'hydrologie;
- l'évolution des terres humides et la dynamique des écosystèmes.

Les besoins en recherche et en information sur les effets des changements climatiques planétaires, de la pollution atmosphérique et des activités relatives à l'utilisation des terres sont au nombre de seize et portent les numéros 26 à 41. Les besoins en recherche qui sont importants pour nous aider à mieux comprendre les répercussions de ces perturbations anthropiques sur les terres humides sont liés aux points suivants :

- le rôle de la nappe phréatique dans les fonctions et l'intégrité des terres humides;
- l'interaction de la température et de l'humidité dans les sols des terres humides;
- la dynamique de l'azote dans les terres humides;
- l'incidence des précipitations acides;

- les conséquences à long terme des procédés agricoles sur les terres humides;
- l'efficacité de la politique de conservation qui vise «aucune perte nette» des terres humides.

En tout, 21 besoins (numérotés de 42 à 62) en recherche et en information touchant les habitats des terres humides ont été répertoriés. Les lacunes au plan des connaissances sur les terres humides en tant qu'habitats sont à la fois nombreuses et diverses. Si on les regroupe sommairement, ces lacunes se situent dans les domaines suivants :

- les réactions de la faune aux changements apportés aux terres humides;
- le rôle des facteurs limitatifs, comme les précipitations, la température et la qualité de l'eau, sur la répartition des organismes;
- les interactions entre différents habitats, qu'ils soient naturels ou modifiés;
- les conséquences sur les terres humides des dépôts atmosphériques et des sédiments fluviaux;
- la succession et la régénération des terres humides.

Pour combler efficacement ces lacunes dans nos connaissances, on doit intégrer les recherches sur les terres humides menées par plusieurs organismes. De même, les méthodes de gestion doivent également être intégrées. À cette fin, les participants à l'atelier ont formulé quatre recommandations portant sur les exigences en matière d'infrastructure et d'organisation pour mener à bien cette recherche. Quatre autres recommandations visant à améliorer les mécanismes d'inventaire et de surveillance des terres humides ont également été élaborées. Ces huit recommandations sont axées sur les points suivants :

- élaborer une politique nationale efficace visant la protection et la conservation des terres humides;
- établir un réseau de recherche pour coordonner, à l'échelle nationale, la recherche sur les terres humides;
- créer des centres d'excellence en matière de terres humides;
- établir un programme de subventions à la recherche sur les terres humides;
- intégrer les informations existantes dans des bases de données et des répertoires exhaustifs;
- élaborer des programmes de surveillance bien conçus;
- intégrer les systèmes de classification des terres humides dont les limites se situent au plan écologique ou politique;
- créer un grand répertoire national des terres humides.

TABLE DES MATIÈRES

Préface	i
Avant-propos	ii
Introduction	1
Les processus hydrogéochimiques naturels	3
Processus géochimiques	3
Cycles du carbone et des éléments nutritifs, échanges stockage	3
Mobilisation des métaux	4
Processus hydrologiques et hydrométéorologiques	5
Dynamique hydrologique interne	5
Liens hydrologiques avec les systèmes externes	6
Interactions dans les écosystèmes	8
Liens entre la géochimie et l'hydrologie	8
Évolution des terres humides et dynamique des écosystèmes	9
Les effets des activités humaines	10
Changements climatiques planétaires	10
Pollution atmosphérique	13
Activités relatives à l'utilisation des terres	15
Les habitats de terres humides	18
Dynamique écologique	18
Cycles du carbone, de l'azote, du phosphore et du soufre	18
Dynamique des populations végétales et animales	19
Réaction de la faune aux modifications hydrologiques et aux autres changements de l'habitat	20

Facteurs limitatifs touchant la repartition des organismes	21
Précipitations et température	21
Éléments nutritifs	22
Équilibre acide-base et salinité	22
Hydrologie	22
Interactions interspécifiques et superficie des terres humides	22
Interactions des terres humides avec d'autres habitats	23
Habitats naturels	24
Drainage et altérations de l'habitat d'origine humaine	25
Dépôts atmosphériques et sédiments fluviaux	25
Régénération des terres humides	26
Succession dans les terres humides	26
Régénération des terres humides	26
Recommandations	28
Recommandations relatives à l'infrastructure et à l'organisation	28
Inventaire et surveillance	29
Documents de référence	32

INTRODUCTION

Bien que les terres humides occupent une superficie évaluée à 14 % du territoire canadien, nos connaissances sont relativement limitées dans ce domaine. Cependant, le Canada vient d'enregistrer de grands progrès dans la synthèse des connaissances actuelles en matière de terres humides (Groupe de travail national sur les terres humides 1986-1988). Auparavant, les terres humides étaient considérées comme étant des terres perdues, vouées au drainage ou au remplissage pour les besoins des villes en expansion, de l'agriculture et de la foresterie. Mais nous savons maintenant que ces terres jouent un rôle crucial, du point de vue physique et chimique, qui a une grande incidence sur la salubrité et le fonctionnement des écosystèmes. Si l'on veut conserver les terres humides pour les générations à venir, il faut que leur gestion se fonde sur une connaissance approfondie de leurs fonctions et de leur interaction avec l'environnement, ainsi que des avantages qu'elles offrent dans le maintien des écosystèmes, tant pour les humains que pour la faune.

Le gouvernement fédéral reconnaît qu'il est nécessaire de préciser de façon explicite nos lacunes dans les connaissances et les renseignements clés ayant trait aux aspects physiques et

chimiques des terres humides du Canada. À cette fin, Environnement Canada a parrainé un atelier national sur l'hydrogéochimie des terres humides à Burlington (Ontario) du 19 au 21 mars 1991. Cet atelier consistait en un symposium sur les progrès récents dans les sciences qui traitent des terres humides. À la suite de cette rencontre, les participants se sont regroupés pour déterminer les besoins en recherche et en information sur les terres humides. Le but du présent document est de résumer les besoins en information sur les terres humides cernés au cours de l'atelier, dans l'espoir que cette initiative imprime un élan visant à combler les vides.

Il existe un intérêt considérable, tant chez les scientifiques que dans le public en général, concernant les effets des perturbations anthropiques à grande échelle (par exemple les changements climatiques et les précipitations acides) sur les terres humides, ainsi que le rôle éventuel des terres humides dans l'amélioration des effets de ces pressions exercées sur la biosphère. Toute tentative visant à approfondir nos connaissances sur ces effets doit se fonder sur la compréhension de la dynamique naturelle qui prévaut dans les terres humides. C'est ce principe directeur qui a dicté, en partie, la

structure du présent document. Dans la seconde section, on analyse les besoins en information sur les processus hydrogéochimiques associés aux terres humides. Bien entendu, notre degré de compréhension de ces processus limite notre degré de compréhension des effets des perturbations anthropiques. La troisième section porte sur les besoins en information liée plus directement aux effets des perturbations d'origine anthropique. Bien qu'il existe un chevauchement entre ces deux parties, on ne les a pas fusionné dans ce document pour souligner la nécessité de fonder la compréhension des perturbations sur la compréhension de la dynamique naturelle. La quatrième section traite des besoins en information et en recherche sur la fonction des terres humides que beaucoup de gens considèrent comme étant la plus importante, fournir des habitats fauniques.

On trouvera à la fin du présent document les recommandations issues de l'atelier. Beaucoup d'entre elles sont établies de façon à couvrir plus qu'un des besoins en recherche et en information indiqués dans les sections précédentes. Chacune des recommandations formulées par suite des discussions en ateliers se rattache généralement à l'un des deux types d'activités ci-dessous:

- création de services et de capacités en matière d'infrastructure et d'organisation;
- création d'outils et de mécanismes pour l'inventaire, la surveillance et la recherche.

Ces catégories d'activités ne sont pas complètement distinctes; toutefois, elles constituent un cadre de travail pratique pour la discussion portant sur les recommandations.

Les besoins en information indiqués dans le présent document ont, par la force des choses, une portée générale. Nous savons qu'en formulant des besoins de portée générale, il existe un risque que l'on passe à côté de certains besoins précis. Ce document n'a pas pour objet d'indiquer tous les besoins importants en recherche et en information sur les terres humides, mais plutôt de cerner quelques-uns des besoins urgents en information et d'attirer l'attention sur la nécessité de marquer des points vers la résolution de ces besoins, compte tenu du rôle important que jouent les terres humides dans les écosystèmes au Canada.

LES PROCESSUS HYDROGÉOCHIMIQUES NATURELS

Les discussions ont porté sur les besoins en recherche et en information relativement aux processus fondamentaux ci-dessous, qui s'appliquent aux terres humides :

- Processus géochimiques
 - cycles du carbone et des éléments nutritifs, échanges et stockage
 - mobilisation des métaux
- Processus hydrologiques et hydrométéorologiques
 - dynamique hydrologique interne
 - liens hydrologiques avec les systèmes externes
- Interactions des écosystèmes
 - liens entre la géochimie et l'hydrologie
 - évolution des terres humides et dynamique des écosystèmes

Il existe un chevauchement important entre ces catégories. En les utilisant, l'intention n'était pas de laisser penser que toutes les préoccupations peuvent être classées facilement dans l'une ou l'autre de ces catégories, mais simplement de fournir un cadre pour la

discussion.

PROCESSUS GÉOCHIMIQUES

Cycles du carbone et des éléments nutritifs, échanges et stockage

La productivité biologique des terres humides est déterminée essentiellement par le cycle des éléments nutritifs. Étant donné que la disponibilité des éléments nutritifs peut modifier grandement la capacité des habitats de terres humides à répondre aux besoins des espèces végétales et animales, la compréhension du cycle des éléments nutritifs améliorera notre compréhension de la fonction et de la valeur, sur le plan de la biologie, des terres humides.

Au cours de ces discussions, on a mis un accent tout particulier sur le cycle du carbone en raison du rôle important que jouent les composés du carbone, par le biais de la chimie des oligo-éléments, dans le cycle global du carbone. Cet aspect des terres humides constitue également le pivot des études (Groupe de travail national sur les terres humides

1988, Mortsch 1990, Schiff et Barrie 1988).

Parmi les besoins précis en information sur le cycle des éléments dans les terres humides, mentionnons les suivants :

1. *La taille et la source des puits de carbone dans les tourbières.* On connaît mal le rôle des sources naturelles et des puits de gaz carboniques et des composés du carbone. On sait que les tourbières produisent et emmagasinent du dioxyde de carbone et du méthane (CO_2 et CH_4) (Mortsch 1990). Ces gaz sont tous deux des «gaz à effet de serre» importants; cependant, on ne connaît pas la quantité de chaque gaz contenue dans les tourbières. Il s'agit là d'une lacune très importante car les tourbières du Canada représentent une portion considérable de la superficie totale de la terre.

2. *Les taux d'accumulation du carbone et des matières organiques dans la tourbe.* Pour comprendre le rôle des tourbières dans le milieu naturel, il importe non seulement de déterminer les quantités de composés du carbone contenus dans les tourbières, mais également d'accroître nos connaissances sur les mécanismes et les taux d'accumulation.

3. *Les processus associés aux cycles de l'azote, du phosphore et du soufre dans les terres humides.* Comme pour les besoins en recherche numéros 1 et 2 mentionnés ci-dessus, le cycle des éléments nutritifs est un facteur limitatif et une composante des processus biologiques dans les terres humides. Il est crucial d'acquérir des connaissances

sur ce cycle avant de pouvoir comprendre à fond le rôle des terres humides dans l'environnement. Ce besoin se fait fortement sentir tant pour les terres humides d'eau douce du sud que pour les tourbières du nord.

4. *Le rôle joué par les matières organiques dans la production et le stockage du carbone, de l'azote, du phosphore et du soufre.* Il est clair que ce rôle est une composante des rôles énumérés ci-dessus, mais on le mentionne séparément en raison des quantités énormes de matières organiques emmagasinées dans les terres humides.

Mobilisation des métaux

On sait que les terres humides peuvent jouer un rôle prépondérant dans le stockage des métaux ou leur libération dans les eaux de surface; toutefois, on ne connaît que peu de détails sur la synergie des divers processus qui exercent une grande influence sur la chimie des eaux qui traversent les terres humides. Depuis les dernières années, la question des précipitations acides est un catalyseur pour la recherche dans ce domaine, mais notre compréhension des processus en cause reste principalement descriptive plutôt que prédictive.

Les besoins précis en information que l'on a cernés portent sur les points suivants :

5. *Le rôle joué par les terres humides dans la mobilisation des oligo-éléments (métaux-traces).* Compte tenu de la toxicité relative de certains métaux (et de leur incidence éventuelle sur la salubrité de l'écosystème), il importe d'élargir notre compréhension du rôle que jouent les terres humides dans la dynamique qui régit les mouvements des métaux dans l'environnement.

6. *Le rôle joué par les terres humides dans le «tamponnage» des contaminants.* Ce besoin en information est visiblement lié au besoin en recherche n° 5 ci-dessus, mais il fait ressortir davantage un aspect différent du processus. On pense que les terres humides auraient une valeur en raison de leur capacité de retenir certains métaux pendant de longues périodes; toutefois, les données disponibles se contredisent quant à l'exactitude de cette évaluation relativement au potentiel de certaines terres humides (Jones *et al.* 1986, Anderson 1986).

7. *Les effets du pH sur la mobilité de métaux nuisibles liés à des complexes organiques.* La chimie des métaux liés à des complexes organiques dans les terres humides est loin d'être simple. On sait que la mobilité de certains métaux est modifiée en présence d'un pH faible, mais il est difficile de traduire en chiffres le rapport qui existe entre eux.

PROCESSUS HYDROLOGIQUES ET HYDROMÉTÉOROLOGIQUES

Dynamique hydrologique interne

Dans cet atelier, l'objectif était d'acquérir une meilleure connaissance de la

fréquence et de l'ampleur des changements touchant la rétention hydrique dans les terres humides. On sait bien que l'eau des terres humides s'écoule lorsque le taux d'humidité est élevé, et que ces terres retiennent l'eau au cours des périodes de sécheresse, réduisant ainsi l'écoulement (Woo et Valverde 1981, Taylor et Pierson 1984). Cependant, il subsiste beaucoup de points à éclaircir concernant la dynamique temporelle et spatiale de la rétention d'eau dans les terres humides.

De façon plus précise, on a déterminé des besoins en information sur les points suivants :

8. *La capacité de rétention hydrique des tourbières.* Toutes les terres humides, et pas seulement les tourbières, peuvent jouer un rôle prépondérant dans la rétention de l'eau à l'intérieur des bassins hydrographiques qui les abritent. En fait, ce type de milieu revêt souvent une importance disproportionnée si l'on considère sa superficie par rapport à la superficie totale du bassin versant. Le besoin en recherche sur ce point est important, car les tourbières représentent environ 90 % de la superficie totale des terres humides au Canada; par conséquent, on perçoit davantage la nécessité de quantifier la capacité de rétention hydrique des tourbières.

9. *Le rôle du pergélisol dans les variations du régime d'écoulement.* Étant donné que le pergélisol limite l'écoulement vertical de l'eau, il est probable que la capacité des terres humides nordiques de réduire les crues et de maintenir un débit minimal au cours des périodes sèches soit limitée.

Toutefois, le rôle précis que joue le pergélisol dans les variations du régime d'écoulement est mal connu.

10. Les changements saisonniers des nappes phréatiques dans les terres humides, surtout dans les petits bassins versants. Bien que l'on sache qu'en général les terres humides retiennent l'eau au cours des périodes de fort écoulement, et qu'elles libèrent cette eau en période sèche, nous devons accroître notre compréhension du sujet. Ces données sont particulièrement importantes en ce qui concerne les petits bassins versants, car c'est probablement dans ces systèmes que les effets liés à la présence de terres humides se font davantage sentir sur le plan de l'hydrologie.

11. Les effets des changements sporadiques des niveaux phréatiques dans les tourbières. On connaît mal les effets des apports d'eau sporadiques sur les terres humides. Il faut savoir à quel rythme divers types de terres humides réagissent à de fortes précipitations ou à des sécheresses.

12. Les effets des changements dans les nappes phréatiques selon le type de terres humides. Les principaux types de terres humides se distinguent par leur degré d'interaction avec les eaux souterraines; l'un des principaux aspects du continuum marais-tourbière oligotrophe est l'exposition à des eaux souterraines. Outre les rapports écologiques généraux, nous devons mieux connaître l'incidence de la nappe phréatique sur la dynamique des gaz, la productivité, le taux de décomposition et les propriétés des terres humides relativement à la rétention de l'eau.

13. Les données hydrologiques à l'échelle régionale. Il existe un manque grave de données adéquates au chapitre de l'hydrologie (par exemple des données hydrométriques) à l'échelle régionale, surtout dans le cas des petits bassins versants. Ce besoin en information est directement lié à ceux que l'on a mentionnés précédemment, mais il aborde le sujet sous un éclairage différent; en outre, il est probable que de nombreux systèmes subissent l'influence des terres humides sur le plan de l'hydrologie.

Liens hydrologiques avec les systèmes externes

Il existe des liens hydrologiques entre les terres humides et l'atmosphère ainsi qu'avec les écosystèmes terrestres et aquatiques, et l'on a discuté des besoins en information sur ces liens hydrologiques.

Les besoins en information qui ont été précisés comprennent les suivants :

14. La détermination des terres humides qui remplissent des fonctions hydrologiques importantes. On doit déterminer, à l'aide d'une méthode intégrée dans tout le Canada (certaines régions orientent leurs efforts en ce sens), quelles sont les terres humides qui possèdent une grande valeur sur le plan hydrologique. Étant donné que cet aspect pourrait s'avérer important au chapitre des terres humides, et que l'on devrait en tenir compte dans la gestion de ces terres, il importe de combler cette lacune en information.

15. *Les liens entre les eaux souterraines et les eaux de surface.* Ce besoin en information recoupe plusieurs besoins mentionnés précédemment. Il faut recueillir plus de données sur la dynamique des liens hydrologiques entre les différents types de terres humides et les eaux souterraines. Nous pourrions ainsi mieux saisir le rôle de ces terres relativement aux effets qu'elles produisent sur les eaux souterraines, et la façon de gérer les terres humides en fonction de ce rôle.

16. *Le transport vertical de l'eau dans les tourbières.* Ce besoin en information fait partie intégrante du précédent, mais on le mentionne séparément à cause de son importance. L'acrotelm (ou zone vadose) est la couche supérieure et la couche la plus active d'une terre humide; c'est aussi celle qui donne lieu au plus grand nombre d'interactions avec l'atmosphère. Conséquemment à ces interactions atmosphériques, on observe des fluctuations relativement considérables dans la température et l'humidité de cette zone. Les conditions de température et d'humidité de l'acrotelm sont interdépendantes et influent grandement sur la nappe phréatique. Elles ont également des effets sur le taux de production et de décomposition de la tourbe. En retour, la production et la décomposition de la tourbe influent énormément sur le type et la succession des terres humides. Ainsi, une meilleure compréhension du bilan énergétique de l'acrotelm, qui est tributaire de la température et de l'humidité, contribuerait à nous éclairer sur le rôle de la nappe phréatique.

17. *Le rôle de l'évapotranspiration dans les variations du bilan hydrologique.* L'évapotranspiration est la composante la moins bien connue du bilan hydrologique des terres humides. Il faut accroître notre compréhension du rôle de l'évapotranspiration pour bien comprendre l'hydrologie des terres humides.

18. *Le rôle des communautés végétales dans l'évapotranspiration.* On sait que les plantes libèrent de grandes quantités d'eau par transpiration au cours de la photosynthèse. Toutefois, on connaît mal le rôle précis joué par la transpiration des plantes dans les mécanismes qui régissent le bilan hydrologique des terres humides.

19. *La dynamique qui régit l'alimentation et l'écoulement dans les terres humides en fonction de la topographie.* La topographie locale peut jouer un rôle considérable dans la dynamique qui régit l'alimentation en eau et l'écoulement dans les terres humides. Par exemple, les terres isolées et surélevées peuvent réagir très différemment au cours de périodes de sécheresse comparativement aux terres basses (Boelter et Verry 1977). Cependant, nous savons très peu de choses concernant l'influence de la topographie sur l'hydrologie des terres humides, surtout à l'échelle régionale. Ce besoin en information est lié à plusieurs des besoins mentionnés dans la section précédente.

INTERACTIONS DANS LES ÉCOSYSTÈMES

Liens entre la géochimie et l'hydrologie

Parmi les processus géochimiques relatifs aux terres humides, y compris ceux dont traite la section précédente sur les «Processus géochimiques», il n'y en a qu'un petit nombre qui se produisent isolément des processus hydrologiques. De même, peu de processus hydrologiques ne subissent aucune influence des mécanismes géochimiques. La situation d'interdépendance entre ces processus s'exprime en termes de degré plutôt que de façon absolue. Les besoins en information présentés ci-dessous sont ceux qui sont davantage orientés (jusqu'à un certain point) sur les liens entre la géochimie et l'hydrologie comparativement aux autres besoins en information mentionnés précédemment.

Parmi les besoins en information sur les liens entre la géochimie et l'hydrologie, sont les suivants :

20. *Les effets des variations du volume hydrique sur la qualité de l'eau.* De façon intuitive, on peut s'imaginer de quelle façon la qualité d'ensemble de l'eau dans une terre humide est tributaire du volume d'eau dormante et d'eau vive. Par contre, les rapports quantitatifs entre ces éléments sont complexes. Il serait particulièrement intéressant de connaître l'effet des variations dans le volume hydrique sur la concentration des métaux, du carbone organique dissous et des éléments nutritifs dans les terres humides.

21. *Le rôle de l'hydrologie dans la rétention des substances organiques et des métaux.* Comme nous l'avons déjà précisé, les divers processus qui, en se conjuguant, modifient considérablement la chimie des eaux qui traversent les terres humides sont mal connus. Un certain nombre de données nous permettent d'affirmer que le rôle de l'hydrologie est important du point de vue qualitatif (Jones *et al.* 1986); pour l'instant, toutefois, il n'existe aucune preuve directe qui puisse servir à traduire en chiffres ce rôle dans la chimie des terres humides. (Voir également le besoin en recherche n° 20.)

22. *Les rapports entre l'hydrologie et le pergélisol des tourbières.* Au Canada, on retrouve du pergélisol sous-jacent dans beaucoup de tourbières du nord. Les rapports existant entre le climat et le pergélisol des tourbières ne sont connus, au mieux, qu'en termes qualitatifs.

23. *Les apports de carbone organique dissous (COD) dans la chimie des bassins.* Les terres humides représentent une source importante de substances organiques pour les autres eaux de surface (Gorham *et al.* 1986). Cependant, les travaux visant à prévoir les concentrations de COD dans les eaux de surface d'après la superficie de terres humides des bassins hydrographiques ont abouti à des résultats variables (Kessel-Taylor 1985), ce qui semble indiquer que nos connaissances laissent à désirer en ce qui concerne les sources de COD dans les terres humides. On ne sait que peu de choses sur les apports relatifs en COD provenant des divers types de terres humides.

Évolution des terres humides et dynamique des écosystèmes

Comparativement à la plupart des besoins énumérés précédemment, les besoins en recherche et en information mentionnés ci-dessous sont de nature générale. Chaque besoin renferme de nombreux éléments qui pourraient faire l'objet de recherches distinctes. On ne pourra répondre à ces besoins généraux que par des efforts de recherche intégrés et soutenus.

Les besoins en recherche et en information que l'on a déterminés portent sur les aspects suivants :

24. *Le rôle des terres humides dans la dynamique à long terme des écosystèmes.* À long terme, les écosystèmes évoluent en fonction de forces allogéniques (externes), comme les changements géologiques et climatiques,

et de forces autogéniques (internes) découlant des activités des éléments vivants de l'écosystème. Il nous reste beaucoup à apprendre concernant la façon dont les terres humides changent sur de longues périodes, et sur le rôle qu'elles jouent dans les variations observées dans les écosystèmes terrestres et aquatiques.

25. *La dynamique des terres humides dans le cadre des écosystèmes terrestres et aquatiques.* Ce besoin est axé sur le lien qui existe entre les terres humides et les écosystèmes environnants (comme pour le besoin en recherche n° 24, ci-dessus), mais il s'inscrit dans le cadre des rapports actuels au lieu d'être axé sur les variations à long terme.

LES EFFETS DES ACTIVITÉS HUMAINES

Dans certaines régions du Canada, les terres humides disparaissent à un rythme alarmant à cause des activités humaines (Environnement Canada 1986, Rubec *et al.* 1988). Jusqu'à présent, les effets subis par les terres humides découlent surtout du drainage ou du remplissage pour les besoins de l'agriculture, de la foresterie et de l'expansion urbaine. Depuis les deux dernières décennies, le secteur public et le secteur privé expriment leur préoccupation relativement à la pollution atmosphérique et aux changements climatiques, qui contribuent aussi à la perte de terres humides.

La présente section traite des besoins en information sur les processus géochimiques et hydrologiques auxquels il faut répondre si l'on veut mieux comprendre les effets des activités anthropiques sur les terres humides. Ces informations sont essentielles à l'élaboration de mesures de compensation efficaces. Les besoins en information définis au cours de l'atelier se classent en trois catégories énumérées

ci-dessous :

- les changements climatiques planétaires;
- la pollution atmosphérique;
- l'utilisation des terres.

CHANGEMENTS CLIMATIQUES PLANÉTAIRES

Au cours du siècle qui vient, on s'attend à ce que les concentrations croissantes de gaz à effet radiatif direct (par exemple le CO₂ et le CH₄) dans la basse atmosphère modifient les conditions de température de l'air et de précipitations en Amérique du Nord (Bolin *et al.* 1986, Jaeger 1988). Au centre du pays, par exemple, on pense que les étés seront plus secs et plus chauds, et les hivers plus humides (Kellog et Zhao 1988). On peut difficilement prévoir et atténuer les effets éventuels des changements climatiques sur les terres humides du Canada car l'influence du climat saisonnier et annuel sur la structure et la fonction des terres humides n'est pas bien comprise. Cependant, divers modèles prévoient

des changements importants dans des biomes comme le centre des Prairies, changements qui pourraient avoir de graves répercussions sur les terres humides (Rizzo et Wiken, sous presse).

Les variables climatiques importantes (en ce qui a trait aux effets des changements climatiques sur les terres humides) sont la température de l'air, les précipitations, le CO₂ atmosphérique, l'ozone atmosphérique et les effets des ultraviolets (rayons UVB).

La recherche nécessaire à une meilleure compréhension des effets des changements climatiques sur les aspects géochimiques et hydrologiques des terres humides doit porter sur les points suivants :

26. *Les effets des fluctuations de la nappe phréatique sur la fonction et l'intégrité des terres humides.* La nappe phréatique est souvent la variable la plus importante qui régit la fonction et la répartition des terres humides. Le degré de contact avec la surface de saturation détermine le type de terre humide, l'influence des terres humides sur l'hydrologie locale du bassin versant et la qualité de l'eau.

Les changements prévus dans les températures saisonnière et annuelle de l'air (environ + 4,0 °C dans une atmosphère dont la concentration de CO₂ a doublé) et les variations régionales dans les précipitations modifieront les nappes phréatiques locales et, par conséquent, la disponibilité des eaux souterraines pour les terres humides. Certaines données empiriques indiquent que la profondeur de la nappe

phréatique correspond à la moyenne annuelle des précipitations (Regier et Meisner 1990). Il est donc évident qu'une compréhension approfondie du rôle que joue la nappe phréatique dans les processus caractéristiques des terres humides est importante du point de vue des changements climatiques. Il faut mener des études pour éclaircir les effets de la nappe phréatique sur la dynamique des gaz, la productivité et le taux de décomposition dans les terres humides ainsi que sur les propriétés de rétention hydrique de ces terres.

27. *L'interaction de la température et de l'humidité dans la zone non saturée (acrotelm) des terres humides.* Une meilleure compréhension des interactions entre la température et l'humidité (ou bilan énergétique) de l'acrotelm contribuerait à la connaissance du rôle de la nappe phréatique dans la fonction des terres humides. Il importe d'accroître nos connaissances en ce domaine pour comprendre les effets des changements climatiques sur les terres humides. (Voir également le besoin en recherche n° 16 ci-dessus.)

28. *L'effet des changements de volume de l'eau présente dans une terre humide, ou qui traverse une terre humide, sur la qualité de l'eau de ce milieu.* Intuitivement, on comprend que des changements dans le volume de l'eau dormante, ou dans l'écoulement de l'eau, devraient modifier la qualité de l'eau d'un milieu humide. Cependant, il faut pousser la recherche pour mieux connaître les rapports entre le volume hydrique et la qualité de l'eau des terres humides et la vulnérabilité des divers types de terres humides aux

changements dans la qualité de l'eau par le biais de l'hydrologie. On doit s'attarder particulièrement sur l'effet des changements du volume hydrique sur la concentration des métaux, du carbone organique dissous (COD) et des éléments nutritifs. Il faut également faire des recherches pour déterminer l'importance de l'aération pour la zone de racinement.

29. Les effets de la fonte du pergélisol. On s'attend à ce que l'accroissement prévu des températures de surface dans un climat «réchauffé» soit à son maximum sous de hautes latitudes en raison de l'effet de rétroaction positive de l'albédo réduit (Bolin *et al.* 1986). Étant donné que la température des eaux souterraines suit la température annuelle moyenne (Meisner *et al.* 1988), un climat plus chaud pourrait être à l'origine de réductions importantes du pergélisol. On connaît mal l'effet produit sur les terres humides et l'hydrologie locale par la libération d'eaux souterraines gelées (par exemple, est-ce que de nouvelles terres humides seront créées, y aura-t-il un agrandissement des terres humides actuelles, ou est-ce que l'érosion dans le thermokarst entraînera un écoulement des eaux souterraines libérées hors des terres humides, provoquant ainsi une perte nette d'humidité?). Parallèlement aux changements dans le pergélisol existe la possibilité de variations dans le régime hydrologique local. Les effets éventuels de changements à grande échelle dans le pergélisol par suite de changements climatiques doivent faire l'objet de recherches plus poussées.

Les travaux de recherche doivent également porter sur un autre effet possible de la fonte du pergélisol. Dans certaines zones, le pergélisol contient des cristaux d'eau et de méthane appelés clathrates (MacDonald 1989). La quantité de méthane contenu dans ces cristaux est de l'ordre des gigatonnes. La libération dans l'atmosphère d'une telle quantité de méthane causerait un effet de rétroaction positive sur «l'effet de serre» et pourrait agir sur les terres humides en raison du rôle important que ce gaz joue dans la dynamique des milieux humides (Moore 1991).

30. L'influence du CO₂ atmosphérique, de la température et de l'humidité sur la croissance. On s'attend à ce que les changements prévus, à l'échelle régionale, dans les températures de l'air et le régime des précipitations à cause d'un taux doublé de CO₂ atmosphérique influent sur la croissance et, en bout de ligne, sur la répartition des terres humides. La température de l'air, les précipitations et le CO₂ atmosphérique joueraient un rôle clé dans la croissance et la productivité des terres humides; toutefois, on sait peu de choses sur les mécanismes qui régissent les interactions entre ces variables et les terres humides. En plus de leur effet sur la qualité de l'eau et l'hydrologie des bassins, les terres humides fournissent également des habitats importants pour la faune terrestre et aquatique (Prince et D'Itri 1985, Rubec *et al.* 1988). Les changements survenant dans la croissance et la productivité des terres humides par suite des changements climatiques auront sans aucun doute des répercussions sur les populations fauniques qui sont tributaires de ces

milieux pour leur habitat. On doit pousser la recherche pour déterminer les mécanismes par lesquels ces variables réussissent à exercer une influence sur la croissance et la répartition des terres humides, ainsi que sur la faune qui en dépend.

31. Effets des changements dans la fréquence et l'intensité des incendies. On prévoit que les changements régionaux dans les précipitations et les températures saisonnières de l'air (à cause des changements climatiques) augmenteront de façon considérable la fréquence et l'ampleur des incendies de forêt et de prairie dans la zone de la forêt boréale du Canada (Harrington 1989). On sait relativement peu de choses sur le rôle des désastres naturels causés par le feu dans la fonction des terres humides. Est-ce que les terres humides ont besoin de ces phénomènes périodiques? Est-ce que les divers types de terres humides tolèrent également les changements dans la fréquence des incendies? Il faut mener des recherches plus poussées sur le rôle des incendies dans les terres humides pour mieux comprendre les changements climatiques et s'y préparer. Les études sur les effets d'incendies survenus dans le passé sur les terres humides au Canada nous donneraient un aperçu de la vulnérabilité des terres humides relativement aux incendies.

32. La capacité d'adaptation des terres humides aux changements climatiques. Les terres humides, comme d'autres systèmes écologiques, évoluent dans un milieu physique dynamique. À l'heure actuelle, on pense que les terres humides, surtout celles qui longent les

rivages, sont tributaires de fluctuations saisonnières relativement importantes dans la température et la disponibilité de l'eau pour maintenir leur diversité structurale inhérente (Keddy et Reznicek 1986). On pense également que la répartition régionale des terres humides est régie par le climat, mais il est difficile de prévoir par quels mécanismes les changements climatiques exerceront une influence sur les terres humides. Divers types de terres humides (par exemple les tourbières oligotrophes, ou bogs, et les tourbières minérotrophes, ou fens) diffèrent sur le plan des réactions ou de la vulnérabilité aux changements permanents dans les températures et l'humidité, qui se produisent à grande échelle. Nos connaissances comportent une lacune importante en ce qui a trait aux effets des changements climatiques, pour chaque endroit, sur la succession naturelle du fen au bog. Est-ce que les changements climatiques seront trop rapides pour que l'intégrité des écosystèmes soit assurée?

POLLUTION ATMOSPHÉRIQUE

Le transport local et à grande distance des polluants atmosphériques est l'un des éléments des changements environnementaux planétaires qui auraient des répercussions sur les terres humides du Canada. Le dépôt d'oxydes de soufre et d'azote, de métaux et de contaminants organiques comme les insecticides présente un intérêt particulier.

Les questions soulevées relativement à la pollution atmosphérique sont à la base des besoins en recherche suivants

33. *Les effets des dépôts d'azote sur la rétention et la libération d'azote par les terres humides.* On ne connaît que peu de détails relativement aux effets des concentrations élevées d'azote atmosphérique sur les terres humides. Il faudrait accorder une attention particulière aux effets éventuels de l'azote sur l'acidification et l'eutrophisation des terres humides. Étant donné que l'azote est l'un des principaux éléments nutritifs ayant un effet limitatif sur la croissance des plantes, les répercussions de l'accroissement anthropique de sa disponibilité pour la flore des terres humides doivent faire l'objet de recherches.

34. *L'évolution à long terme des sulfates, des métaux et des composés organiques dans les terres humides.* Les terres humides servent de puits pour les métaux et les substances organiques aéroportés. Toutefois, on connaît mal le sort des dépôts de sulfates, des ions hydrogène associés, des métaux et des substances organiques ainsi que leurs effets sur les divers types de terres humides. L'interaction de ces substances avec le carbon organique dissous (COD) des terres humides nécessite également des travaux de recherche. Par exemple, la libération périodique de soufre au printemps ou par suite de précipitations abondantes contribuerait à des réductions sporadiques du pH dans les eaux de surface en aval. À leur tour, ces conditions d'acidification locales modifieraient les concentrations de COD et de métaux dans les terres humides.

On doit orienter les recherches sur de nombreux points pour mieux

comprendre les effets du transport à distance des polluants atmosphériques sur les terres humides. Par exemple, quel est le rôle de la phase solide (tourbe) dans la rétention de ces polluants par absorption ou par chélation? Est-ce que le COD stimule la libération de ces substances contenues dans les terres humides? Est-ce que la qualité du COD des terres humides est modifiée par suite de l'apport de ces polluants?

35. *L'effet de l'hydrologie des terres humides sur le stockage des polluants atmosphériques.* Outre les effets produits sur les terres humides par les métaux et les substances organiques aéroportés, on doit examiner les effets de l'hydrologie des terres humides sur le sort de ces substances. On manque de données sur la façon dont l'hydrologie des divers types de terres humides exerce une influence sur l'activité et la rétention de ces polluants. Il faut mener d'autres travaux de recherche pour déterminer le rôle des terres humides dans les mécanismes de rétention et de libération des dépôts de contaminants.

36. *Les effets des précipitations acides sur la fonction des terres humides et la qualité de l'eau.* Il est probable que les variations de pH dues aux précipitations acides nuisent à la fonction et à la qualité de l'eau des terres humides (Gorham *et al.* 1984). Lorsque le pH des eaux de surface est bas, il se produit une mobilisation des métaux, qui sont extraits de la solution. On pense que les précipitations acides provoquent la libération des métaux et d'autres substances (qui font normalement partie de liaisons à un pH

plus élevé) dans les eaux de surface. La libération de métaux nuisibles comme l'aluminium présente un intérêt particulier. La tourbe elle-même ne contient que de petites quantités d'aluminium (seulement ce qui est transporté par l'air ou par l'eau); cependant, on se préoccupe de la possibilité que l'eau potable issue de zones à haute concentration de terres humides soit contaminée par suite de la libération accélérée de substances nuisibles provenant des terres humides. Les précipitations acides peuvent également avoir une incidence sur le carbone organique dissous, ce qui pourrait altérer les fonctions des terres humides. On doit faire davantage de recherche fondamentale pour mieux comprendre les propriétés relatives à l'équilibre acide-base des terres humides, la question des contaminants des eaux de surface et le rôle du COD.

On possède peu de données sur la vulnérabilité relative des divers types de terres humides aux précipitations acides (Kessel-Taylor et Anderson, 1987). La vulnérabilité des tourbières minérotrophes (fens) pauvres présente un intérêt particulier (Gorham *et al.* 1987). Il est donc nécessaire d'entreprendre des études d'évaluation de la vulnérabilité de tous les types de terres humides aux précipitations acides.

ACTIVITÉS RELATIVES À L'UTILISATION DES TERRES

La troisième catégorie importante d'activités humaines comprend les activités qui touchent directement les terres humides, entre autres les activités relatives à l'agriculture, à la foresterie, à

l'industrie, à l'urbanisation et à la construction de routes. Bien que la présente section traite surtout des effets de l'activité humaine sur la géochimie et l'hydrologie des terres humides, on y fait également le lien entre les effets physiques et chimiques et les habitats fauniques terrestres et aquatiques. Nous nous intéressons aux effets directs des activités relatives à l'utilisation des terres sur les terres humides ainsi qu'aux effets indirects des terres humides modifiées sur les régions adjacentes et celles qui sont situées en aval.

Au Canada, les activités courantes d'utilisation des terres qui touchent les terres humides comprennent :

- le développement agricole
 - pratiques de drainage
 - défrichage
 - exploitation saisonnière
 - utilisation d'engrais
 - l'expansion urbaine
 - construction industrielle et résidentielle
 - élimination des matériaux de remblai
 - effluent industriel
- la récolte
 - exploitation de la tourbe à des fins horticoles
 - exploitation forestière des tourbières et des feuillus
- les retenues
 - inondation des réservoirs hydroélectriques
 - drainage et inondation des couloirs fluviaux
- le brûlage dirigé
- la construction de routes
 - régions agricoles rurales
 - corridors routiers importants

Les besoins en matière de recherche et d'information touchent principalement

37. *Les effets sur la nappe phréatique.*

Des études régionales à long terme sur les effets de l'utilisation des terres sur l'hydrologie et la qualité des eaux de surface sont nécessaires. Ces recherches permettront de recueillir des données utiles à l'élaboration de stratégies d'atténuation pour le développement futur dans les régions non touchées. Les activités relatives au remplissage et au drainage des régions de terres humides et les effets du défrichage présentent un intérêt particulier. On pense que ces activités ont une incidence profonde sur l'hydrologie et la qualité de l'eau des terres humides.

Les changements relatifs à la disponibilité de l'eau et à l'hydrologie locale influent sur la qualité des eaux de surface dans les terres humides et en aval de celles-ci. Les terres humides peuvent servir de lieu d'alimentation, de lieu d'émergence, ou les deux, pour les nappes phréatiques d'une région; par conséquent, les facteurs qui modifient l'hydrologie et la qualité des eaux de surface des terres humides peuvent également avoir une incidence sur la qualité de l'eau et les niveaux de la nappe phréatique. De même, les terres humides dépendent de la qualité de l'eau et du niveau de la nappe phréatique; par conséquent, les activités d'utilisation des terres qui agissent sur la nappe phréatique dans les régions de hautes terres peuvent également avoir des répercussions sur les terres humides des régions situées en aval en raison de leurs effets sur les eaux de surface et la nappe phréatique. Les ressources en eau

dans les zones inférieures du bassin peuvent être altérées par les changements permanents survenus dans l'hydrologie du bassin supérieur. Les modifications dans l'hydrologie du bassin influent sur l'ampleur et la fréquence des inondations dans la partie inférieure du bassin, ainsi que sur la quantité d'eau disponible pour l'alimentation pendant les périodes sèches.

38. *Les effets cumulatifs sur les ressources fauniques.*

Les activités relatives à l'utilisation des terres qui modifient les caractéristiques physiques des régions de terres humides touchent directement les ressources fauniques dont le cycle de vie dépend en totalité ou en partie des terres humides. Les oiseaux aquatiques et les ressources halieutiques, ainsi que certains animaux à fourrure, sont particulièrement vulnérables à la perte ou à la dégradation des habitats de terres humides. Les effets des activités touchant l'utilisation des terres sur la structure et la répartition des terres humides sont relativement faciles à observer par comparaison à leurs effets indirects sur la faune.

Les terres humides, surtout celles qui sont situées le long des rivages, font partie intégrante de la structure des communautés aquatiques. On les considère comme étant des pivots de l'organisation écologique pour les peuplements de poissons (Steedman et Regier 1987). Les espèces fauniques terrestres et aquatiques utilisent les terres humides pour se reproduire, élever leurs jeunes, s'alimenter et se protéger. Ce n'est que récemment que

l'on a constaté les changements permanents dans la structure des communautés aquatiques provoqués par la perte de terres humides au cours des décennies. Les zones de terres humides comprennent également l'écotone, d'importance vitale, qui relie les milieux aquatique et terrestre. Ces zones exercent une action profonde, bien qu'encore mal comprise, sur la résilience et la salubrité des écosystèmes.

39. Les effets à long terme du développement agricole. Il faut effectuer des études afin de déterminer les effets du développement agricole sur les terres humides des Prairies (principalement ses effets sur la structure et la répartition des cuvettes des Prairies et de la faune qui en dépend). Il faut également faire des études pour évaluer la résilience de ces écosystèmes aux différentes activités agricoles saisonnières comme la fertilisation, le labourage, l'ensemencement et la récolte.

40. Les effets du ruissellement urbain sur les terres humides. Les terres humides sont souvent utilisées comme zones de drainage pour les points de rejet des collecteurs pluviaux, surtout dans les régions où l'on trouve un centre urbain adjacent à une rivière ou à un lac important. On devra effectuer des études afin de déterminer le sort des contaminants provenant du ruissellement urbain et leurs effets sur les terres humides et la faune.

41. L'efficacité des politiques axées sur le principe «aucune perte nette». Certaines politiques actuelles (p. ex. la *Politique de gestion de l'habitat du poisson* du ministère des Pêches et des Océans,

1986) obligent les promoteurs à remplacer tout habitat faunique détruit par un projet de développement, de façon à ce qu'il ne se produise «aucune perte nette de la capacité productrice de l'habitat». Cet habitat peut être reconstruit au même endroit ou ailleurs. L'efficacité de ce type de politique dans le cas des terres humides et des habitats fauniques doit faire l'objet de recherches. Une surveillance à long terme après la réalisation du projet s'impose en vue de déterminer si l'on peut vraiment remplacer «un habitat par un habitat semblable» situé à un autre endroit. Les chercheurs doivent étudier le rôle que jouent les politiques visant l'application du principe «aucune perte nette des fonctions des terres humides» (par exemple la *Politique fédérale sur la conservation des terres humides*, adoptée en 1991) dans l'atténuation des conséquences des décisions relatives aux projets de développement et à l'utilisation des ressources naturelles.

Un remplacement adéquat est très improbable dans le cas des tourbières créées suivant un processus complexe de succession s'échelonnant sur des milliers d'années, surtout aux endroits où des interactions délicates entre la végétation et l'hydrologie ont sculpté le paysage en profondeur (consulter : Glaser *et al.* 1981, Janssens *et al.* sous presse).

LES HABITATS DE TERRES HUMIDES

Les terres humides sont différentes des écosystèmes aquatiques et des hautes terres qui les entourent. Elles fournissent un habitat essentiel à de nombreuses espèces de plantes, d'invertébrés et de vertébrés (Groupe de travail national sur les terres humides 1988, Gorham 1990). En matière de recherche et d'information, les participants à cet atelier ont déterminé quatre domaines susceptibles de fournir des données importantes pour la gestion des habitats de terres humides :

- la dynamique écologique,
- les facteurs limitatifs touchant la répartition des organismes,
- les interactions entre les terres humides et les autres habitats,
- la régénération et la conservation des terres humides.

Chacun de ces domaines de recherche et d'information est étudié ci-dessous.

DYNAMIQUE ÉCOLOGIQUE

On a analysé surtout les processus qui influent sur l'état des habitats de terres humides et la capacité de ces milieux à fournir des habitats à la faune. Les points étudiés sont les suivants :

- les cycles du carbone, de l'azote, du phosphore et du soufre;
- la dynamique des populations végétales et animales qui régit la biodiversité (en particulier, la dynamique des invertébrés);
- la réaction de la faune aux modifications hydrologiques et aux autres changements de l'habitat de terres humides.

Cycles du carbone, de l'azote, du phosphore et du soufre

Les cycles des éléments déterminent la structure des habitats de terres humides. Ils constituent des facteurs importants pour la croissance et la stabilité des populations de plantes, d'invertébrés et de vertébrés. Cette étude est axée sur ces caractéristiques des cycles des

éléments et traite également de l'influence indirecte de ces cycles sur le taux d'accumulation de la tourbe et des effets subséquents sur la structure des habitats de terres humides.

Les recherches portant sur les processus relatifs aux cycles visent à :

42. Déterminer les relations entre les cycles du carbone, de l'azote, du phosphore et du soufre et le succès des populations de plantes, d'invertébrés et de vertébrés. Il existe un besoin pressant d'étudier plus en détail les processus sous-jacents aux cycles du carbone, de l'azote, du phosphore et du soufre dans les terres humides du Canada. Ce besoin se fait particulièrement sentir dans le cas des terres humides d'eaux douces du sud et des tourbières du nord. Les études dans ce domaine devraient comporter une recherche sur les principaux processus souterrains mettant en jeu les activités microbiennes qui influent sur les processus en cause dans les cycles des éléments.

Il est également évident qu'il faut déterminer le rôle des cycles des éléments dans la dynamique des populations fauniques des terres humides. La qualité de l'habitat, qui se traduit par sa capacité à fournir les conditions essentielles à la survie des végétaux, des invertébrés et des vertébrés, est étroitement liée aux cycles des éléments. Les deux premiers types de populations constituant une source de nourriture pour de nombreuses espèces fauniques du groupe des vertébrés, le succès de ces espèces-proies est vital. Une meilleure compréhension des cycles des éléments permettra aux chercheurs

d'établir la relation qui existe entre la biodiversité des terres humides et les processus en jeu dans les cycles des éléments.

43. Déterminer le mécanisme par lequel, à l'intérieur du cycle du carbone, le taux d'accumulation de la tourbe influe sur la structure de l'habitat. On sait que le cycle du carbone constitue un élément important dans la production de la tourbe. La tourbe étant un facteur important dans la définition de la structure des habitats de terres humides, le rôle du cycle du carbone dans la croissance et l'accumulation de la tourbe doit faire l'objet d'études plus poussées.

Dynamique des populations végétales et animales

Les discussions ont porté sur la manière dont la faune utilise les habitats de terres humides et la façon dont l'utilisation de l'habitat par une espèce influe sur son utilisation par une autre espèce. En outre, le rôle des invertébrés dans la chaîne alimentaire des terres humides couvre un domaine caractérisé par des lacunes importantes en matière de données.

Les domaines de recherche particuliers qui ont été déterminés sont les suivants :

44. Établir la relation entre les caractéristiques des terres humides et la faune et déterminer les préférences de chaque espèce par rapport aux divers types de terres humides. Les résultats des études concernant le besoin en recherche présenté au numéro 42 permettront de connaître les espèces-proies présentes dans un habitat

particulier de terres humides. Ces données pourront alors servir à déterminer les espèces prédatrices qui devraient également être présentes dans cet habitat de terres humides. De plus, la structure des terres humides, exprimée en fonction de leur taille, de la couverture végétale et de la quantité de tourbe, aura une influence directe sur les espèces fauniques présentes.

45. Définir les interactions entre les diverses espèces fauniques. Il faut effectuer des recherches en vue de documenter et de décrire la chaîne alimentaire dans les terres humides, et surtout, afin de déterminer pourquoi certaines espèces sont dominantes dans des types particuliers de terres humides, pourquoi certaines espèces sont transitoires dans des types de terres humides bien déterminés et pourquoi des espèces rares et des espèces menacées ne se trouvent que dans certains types de terres humides.

46. Étudier les interactions qui existent entre les invertébrés et les prédateurs ainsi qu'entre les invertébrés et les processus liés à la géochimie et au débit dans les terres humides. Les invertébrés se situent à la base de la chaîne alimentaire et constituent de ce fait une source de nourriture extrêmement importante. La diversité des invertébrés dans une terre humide engendre donc une grande diversité de prédateurs dans les habitats qu'elle contient. Les invertébrés sont en relation étroite avec la chimie végétale et les régimes de débit des terres humides, et ils réagissent aux perturbations qui modifient ces facteurs. C'est pourquoi ils servent de bio-indicateurs des perturbations qui

surviennent dans une terre humide. Une fois que les besoins en recherche et en information relatifs aux processus ayant trait à la géochimie et au débit seront comblés, nous disposerons de données permettant de déterminer les processus en jeu dans les terres humides, qui sont liés à la dynamique des populations d'invertébrés.

Réaction de la faune aux modifications hydrologiques et aux autres changements de l'habitat

La perturbation des terres humides peut engendrer de nombreux changements dans la dynamique des systèmes, notamment : des modifications de la composition spécifique; une altération ou une perte de structure ou de fonction; une déstabilisation des interactions avec d'autres écosystèmes dans la biosphère (Gorham 1990). Dans tous les cas, la perturbation peut provenir de sources naturelles ou anthropiques, bien que les changements d'origine anthropique aient souvent des répercussions plus graves.

À mesure que les perturbations directes d'origine humaine augmentent (par exemple le drainage, l'endiguement, les aménagements hydro-électriques, la pollution, la foresterie, l'agriculture) et que les perturbations naturelles deviennent plus difficiles à prévoir à cause des effets indirects des activités humaines (par exemple le réchauffement du globe, les interactions chimiques résultant des sources de pollution), il devient indispensable de comprendre les effets qui découlent de la perturbation des terres humides.

Avant de pouvoir gérer les terres humides en fonction de scénarios comportant des perturbations, il faut :

47. Comprendre le mécanisme de réaction des différentes espèces fauniques aux changements qui se produisent à divers niveaux dans les terres humides.

Cette question vaste et complexe doit englober les altérations des différents éléments de l'habitat (par exemple des changements dans la structure de la végétation, les sources de nourriture et le pH) à l'échelle moléculaire et jusqu'au niveau de la structure écosystémique. La connaissance du mécanisme de réaction de diverses espèces fauniques à la perturbation de différentes caractéristiques de l'habitat, à divers niveaux de complexité, permettra aux gestionnaires de prévoir les effets des régimes de perturbation dans les terres humides.

48. Étudier également les interactions indirectes. Sans toucher directement une espèce prédatrice, une perturbation peut produire un effet indirect sur cette espèce en exerçant des pressions sur la proie dont elle se nourrit. Il faudrait documenter ces associations dynamiques de la chaîne alimentaire.

FACTEURS LIMITATIFS TOUCHANT LA RÉPARTITION DES ORGANISMES

Les discussions sur les facteurs qui limitent la répartition des organismes ont également porté sur ceux qui limitent leur abondance et leur productivité. Ces facteurs limitatifs sont les suivants :

- précipitations et température;

- éléments nutritifs;
- équilibre acide-base et salinité;
- hydrologie;
- interactions interspécifiques et superficie des terres humides.

Précipitation et température

Bien que les espèces fauniques soient adaptées aux variations «normales» des conditions atmosphériques, elles peuvent être vulnérables aux phénomènes extrêmes qui entraînent des perturbations inhabituelles dans les processus caractéristiques de l'habitat. Il faut effectuer des recherches visant à :

49. Déterminer comment les phénomènes atmosphériques rendent les habitats de terres humides inadéquats ou limitatifs pour les espèces fauniques. Les phénomènes atmosphériques peuvent limiter la qualité d'un habitat pour une espèce donnée et, par conséquent, la répartition, l'abondance et la productivité de la faune. L'effet d'une altération de l'habitat pour une espèce donnée dépend de la tolérance particulière de cette espèce aux changements qui surviennent dans l'habitat. Les facteurs climatiques qui limitent la qualité de l'habitat sont les suivants :

- le temps de séjour de la neige accumulée;
- la quantité de lumière solaire reçue;
- la longueur de la saison de croissance;
- la variation entre les températures diurnes maximale et minimale.

Des études devraient porter sur les raisons qui rendent un habitat non propice pour les espèces vulnérables après un événement atmosphérique important.

Éléments nutritifs

La survie des plantes et des invertébrés dépend de la disponibilité des éléments nutritifs nécessaires. Il faut donc entreprendre des études afin de déterminer :

50. Les besoins minimaux en éléments nutritifs pour des espèces données de plantes et d'invertébrés dans divers types de terres humides. Étant donné que la disponibilité des éléments nutritifs a une incidence sur la santé et la vigueur des plantes et des invertébrés, tout processus qui limite l'apport des minéraux et des éléments essentiels modifiera la capacité de survie de ces espèces.

Équilibre acide-base et salinité

Cette étude a porté sur la façon dont les fluctuations du pH et de la salinité peuvent limiter la qualité de l'habitat pour la faune des terres humides. Le besoin en matière de recherche qui en découle est le suivant :

51. Déterminer comment, dans divers types de terres humides aux caractéristiques particulières relativement à l'équilibre acide-base et à la salinité, il y a une limitation de la qualité de l'habitat pour la faune, et par conséquent, de la survie d'espèces fauniques données. Bien que l'équilibre acide-base et la salinité soient des

facteurs limitatifs surtout dans le cas des plantes et des invertébrés, ils peuvent également influencer sur la qualité de l'habitat pour les vertébrés (par exemple les amphibiens et certains oiseaux aquatiques). De nombreuses espèces ont des exigences très précises en matière de pH, de COD et de salinité et sont donc absentes de tout habitat de terres humides qui ne répond pas à ces exigences.

Hydrologie

L'hydrologie n'a pas été considérée comme un processus, mais comme une composante susceptible de limiter la qualité de l'habitat. Les divers habitats de terres humides ont des régimes caractéristiques différents en ce qui a trait au débit, ce qui influe sur la qualité de l'habitat pour la faune. Les recherches devraient porter sur :

52. La manière dont les divers types de terres humides avec leurs caractéristiques particulières en matière de débit limitent la qualité de l'habitat pour la faune. La nature de l'écoulement (p. ex. la vitesse, le volume, la profondeur sous la surface, les fluctuations du niveau phréatique) et la nature des niveaux phréatiques ont été considérés comme étant les facteurs hydrologiques principaux qui influent sur la qualité d'un habitat de terres humides pour la faune.

Interactions interspécifiques et superficie des terres humides

La présente section du document traite des facteurs qui favorisent la dominance d'une espèce faunique particulière dans

un habitat de terres humides. On sait tous que la dominance résulte de nombreuses variables dynamiques; cependant, nous en avons discuté au niveau le plus élémentaire. Premièrement, on a étudié la relation entre la taille de l'habitat et le succès d'une espèce. En second lieu, on a examiné les interactions interspécifiques dans un habitat de terres humides en vue de déterminer de quelle façon une espèce en déplace une autre. La recherche doit donc:

53. Étudier comment les espèces fauniques dominantes d'un habitat de terres humides maintiennent leur dominance chez les gros et les petits vertébrés, les plantes et les invertébrés. Ce thème est étroitement lié à la section portant sur la «Dynamique des populations végétales et animales» (besoins numéros 45 à 47, ci-dessus). Il traite de la façon dont la présence d'une certaine espèce dans un habitat de terres humides limitera ou restreindra la colonisation par d'autres espèces fauniques. Dans le cas des terres humides, les interactions dynamiques entre les espèces fauniques n'ont pas été étudiées d'une manière aussi détaillée que pour de nombreux autres types d'habitats de hautes terres. Il faudrait noter que cette vaste question comporte de nombreux éléments et doit donc être analysée étape par étape, sur une longue période.

54. Déterminer l'espace minimal nécessaire pour la faune des terres humides. La superficie de la terre humide représente un facteur qui pourrait avoir des répercussions importantes sur la qualité de l'habitat.

De nombreuses espèces de vertébrés de grande taille ont besoin d'un espace minimal et ne peuvent être dominantes que dans les habitats qui répondent à ce besoin.

INTERACTIONS DES TERRES HUMIDES AVEC D'AUTRES HABITATS

Beaucoup d'habitats de hautes terres et d'habitats aquatiques qui entourent les terres humides exercent une influence sur ces terres et ont des interactions avec elles. Il importe donc d'examiner l'incidence des habitats environnants sur les terres humides, et de déterminer si leurs effets sont prévisibles.

En général, les «autres habitats» étudiés se regroupent en deux grandes catégories : les habitats naturels et les habitats anthropiques (habitats créés ou modifiés par l'activité humaine). Les questions qui ressortent de l'étude sur les habitats naturels touchent les points suivants :

- les habitats de hautes terres;
- les habitats aquatiques;
- les facteurs atmosphériques.

Les discussions portant sur les habitats d'origine anthropique ont été axées principalement sur la manière dont les perturbations humaines dans les habitats environnants ont produit l'un ou l'autre des résultats suivants :

- des effets sur les processus observés dans les terres humides;
- l'afflux de quantités inhabituelles d'éléments nutritifs;

- l'augmentation des concentrations de contaminants.

Parmi les questions traitées, sont :

- les altérations relatives au drainage;
- les altérations de l'habitat et les changements découlant de l'utilisation des terres;
- les effluents;
- les dépôts atmosphériques et les sédiments fluviaux.

Habitats naturels

On a discuté des mécanismes par lesquels les apports (eau, éléments nutritifs, toxines et biote) provenant des habitats de hautes terres et des habitats aquatiques influent sur les écosystèmes des terres humides. Il est également important de définir la nature des éléments qui passent des terres humides aux habitats avoisinants, et de déterminer si le type d'habitat adjacent influe sur la nature et la composition de ces éléments. On doit accumuler beaucoup de connaissances pour être en mesure d'expliquer la nature des interactions entre les divers types d'habitats et les terres humides.

Les besoins en matière de recherche sont les suivants :

55. Décrire les divers types d'habitats de terres humides au Canada et déterminer leurs caractéristiques particulières. Les processus relatifs aux cycles des éléments nutritifs ainsi que les régimes relatifs au biote, aux toxines et à l'écoulement varient selon les divers habitats de terres humides. Bien

entendu, ces facteurs influencent les espèces présentes dans cet habitat et, par conséquent, les interactions interspécifiques entre des habitats voisins. La préparation de documents sur les différences qui caractérisent les divers types d'habitats de terres humides aidera à expliquer l'absence ou la présence de certaines espèces ainsi que les interactions interspécifiques.

56. Déterminer si certains types particuliers d'écosystèmes adjacents à une terre humide ont une incidence sur les processus internes et sur les éléments soustraits de la terre humide. Il s'avère nécessaire d'étudier l'influence des divers habitats aquatiques et de hautes terres sur les éléments soustraits des terres humides et sur les processus qui se produisent dans les terres humides.

57. Déterminer le type de précipitation (par exemple le brouillard, les orages, la neige) qui ont les effets les plus marqués sur les processus observés dans les terres humides par rapport aux niveaux phréatiques et aux apports chimiques, et déterminer si le type et l'intensité des phénomènes atmosphériques ont des effets sur ces processus. On doit étudier les apports en eau et en substances chimiques d'origine atmosphérique et établir leur relation avec les processus observés dans les terres humides, qui pourraient être touchés. Si les apports provenant de l'atmosphère jouent un rôle dans les processus caractéristiques des terres humides, il faut effectuer des recherches afin de déterminer l'importance du type de précipitations.

Drainage et altérations de l'habitat d'origine humaine

Les activités comme l'agriculture, la foresterie, la récolte de tourbe, les aménagements hydro-électriques et la construction de routes peuvent modifier considérablement les régimes d'écoulement naturels et, par conséquent, le débit de l'eau dans les terres humides. L'utilisation de machinerie, l'élimination de la végétation naturelle et l'aménagement extensif des terres sont les mécanismes principaux qui influent sur l'écoulement provenant des habitats perturbés.

Les recherches (y compris diverses expériences sur les habitats naturels) devraient :

58. Permettre de comprendre la base du mécanisme par lequel certaines activités particulières d'utilisation des terres à proximité des terres humides influent sur le débit entrant de ces terres humides. L'activité humaine a une incidence directe sur la structure de l'habitat où elle se produit de même que sur les processus caractéristiques de cet habitat. Elle peut également avoir des répercussions sur les habitats voisins. Il est évident que la nature du changement survenu dans l'habitat dépend de l'activité d'utilisation des terres qui s'y produit. On traite de l'altération des habitats de terres humides et des besoins en matière de recherche dans la section précédente, intitulée «Réaction de la faune aux modifications hydrologiques et aux autres changements de l'habitat» (besoins en recherche numéros 47 et 48).

Dépôts atmosphériques et sédiments fluviaux

On s'inquiète beaucoup de la pollution des terres humides par le rejet d'effluents terrestres ou atmosphériques. Les pesticides employés en foresterie et en agriculture et les polluants atmosphériques provenant des industries atteignent les terres humides même les plus reculées. De plus, l'élimination de la végétation à des fins agricoles et forestières conduit souvent à une augmentation du débit solide dans les ruisseaux qui se jettent dans les terres humides.

Les recherches nécessaires consistent à :

59. Déterminer comment les polluants chimiques les plus communs interfèrent avec les processus «normaux» observés dans les terres humides. De quelle façon les changements imputables à la pollution modifient-ils les caractéristiques de l'habitat, notamment le pH, le COD, la quantité d'éléments nutritifs et la composition des plantes, des invertébrés et des vertébrés?

60. Déterminer comment l'augmentation de la charge en sédiments et en solides dissous modifie les processus dans les terres humides et les changements qui en résultent pour les communautés végétales dans un habitat de terres humides. Ce besoin en recherche vise à déterminer si les altérations des processus régissant les cycles des éléments, du pH, des teneurs en COD et des propriétés du débit, qui pourraient

résulter d'une augmentation du débit solide, ont des répercussions sur les taux de croissance et de survie de la végétation.

R É G É N É R A T I O N E T C O N S E R V A T I O N D E S T E R R E S H U M I D E S

Étant donné que les terres humides constituent un habitat unique, dynamique et essentiel à la survie de nombreuses espèces fauniques, on doit consacrer des efforts à la recherche sur les questions de régénération et de conservation de ces terres. Parmi les questions qui ont été considérées comme étant les plus importantes dans les discussions, sont :

- la compréhension des tendances sur le plan de la succession dans les terres humides afin de déterminer les endroits importants;
- le perfectionnement de la technologie en matière de régénération des terres humides.

Succession dans les terres humides

Il est logique de protéger d'abord les terres humides dont la valeur est la plus grande (en raison de leurs propriétés uniques et de leur importance pour la faune). Cependant, jusqu'à ce que l'on ait déterminé à quelle étape de la succession les terres humides présentent le plus de valeur pour la faune, il sera difficile d'établir avec certitude quelles terres humides sont ou seront importantes en tant qu'habitat. La recherche aura pour objectif :

61. *D'acquérir, à l'aide de techniques relatives aux chronoséquences et à la paléoécologie, une certaine connaissance des tendances évolutives des terres humides et d'établir quelles étapes du cycle évolutif sont les plus importantes pour les diverses espèces fauniques.* Cette recherche nécessitera l'établissement de modèles de succession pour les habitats de terres humides et l'association d'une espèce à un habitat dont la succession se trouve à un point donné qu'il est possible de préciser. Les gestionnaires pourront ainsi déterminer quels stades de la succession recherche l'espèce étudiée.

Dans cet ordre d'idées, l'analyse des fossiles de bryophytes présents dans des échantillons de tourbe datés permet actuellement l'élaboration de profils selon l'âge et la profondeur des échantillons afin d'en déduire le pH et la hauteur de la surface de la tourbe au-dessus du niveau phréatique moyen (Janssens 1990, Janssens *et al.* sous presse).

Régénération des terres humides

La perte des terres humides étant de plus en plus inquiétante, il devient crucial de connaître des techniques de régénération des terres humides perturbées. La régénération est une science complexe et il faut connaître les composantes de la terre humide perturbée qui doivent être restaurées pour atteindre le résultat souhaité. Dans les activités de régénération, on doit user de prudence et veiller à ce que la régénération «améliore» réellement la terre humide au lieu de la détruire. Pour déterminer les composantes de

l'habitat qui ont été modifiées et celles qu'il faut restaurer, il est essentiel de posséder une connaissance approfondie des processus en cause dans un habitat de terres humides. La recherche doit donc :

62. Permettre de prévoir les effets résultant de perturbations particulières sur un système de terres humides et mettre au point des techniques efficaces pour la régénération des processus caractéristiques des terres humides. Il faut effectuer des modifications expérimentales sur un écosystème afin de déterminer comment les conditions de drainage, l'équilibre acide-base, le bilan énergétique et les cycles des éléments nutritifs peuvent être perturbés,

puis restaurés. À mesure que les techniques de régénération se perfectionnent, nous devons également être en mesure de prévoir avec exactitude comment les processus et les interactions dans les terres humides seront modifiés en réponse à divers régimes de perturbation. Nous ne pourrions être certains du succès de la régénération tant qu'il n'aura pas été prouvé expérimentalement que les processus géochimiques et les processus relatifs à la faune peuvent être manipulés de façon prévisible.

RECOMMANDATIONS

Les besoins en matière de recherche et d'information déterminés dans les sections précédentes résultent d'une vaste mais brève analyse des questions relatives aux terres humides et des travaux en cours dans ce domaine au Canada. La méthode la plus efficace pour obtenir les données nécessaires consiste à adopter une méthode de recherche intégrée plutôt qu'à effectuer une série de recherches et d'efforts de surveillance indépendants. De même, on doit adopter des méthodes de gestion générales et intégrées, pour saisir la nature interactive de l'ensemble des questions qui se posent aux gestionnaires de l'environnement et des terres humides.

Chacune des huit recommandations suivantes, préparées au cours de l'atelier, correspond en général à l'un des deux types d'activités nécessaires au soutien de la recherche sur l'écologie, la gestion et la régénération des terres humides, à savoir :

- la création de services et de capacités en matière d'infrastructure et d'organisation;
- la création d'outils et de mécanismes pour l'inventaire, la surveillance, et la recherche.

Bien que ces catégories d'activités ne soient pas complètement distinctes, elles constituent un cadre de travail utile à l'étude des recommandations.

RECOMMANDATIONS RELATIVES À L'INFRASTRUCTURE ET À L'ORGANISATION

1. *Développer des politiques nationales efficaces pour la protection des terres humides.* Les terres humides disparaissent à un rythme effréné dans certaines parties du Canada. Les pertes sont particulièrement considérables dans les zones où des pressions en faveur de l'utilisation des terres à des fins agricoles et urbaines entrent en conflit avec le maintien des habitats de terres humides. Il est nécessaire d'établir une politique visant précisément la protection des terres humides. Une collaboration officielle entre les gouvernements fédéral

et provinciaux doit s'établir avant que l'on puisse mettre en oeuvre avec succès une politique de ce genre.

2. *Établir un réseau officiel de coordination des recherches sur les terres humides au Canada.* Il se fait une recherche de haute qualité dans le domaine des terres humides au Canada; toutefois, l'acquisition globale des connaissances pourrait se faire plus efficacement si les efforts étaient mieux coordonnés. Il faudrait créer un réseau officiel formé de scientifiques des universités, du gouvernement et du secteur privé, dont le rôle serait de superviser la coordination des efforts de recherche. Ce réseau serait chargé d'établir les priorités en matière de recherche et d'organiser régulièrement des symposiums et des sessions de formation. L'avantage de ce réseau serait d'assurer le maintien de la communication et d'informer les chercheurs sur les activités connexes.

3. *Créer des centres d'excellence en matière de terres humides.* Il est prouvé que l'utilisation de centres d'excellence universitaires destinés à faciliter la recherche constitue un mécanisme efficace pour d'autres disciplines scientifiques. Les centres d'excellence constitueraient des lieux de formation adéquats pour les chercheurs et contribueraient idéalement à la gestion des terres humides et aux recherches en cours dans ce domaine. Le ministère fédéral de l'Environnement pourrait y participer en fournissant une orientation en matière de gestion et en collaborant à l'établissement des priorités en matière de recherche. Les centres d'excellence aideraient à donner une orientation à la

recherche et à réaliser concrètement une bonne partie des études en cours.

4. *Établir un programme de subventions à la recherche sur les terres humides.* Il est prouvé que les subventions sont un mécanisme efficace dans le cas des recherches axées sur les ressources naturelles. Les subventions à la recherche sur les terres humides offriraient un mécanisme visant à répondre à certains des besoins en matière de recherche mentionnés dans le présent rapport et permettraient également au gouvernement fédéral de fournir un apport important relativement aux orientations de la recherche.

INVENTAIRE ET SURVEILLANCE

5. *Intégrer les données existantes relativement aux terres humides à des bases de données exhaustives.* On a déjà accumulé de nombreuses données sur bien des aspects des terres humides du Canada. Le fait que la plupart des données existantes sont dispersées dans de multiples petites bases de données distinctes, réparties dans tout le pays, entrave l'utilisation efficace de ces données. En créant des banques centrales d'information, on assurerait une meilleure utilisation des données et l'on diminuerait la répétition des efforts. Il ne serait pas nécessaire d'intégrer toutes les données existantes dans une seule base de données très importante, mais il faudrait les centraliser afin d'en rendre l'utilisation plus facile et plus efficace. Cette tâche devrait également comprendre la compilation des variables climatologiques et hydrologiques pertinentes qui pourraient être utilisées pour faciliter les recherches relatives aux

effets éventuels des changements climatiques sur les habitats de terres humides.

6. Créer des programmes de surveillance bien conçus. Afin de comprendre les effets des perturbations sur les processus caractéristiques des terres humides, et l'évolution de ces processus en fonction du temps, il faut établir des projets de surveillance à long terme. Dans cette recommandation, on insiste sur la nécessité que ces programmes soient bien conçus, tant du point de vue de la structure statistique que de la représentation du paysage. Dans la mesure du possible, ces programmes devraient :

- être conçus en fonction de bassins de drainage représentatifs ou de complexes de terres humides représentatifs;
- être intégrés aux programmes actuels de surveillance des conditions météorologiques et de la pollution;
- inclure des zones non touchées par les activités humaines afin de surveiller les composantes des habitats qui sont vulnérables aux variables climatiques (p. ex. la température de l'air, les précipitations, le CO₂);
- intégrer la surveillance d'habitats qui, sans appartenir à la catégorie des terres humides, influent sur les terres humides (c.-à-d. les hautes terres adjacentes);
- inclure une évaluation des réserves de tourbe;
- inclure des terres humides exploitables et à caractère unique.

7. Assurer l'intégration des systèmes de classification qui ont des limites écologiques ou politiques. Au Canada, on utilise actuellement plusieurs systèmes de classification conçus soit pour les terres humides uniquement, soit pour des terres humides et d'autres écosystèmes. Les frontières définies au sein de certains de ces systèmes sont politiques plutôt qu'écologiques. Les divers scientifiques qui font des recherches sur les terres humides ont souvent recours à des systèmes de classification différents. Les divergences actuelles entre les systèmes de classification entravent les efforts visant l'intégration des données, l'évaluation de l'état des ressources relatives aux terres humides et la description des effets des perturbations sur un habitat de terres humides. On devrait donc consacrer des efforts à l'intégration des systèmes de classifications existants. Cette activité pourrait nécessiter le recours à l'une ou à plusieurs des tâches suivantes :

- l'évaluation des systèmes de classification actuels;
- la création d'un système de classification hiérarchique qui faciliterait l'utilisation à des niveaux spatiaux différents;
- la création d'un système de classification non soumis à des contraintes géopolitiques, où une recommandation visant son adoption.

8. Créer un répertoire exhaustif des terres humides. Parallèlement aux activités présentées ci-dessus, il faudrait effectuer un inventaire exhaustif des terres humides du Canada. La mise en oeuvre de la recommandation numéro 1

présentée ci-dessus permettra de réaliser partiellement cet objectif. Mais il faudra y consacrer des efforts supplémentaires, entre autres :

- la création, à partir des bases de données existantes, d'une base de données ou «répertoire» intégré;
- l'analyse des bases de données actuelles en vue de déterminer les principales lacunes en matière d'information, et de les éliminer.

DOCUMENTS DE RÉFÉRENCE

- Anderson, J.M. 1986. Effects des pluies acides sur les terres humides. Document de travail no 50. Direction générale des terres, Environnement Canada. Hull (Québec). 38 p.
- Boelter, D.H. et E.S. Verry. 1977. Peatland and Water in the Northern Lake States. North Central Forest Experiment Station, Forest Service, United States Department of Agriculture. General Technical Report No. NC-31. 22 p.
- Bolin, B., B.R. Doos, J. Jaeger, et R.A. Warrick (éditeurs). 1986. The Greenhouse Effect, Climate Change, and Ecosystems. SCOPE No. 29. John Wiley and Sons. Chichester (Angleterre). 530 p.
- Environnement Canada. 1986. Les milieux humides du Canada: une ressource à conserver. Feuillet d'information no 86-4. Direction générale des terres, Environnement Canada. Hull (Québec). 8 p.
- Environnement Canada. 1991. Research and Information Needs for Canadian Wetlands. Proceedings of a Workshop on Wetland Hydrogeochemistry. Compilé par C.H.R. Wedeles, J.D. Meisner, et M.J. Rose. Technical Workshop Series, No. 10. Direction des eaux intérieures. Ottawa (Ontario). 61 p.
- Glaser, P.H., G.A. Wheeler, E. Gorham, et H.E. Wright. 1981. The patterned mires of the Red Lake Peatland, northern Minnesota: vegetation, water chemistry, and land forms. *Journal of Ecology* 69: 575 - 599.
- Gorham, E. 1990. Biotic impoverishment in northern peatlands. p. 65 - 98 Dans The Earth in Transition: Patterns and Processes of Biotic Impoverishment. G.M. Woodwell, éditeur. Woods Hole Research Center. Cambridge (Massachusetts).
- Gorham, E., S.E. Bayley, et D.W. Schindler. 1984. Ecological effects of acid deposition upon peatlands: a neglected field in "acid-rain" research. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 41: 1256 - 1268.

- Gorham, E., J.A. Janssens, G.A. Wheeler, et P.H. Glaser. 1987. Natural and anthropogenic acidification of peatlands. p. 493 - 512 Dans T.C. Hutchison et K. Meema, éditeurs. Effects of Atmospheric Pollutants on Forests, Wetlands, and Agricultural Ecosystems. Springer Verlag, Berlin.
- Gorham E., J.K. Underwood, F.B. Martin, et J.G. Ogden. 1986. Natural and anthropogenic causes of lake acidification in Nova Scotia. *Nature* 324: 451 - 453.
- Group de travail national sur les terres humides. 1986. Canada - les terres humides. Carte. L'Atlas national du Canada. Énergie, Mines and Ressources Canada and Environnement Canada. Ottawa (Ontario).
- Group de travail national sur les terres humides. 1988. Terres humides du Canada. Série de la classification écologique du territoire, no 24. Service canadien de la faune, Environnement Canada. Hull (Québec) et Polyscience Publications Inc. Montréal (Québec). 452 p.
- Harrington, J.B. 1989. Climate change and the Canadian forest. p. 297 - 302 Dans Compte rendue, Second North American Conference on Preparing for Climate Change: A Cooperative Approach. The Climate Institute, Washington (D.C.).
- Jaeger, J. 1988. Anticipating climate change. *Environment* 30(7): 7.
- Janssens, J.A. 1990. Methods in Quaternary ecology: Bryophytes II. *Geoscience Canada* 17: 13 - 24.
- Janssens, J.A., B.C.S. Hansen, P.H. Glaser, et C.W. Barnosky. Sous presse. Development of a raised bog complex in northern Minnesota. Dans H.E. Wright, B. Coffin, et N. Aaseng, éditeurs. Patterned Peatlands of Northern Minnesota. University of Minnesota Press. Minneapolis (Minnesota).
- Jones, M.L., D.R. Marmorek, B.S. Reuber, P.J. McNamee, et L.P. Rattie. 1986. Brown Waters: Relative Importance of External and Internal Sources of Acidification on Catchment Biota. LRTAP Workshop No. 5. Rapport pour Environnement Canada et Pêches et Océans Canada. ESSA Ltd. Vancouver (Colombie-britannique). 85 p.
- Keddy, P.A. et A.A. Reznicek. 1986. Great Lakes vegetation dynamics: the role of fluctuating water levels and seeds. *Journal of Great Lakes Research* 12: 25 - 36.
- Kellog, W.M. et Z. Zhao. 1988. Sensitivity of soil moisture to doubling of carbon dioxide in climate model experiments. *Journal of Climate* 1: 348 - 366.

- Kessel-Taylor, I. 1985. An Examination of Alternative Causes of Atlantic Salmon Decline and Surface Water Acidification in Southwest Nova Scotia. Document de travail no 46. Direction générale des terres, Environnement Canada. Hull (Québec). 42p.
- Kessel-Taylor, I. et J.M. Anderson. 1987. Preliminary rating of wetland potential to reduce incoming acidic deposition. p. 317 -323 Dans Compte rendu, Wetlands/Peatlands '87 Symposium. Canadian Society for Peat and Peatlands. Edmonton (Alberta).
- MacDonald, G.J. 1989. Climate impacts of methane clathrates. p. 94 - 101 Dans Compte rendu, Second North American Conference on Preparing for Climate Change: A Cooperative Approach. The Climate Institute. Washington (D.C.).
- Meisner, J.D., J.S. Rosenfeld, et H.A. Regier. 1988. The role of groundwater in the impact of climate warming on stream salmonides. Fisheries 13(3): 2 - 8.
- Moore, T.R. 1991. Methane emissions from peatlands. Dans Compte rendu, Workshop on Hydrogeochemistry of Wetlands. Scientific Report Series. Direction des eaux intérieures, Environnement Canada. Moncton (Nouveau Brunswick).
- Mortsch, L. (éditeur). 1990. Eastern Canadian Boreal and Sub-arctic Wetlands: A Resource Document. Climatological Studies Report No. 42. Atmospheric Environment Service, Environnement Canada. Downsview (Ontario). 169 p.
- Prince, H.H et F.M. D'Itri (éditeurs). 1985. Coastal Wetlands. Lewis Publishers Inc. Chelsea (Michigan). 286 p.
- Regier, H.A. et J.D. Meisner. 1990. Anticipated effects of climate change on freshwater fishes and their habitat. Fisheries 15(6): 10 - 15.
- Rizzo, B. et E.B. Wiken. Sous presse. Assessing the sensitivity of Canada's ecosystems to climate change. Journal of Climatic Change.
- Rubec, C.D.A., P. Lynch-Stewart, I. Kessel-Taylor, et G.M. Wickware. 1988. Utilization des terres humides au Canada. p. 379 - 412, Chapitre 10 Dans terres humides du Canada. Série de la classification écologique du territoire, no 24. Service canadien de la faune, Environnement Canada. Hull (Québec).
- Schiff, H.I. et L.A. Barrie. 1988. A Cooperative Canadian University/ Government/ Industry Research Program on "The Role of Canadian Wetlands in Influencing the Composition of the Atmosphere and Climate": A Workshop Report and Three-Year Program Plan. Canadian Institute for Research on Atmospheric Chemistry. York University. North York (Ontario).

Steedman, R.J. et H.A. Regier. 1987. Ecosystem science for the Great Lakes: perspectives on degradative and rehabilitative transformations. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, Special Publication No. 106. Rapport no CIRAC/018801. 82 p.

Taylor, C.H. et D.C. Pierson. 1984. Effect of variable source areas on cations delivery from a small wetland watershed. Dans Compte rendu, Canadian Hydrology Symposium. Québec (Québec).

Woo, M.K. et J. Valverde. 1981. Summer streamflow and water level in a mid-latitude forested swamp. Forest Science 27: 177 - 189.