

**L'état  
des  
Grands Lacs**

1997

par  
les gouvernements du  
Canada  
et  
des États-Unis d'Amérique



COOPERATING TO IMPLEMENT THE GREAT LAKES WATER QUALITY AGREEMENT  
MISE EN OEUVRE DE L'ACCORD SUR LA QUALITÉ DE L'EAU DES GRANDS LACS

# L'état des Grands Lacs

1997 – l'année du littoral

*Préparé par*

**Environnement Canada**  
*et la*  
**U.S. Environmental Protection Agency**

Pour obtenir des exemplaires additionnels, veuillez communiquer avec :

ENVIRONNEMENT CANADA  
Bureau du Conseiller régional, Science  
867, chemin Lakeshore  
Burlington (Ontario) L7R 4A6  
Canada  
ISBN 0-662-82254-4  
N° de catalogue En.40-11/35-1997F

U.S. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY  
Great Lakes National Program Office  
77 West Jackson Blvd.,  
Chicago, Illinois 60604  
U.S.A.  
EPA905-R-97-014 - Août 1997

# TABLE DES MATIÈRES

|  |    |
|--|----|
| Sommaire .....   | i  |
| 1. Introduction .....  | 1  |
| 1.1 Contexte de la CÉÉGL .....   | 1  |
| 1.2 CÉÉGL 94 .....   | 3  |
| 1.2.1 Mise à jour sur l'état de santé de la communauté aquatique depuis 1994 ..... | 5  |
| 1.2.1.1 Espèces exotiques .....  | 5  |
| 1.2.1.2 Structure des communautés .....  | 5  |
| 1.2.1.3 Cote globale .....   | 6  |
| 1.2.2 Mise à jour sur les habitats aquatiques et les milieux humides .....         | 6  |
| 1.2.2.1 Cote globale .....   | 6  |
| 1.2.3 Mise à jour sur la santé humaine .....                                       | 6  |
| 1.2.3.1 Tendances de la teneur en contaminants dans l'environnement .....          | 6  |
| 1.2.3.2 Avis de sécurité sur la consommation du poisson .....                      | 7  |
| 1.2.3.3 Charges corporelles de contaminants chez les humains .....                 | 7  |
| 1.2.3.4 Cote globale .....   | 8  |
| 1.2.4 Mise à jour sur les contaminants toxiques .....                              | 8  |
| 1.2.4.1 Cote globale .....   | 8  |
| 1.2.5 Mise à jour sur les éléments nutritifs .....                                 | 8  |
| 1.2.6 Mise à jour sur l'économie .....   | 8  |
| 1.2.6.1 Cote globale .....   | 9  |
| 2. L'intégrité et la biodiversité de l'écosystème : sauver ce qu'il en reste ..... | 9  |
| 2.1 Intégrité .....  | 10 |
| 2.2 Biodiversité .....   | 10 |
| 2.3 Durabilité .....   | 11 |
| 3. État de l'information .....   | 12 |
| 4. Indicateurs .....   | 14 |
| 5. Le littoral .....   | 15 |
| 5.1 Les eaux littorales .....  | 17 |
| 5.1.1 Des caractéristiques physiques uniques .....                                 | 17 |
| 5.1.2 La santé des eaux littorales .....   | 18 |
| 5.1.3 Santé de la population humaine .....   | 25 |
| 5.1.4 Évaluation globale .....   | 28 |
| 5.2 Terres humides côtières .....  | 28 |
| 5.2.1 Physiquement uniques .....   | 28 |
| 5.2.2 Santé des terres humides côtières .....                                      | 30 |
| 5.2.3 Cote globale .....   | 32 |
| 5.3 Terres avoisinantes des Grands Lacs .....                                      | 34 |
| 5.3.1 Un paysage unique et varié .....   | 34 |
| 5.3.2 La santé des terres avoisinant les Grands Lacs .....                         | 34 |
| 5.3.2.1 Écorégions .....   | 34 |
| 5.3.2.2 Communautés écologiques .....  | 37 |
| 5.3.2.3 Évaluations individuelles des lacs .....                                   | 39 |

|     |   |    |
|-----|---|----|
| 6.  | Contraintes imposées au littoral .....                                | 39 |
| 6.1 | Sources de stress physique (y compris l'utilisation des terres) ..... | 41 |
| 6.2 | Facteurs de stress chimique .....                                     | 44 |
| 6.3 | Facteurs de stress biologiques .....                                  | 48 |
| 7.  | État de chaque lac .....  | 50 |
| 7.1 | Lac Supérieur .....   | 54 |
| 7.2 | Lac Michigan .....  | 56 |
| 7.3 | Lac Huron .....   | 59 |
| 7.4 | Lac Érié .....  | 61 |
| 7.5 | Lac Ontario .....   | 64 |
| 8.  | Voies interlacustres .....  | 66 |
| 8.1 | Rivière St. Marys .....   | 67 |
| 8.2 | Rivière St. Clair .....   | 67 |
| 8.3 | Lac St. Clair .....   | 68 |
| 8.4 | Rivière Détroit .....   | 69 |
| 8.5 | Rivière Niagara .....   | 69 |
| 8.6 | Fleuve Saint-Laurent .....  | 70 |
| 8.7 | Sources de stress communes aux voies interlacustres .....             | 70 |
| 9.  | Défis pour la gestion .....   | 74 |
| 10. | Glossaire .....   | 79 |
| 11. | Figures et tableaux .....   | 83 |
| 12. | Sources des photographies .....                                       | 84 |
| 13. | Renseignements sur les documents de travail de CÉÉGL 96 .....         | 84 |

## Remerciements

Les personnes ci-après ont consacré beaucoup de temps et d'effort à la rédaction du rapport :

### **Environnement Canada**

Harvey Shear  
Nancy Stadler-Salt  
Nicole Swerhun

### **United States Environmental Protection Agency**

Kent Fuller  
Duane Heaton  
Karen Holland  
Paul Horvatin

Ont également contribué à la rédaction :

Victor Cairns, Ministère des Pêches et Océans du Canada  
Fred Conway, Environnement Canada  
Ray Hoff, Environnement Canada  
Rimi Kalinauskas, Environnement Canada  
Anne Kerr, Environnement Canada  
Linda Mortsch, Environnement Canada  
Dale Phenicie, Council of Great Lakes Industries

De plus, nous tenons aussi à souligner le valeureux travail des auteurs des documents de fond (ainsi que les autres personnes, trop nombreuses pour être énumérées ici, qui ont beaucoup contribué). Ils ont su accomplir l'impossible et relever le défi d'échéanciers très serrés.

|   |   |
|---|---|
| Eaux littorales                                       | Murray Charlton, Environnement Canada<br>Thomas Edsall, U.S. Geological Survey                                      |
| Terres humides littorales                             | Laurie Maynard, Environnement Canada<br>Douglas Wilcox, U.S. Geological Survey                                      |
| Terres avoisinantes des Grands Lacs                   | Karen Holland, U.S. Environmental Protection Agency<br>Ron Reid, Bobolink Enterprises                               |
| Incidences de l'évolution de l'utilisation des terres | Victoria Pebbles, Great Lakes Commission<br>Ray Rivers, Environnement Canada<br>Steve Thorp, Great Lakes Commission |
| Information et gestion de l'information               | Wendy Leger, Environnement<br>Rich Greenwood, U.S. Fish & Wildlife Service  |

Enfin, nous sommes très reconnaissants envers les nombreuses personnes qui ont accepté de revoir le présent rapport.

Traduction : Linguistek Inc.

## Sommaire

Le présent rapport résume l'état des Grands Lacs à la fin de 1996. Il est fondé sur les cinq documents de travail étudiés à l'occasion de la Conférence sur l'état de l'écosystème des Grands Lacs (CÉÉGL) de 1996. La démarche de la CÉÉGL a été amorcée lors de la première conférence tenue en 1994, qui portait sur la totalité de l'écosystème des Grands Lacs. Par la suite, le rapport intitulé *L'État des Grands Lacs* (1995) a été publié conjointement par les gouvernements du Canada et des États-Unis d'Amérique. CÉÉGL 1996 était axée sur le littoral en tant qu'élément le plus lourdement touché, malgré le fait qu'il constitue la partie la plus productive du bassin. Modifiés par suite des commentaires reçus à la conférence, les documents de travail à l'appui du présent rapport portent sur les eaux littorales des Grands Lacs, les milieux humides côtiers des Grands Lacs, les terres riveraines des Grands Lacs (écosystèmes terrestres du littoral), l'évolution de l'utilisation des terres ainsi que sur l'information et la gestion de l'information.

Pour fournir une base systématique de discussion, les documents de travail ont étudié trois zones géographiques concentriques en plus de deux autres sujets. Étant donné l'ampleur de l'évolution de l'utilisation des terres, une attention spéciale lui a été accordée. En outre, l'importance de l'information et de la gestion de l'information, ainsi que le perfectionnement rapide des systèmes informatiques ont justifié la préparation d'un document distinct sur le sujet.

### Mise à jour de CÉÉGL 1994

Le premier rapport intitulé *L'État des Grands Lacs* offrait une vue d'ensemble de l'état de l'écosystème des Grands Lacs à la fin de 1994. On ne signale aucun changement majeur par rapport aux conclusions de ce rapport, ce qui n'est guère étonnant, car il faut compter de nombreuses années d'étude avant

d'en arriver à un certain nombre d'observations ou de conclusions à l'égard de la réaction d'un écosystème à des stress; ceci est particulièrement vrai pour un bassin aussi vaste que celui des Grands Lacs.

Même si la cote globale de la santé de la communauté aquatique demeure *variable – s'améliorant*, certains changements remarquables ont été signalés relativement à la situation des espèces exotiques et à la structure de la communauté :

Le territoire de la grémille (poisson) a progressé du lac Supérieur jusqu'au nord du lac Huron, ce qui représente une menace pour les espèces indigènes, en particulier la perchaude.

Le gobie (poisson) s'étend dans l'ensemble des Grands Lacs. Seul le lac Ontario n'a connu aucune progression à cet égard.

Au lac Supérieur, la population de touladi a connu un tel rétablissement que l'empoissonnement a été suspendu.

Le lac Érié demeure un écosystème très perturbé. En effet, la productivité de ses populations de poisson continue de péricliter.

Pour la première fois depuis 50 ans, le touladi affiche une recrudescence de son taux de reproduction naturelle dans le lac Ontario. La récente visualisation d'un chabot de profondeur (*Myoxocephalus quadricornis*) montre que cette espèce indigène autrefois considérée comme étant disparue est peut-être en voie de se rétablir.

Des avis de sécurité sur la consommation du poisson sont en vigueur dans de nombreuses parties du bassin des Grands Lacs. Néanmoins, selon l'édition de 1997 du Guide pour la consommation du poisson gibier de l'Ontario, les contaminants décelés dans le poisson continuent de régresser à la suite des interdictions et des restrictions visant les substances chimiques tels le DDT, les BPC, le

mirex, le toxaphène, le chlordane et la dieldrine.

Selon des études menées sur des prélèvements de sang et des échantillons de lait maternel, les concentrations de contaminants qui s'accumulent dans les tissus des résidents humains du bassin des Grands Lacs sont analogues à celles d'autres régions de la zone tempérée et inférieures à celles du Grand Nord et de l'Arctique. À cet égard, aucun changement important n'a été signalé depuis 1994.

On peut s'attendre à ce que l'étalement urbain, qui avait connu un ralentissement par suite de la récession, s'active avec la reprise économique au Canada et aux États-Unis. Comme on peut s'y attendre, la fin prévue de la migration à partir du bassin et un retour à la croissance démographique entraînera une accélération de ce phénomène.

## **CÉÉGL 1996**

### *Eaux littorales*

On a évalué l'état des eaux littorales sur la base d'un certain nombre d'issues souhaitées qui visent la santé des humains, de la faune aquatique et terrestre, de même que les stress que constituent les éléments nutritifs excédentaires et les contaminants. Les résultats des indicateurs pour le littoral indiquent que le milieu aquatique du littoral est *variable – s'améliorant*.

### *Milieus humides côtiers*

Comme on ne connaît qu'en partie l'état général des milieux humides côtiers de l'écosystème des Grands Lacs, il a été impossible d'attribuer une cote globale. Il n'existe ni inventaire ni système d'évaluation pour la majorité des milieux humides côtiers; on en connaît l'emplacement général grâce à la télédétection et à la photographie aérienne, mais il n'existe ni système de classification communément accepté ni de renseignement

systématique sur leur qualité, leur taux de perte ou leur taux de dégradation. On est assez bien renseigné sur les facteurs de stress à l'origine de leur dégradation et on a relativement bien étudié l'état de certaines zones à l'échelon local, mais il reste impossible à l'heure actuelle de réaliser un examen approfondi de l'état des milieux humides côtiers pour l'ensemble des Grands Lacs est révélé à partir de la télédétection et de la photographie aérienne, mais il n'existe ni système de classification communément accepté ni renseignements systématiques sur leur qualité, leur taux de perte ou leur taux de dégradation. On est assez bien renseigné sur les facteurs de stress à l'origine de leur dégradation des milieux humides, et on a relativement bien étudié l'état de certaines zones à l'échelon local, mais il reste impossible à l'heure actuelle de réaliser un examen approfondi de l'état des milieux humides côtiers pour l'ensemble des Grands Lacs. Pourtant, on a évalué plusieurs issues souhaitées concernant la santé des populations de la faune aquatique et terrestre, de même que l'état des sur les milieux humides. En général, les indicateurs attribués variaient entre médiocre et *variable – se détériorant*.

### *Terres riveraines des Grands Lacs*

La santé des terres riveraines et des écosystèmes terrestres du littoral se détériore dans l'ensemble des Grands Lacs. Pour parvenir à cette conclusion, on a étudié le milieu terrestre du littoral selon trois perspectives : les écorégions à l'intérieur du bassin des Grands Lacs, les communautés écologiques spéciales en bordure des lacs, ainsi que le statut de chaque lac. Une lettre de A à F signale la qualité du rivage de 17 écorégions et de 12 communautés écologiques spéciales, tandis qu'une échelle variant de bonne à médiocre caractérise quatre éléments qui concernent le statut de chacun des lacs.

Dans le cas de 8 des 17 écorégions des Grands Lacs, la santé de l'écosystème a obtenu la cote A ou B, ce qui dénote un état relativement favorable sans signe de détérioration ou accompagné de faibles signes de détérioration; on a accordé la cote C ou D aux neuf autres écorégions, ce qui désigne une détérioration qui oscille entre *modérée et se détériorant* gravement.

On dénombre 12 communautés écologiques spéciales autour des Grands Lacs, qui sont reconnues comme telles en raison de leur végétation et de leur structure physique uniques. Parmi ces 12 communautés, seulement deux se sont vu attribuer la cote B, qui indique une santé relativement bonne, alors que les dix autres ont été classés entre C et F, ce qui révèle une dégradation allant de *modérée à grave*.

Si l'on considère chacun des lacs, les terres riveraines du lac Supérieur ont obtenu la cote la plus élevée (*bonne ou variable – s'améliorant*) en ce qui concerne la santé de l'écosystème, pendant que celles des lacs Michigan, Érié et Ontario ont obtenu une cote beaucoup plus faible (*médiocre ou variable – se détériorant*). Le lac Huron s'est classé au milieu, entre certains indicateurs affichant une amélioration et d'autres accusant une détérioration.

#### *Utilisation des terres*

Comme le démontre l'état de santé de l'écosystème à l'intérieur des trois composantes géographiques du littoral des Grands Lacs, l'écosystème du littoral continue d'être perturbé par l'activité humaine. En particulier, les activités industrielles, commerciales, résidentielles, agricoles et liées au transport ont toutes des incidences précises et cumulatives sur les Grands Lacs, leurs eaux tributaires et leur littoral. Étant donné ses milieux uniques et sensibles, ainsi que sa proximité par rapport au développement, le littoral des Grands Lacs soutient tout le poids d'un fardeau environnemental démesuré qui

est engendré par l'activité humaine.

L'aménagement urbain efficace, la protection de la santé humaine et la sauvegarde de la santé des ressources ont été évaluées au moyen de 36 indicateurs. La plupart de ces indicateurs se sont classés dans les catégories *médiocre, variable et se détériorant*, ou *variable* et stable, ce qui montre que les pratiques associées à l'utilisation des terres demeurent une importante source de stress pour les Grands Lacs.

#### *Information et gestion de l'information*

L'accès opportun à des données sûres est essentiel non seulement à la détermination de l'état passé et présent des écosystèmes du littoral, mais aussi à la définition et à la poursuite d'objectifs futurs en matière de gestion de l'écosystème. Depuis nombre d'années, des données sont recueillies et analysées dans les Grands Lacs par une variété d'organismes et pour une variété de finalités. Pendant des décennies, une masse d'information a été rassemblée par suite de l'Accord relatif à la qualité de l'eau dans les Grands Lacs et représente une excellente base de données pour les eaux profondes. Toutefois, l'information se limite essentiellement à la qualité de l'eau des zones extracôtières et à la présence de contaminants dans le poisson qui passe la majeure partie de son existence dans ces zones.

L'information portant sur le littoral est beaucoup moins cohérente parce qu'elle a été réunie dans une optique plutôt locale et que le littoral varie considérablement d'un emplacement à l'autre. En général, les données ont été recueillies à des fins limitées et pour répondre aux besoins ponctuels de certains organismes. La valeur de ces données pour des évaluations à l'échelle du bassin est douteuse. Par suite de ces restrictions, l'état de la gestion de l'information selon i) la portée des données, ii) la période de référence des données, iii) l'applicabilité des données au littoral et iv) l'utilisation des données s'est vu accorder la cote *passable*.



## **Défis pour les gestionnaires**

Pour les gestionnaires et les décideurs, le défi premier est de comprendre que le littoral constitue un écosystème et d'obtenir suffisamment de renseignements pertinents afin de prendre des décisions éclairées. Malgré la complexité de l'écosystème, il faut s'entendre de toute urgence sur l'état actuel et souhaité ainsi que sur les principales étapes requises afin de réaliser l'objectif visé, sans quoi il est difficile d'assurer une prise de décision rationnelle ou encore d'évaluer les progrès.

L'élaboration de plans d'assainissement (PA) communautaires pour les secteurs de préoccupation, de plans d'aménagement panlacustre (PAP), de plans de gestion des pêches et de divers plans visant le rétablissement des espèces permet de mobiliser les groupes d'intérêt nécessaires et de dresser des plans pratiques; mais ces mécanismes de planification doivent encore atteindre leur plein potentiel.

De plus, il reste d'autres défis précis à relever au cours des deux prochaines années :

### *Gestion de l'information*

Le défi consiste à élaborer un ensemble commun d'indicateurs puis de réunir les renseignements disponibles concernant l'état de l'écosystème du littoral au sein de formats et de systèmes accessibles, notamment des systèmes d'information géographique.

### *Intégration des programmes*

Le défi consiste à intégrer les concepts de biodiversité et d'habitat à des programmes existants qui sont habituellement voués à la lutte contre la pollution ou à la gestion des ressources naturelles en vue de l'exploitation.

### *Gestion intégrative*

Le défi consiste à intégrer les PAP, les PA, les plans de gestion des pêches et d'autres activités de planification pour faire en sorte qu'ils deviennent des mécanismes de gestion

pleinement viables qui aident les décideurs de tout l'écosystème du bassin des Grands Lacs à prendre des mesures concrètes et à évaluer les résultats.

### *Efficacité de l'utilisation des terres*

Le défi consiste à trouver des moyens de promouvoir une utilisation des terres qui assure à la fois l'efficacité et la protection de l'habitat de grande valeur.

### *Zones prioritaires*

Le défi consiste à déterminer comme prioritaires des zones d'une importance exceptionnelle pour la santé et l'intégrité de l'écosystème des Grands Lacs.

### *Indicateurs*

Le défi consiste à mettre au point les indicateurs convenus qui soient faciles à comprendre afin de soutenir la compréhension de l'état de l'écosystème et de dégager un vaste consensus quant aux mesures à prendre afin d'évaluer les progrès.



# L'ÉTAT DES GRANDS LACS

## 1. Introduction

### 1.1 Contexte de la CÉÉGL

Les Grands Lacs représentent à eux seuls le plus vaste réservoir d'eau douce sur la surface de la terre, à l'exception de la calotte polaire. L'écosystème du bassin des Grands Lacs est situé à 9° de latitude et à 19° de longitude, à mi-chemin entre l'équateur et le pôle Nord (Figure 1). Le bassin comprend les lacs comme tels et plus de 760 000 kilomètres carrés (295 000 milles carrés) de terres qui s'y drainent (Figure 2). Les gouvernements du Canada et des États-Unis d'Amérique reconnaissent depuis longtemps la valeur des Grands Lacs comme importante ressource naturelle et travaillent en collaboration depuis

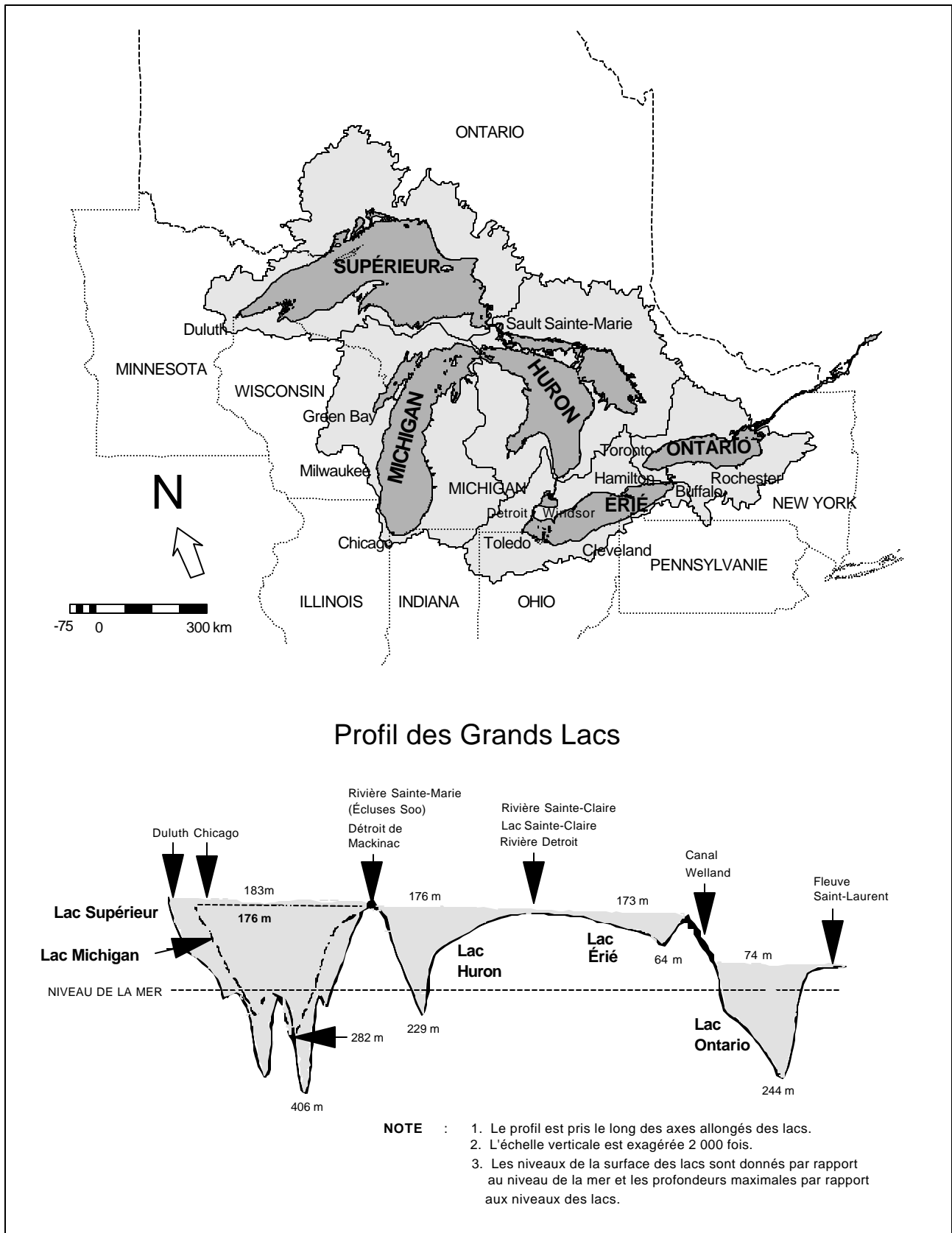
des décennies afin de gérer l'écosystème des Grands Lacs.

En 1995, les gouvernements des États-Unis et du Canada, qui sont parties à l'Accord relatif à la qualité de l'eau dans les Grands Lacs, ont publié le premier d'une série de rapports biennaux sur l'état des Grands Lacs. Ce rapport résumait l'état de santé général de l'écosystème des Grands Lacs à la fin de 1994. L'édition de 1997 du rapport, accompagnée de ses documents de travail, restreint la portée afin de résumer l'état de l'écosystème du littoral selon les observations



**Figure 1.** Emplacement de l'écosystème du bassin des Grands Lacs

Source : Edsall, T. et M. Charlton, M.. (1997). *Nearshore Waters of the Great Lakes*. (Document de travail de CÉÉGL 1996)



**Figure 2.** Le bassin des Grands Lacs

Source : Environnement Canada et la U.S. Environmental Protection Agency (1995). *L'état des Grands Lacs 1995.*

menées à la fin de 1996 et fournit une brève mise à jour sur les sujets étudiés dans le premier rapport.

Pour les deux rapports, les renseignements ont été colligés, discutés et examinés dans le cadre d'une conférence s'inscrivant dans une série de conférences biennales tenues conjointement par Environnement Canada et la U.S. Environmental Protection Agency. Ces conférences sont aussi connues sous le sigle CÉÉGL (Conférence sur l'état de l'écosystème des Grands Lacs). La deuxième conférence, CÉÉGL 1996, a eu lieu en novembre de cette même année et a servi de cadre pour le présent rapport de 1997.

Les conférences et les rapports visent à procurer aux intervenants, y compris aux dirigeants, d'un bout à l'autre du bassin des renseignements à l'appui de décisions plus éclairées sur des enjeux qui auront une incidence sur l'écosystème des Grands Lacs. Les conférences donneront aux intervenants la possibilité d'échanger connaissances, expérience et perspectives au sujet de la santé de l'écosystème. Les parties entendent ainsi livrer un examen scientifique binational de l'état de l'écosystème du bassin des Grands Lacs sans évaluer les programmes d'organismes. En outre, les conférences et les rapports traduisent l'engagement soutenu des gouvernements afin d'améliorer leur compréhension des liens écologiques complexes qui forment le bassin. L'évaluation exacte de la santé d'un écosystème de cette taille est tributaire de la collaboration des intervenants de l'ensemble du bassin.

Comme aucun organisme ne peut à lui seul jauger la santé d'un si vaste écosystème, aucun rapport ne peut à lui seul couvrir toutes les complexités de l'écosystème des Grands Lacs ni englober la masse d'information connexe recueillie année après année. Cependant, pour doter les conférences et le rapport de 1995 d'une structure, de même que pour aborder le plus d'aspects possible de l'écosystème, les organisateurs ont eu recours

au cadre à trois niveaux illustré à la Figure 3. Nous avons aussi conservé l'utilisation de ce cadre pour le présent rapport. Le niveau supérieur comporte les composantes vivantes du bassin, à la fois la santé des composantes humaines et la santé de l'écosystème. Le niveau intermédiaire comprend les aspects environnementaux du bassin, à la fois les facteurs de soutien (positifs) et les facteurs de stress (négatifs). Le niveau inférieur inclut quant à lui les nombreuses sources de stress. Il est possible d'envisager des programmes afin de faire face aux problèmes du bassin comme un autre niveau, mais il n'en sera pas question à ces conférences ni dans leurs rapports. Malgré la grande importance des programmes, ils forment une question distincte qui devra faire l'objet d'évaluations et de discussions dans d'autres rapports des parties.

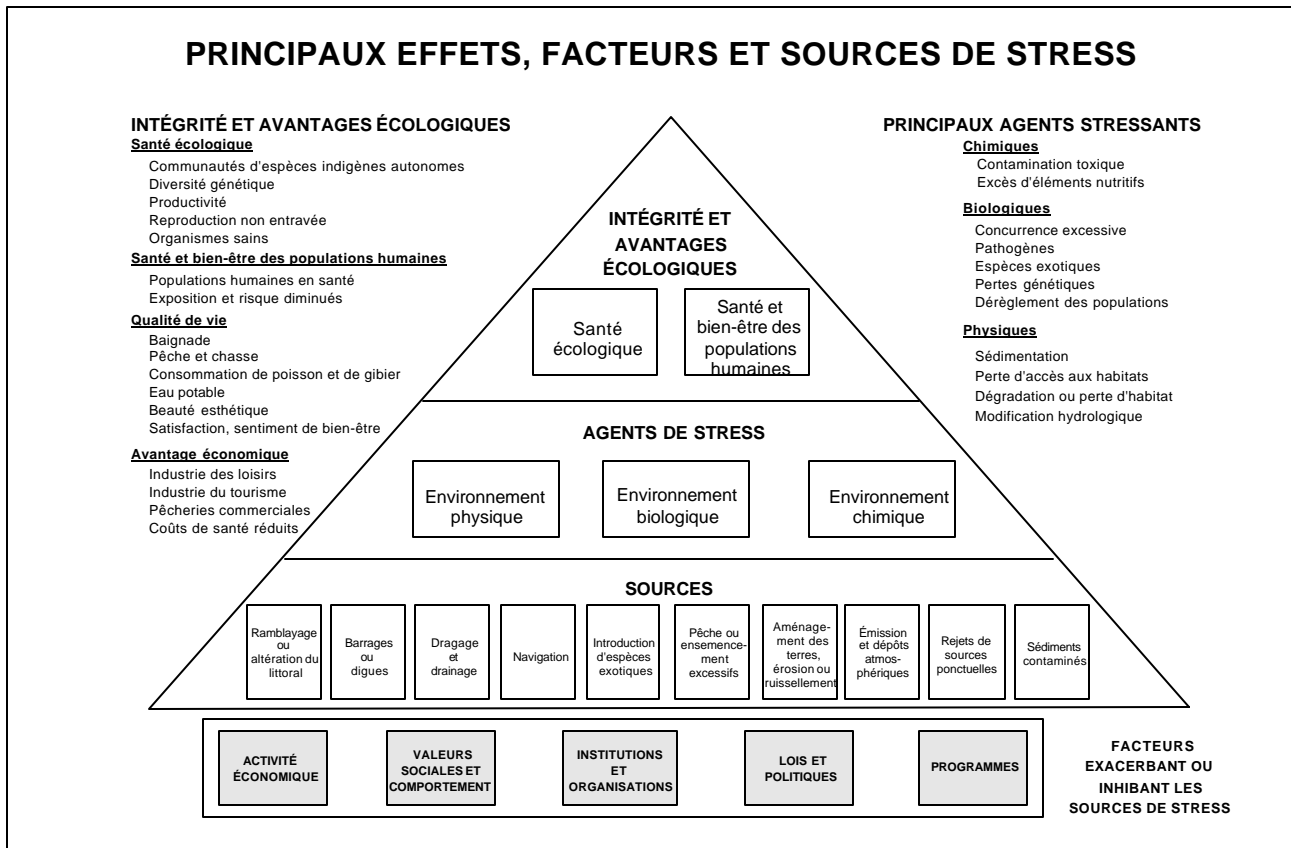
Le présent rapport puise ses renseignements dans cinq documents de travail rédigés à l'occasion de la conférence de 1996 :

Nearshore Waters of the Great Lakes  
Coastal Wetlands of the Great Lakes  
Land by the Lakes: Nearshore Terrestrial  
Ecosystems  
Impacts of Changing Land Use  
Information and Information Management

L'utilisation des terres est de loin la première source de stress pour le bassin, ce qui lui a valu une attention spéciale. De plus, un autre document a été préparé au sujet de l'information et de la gestion de l'information, étant donné leur importance et l'évolution rapide des systèmes informatiques.

## 1.2 CÉÉGL 94

Le premier rapport intitulé *État des Grands Lacs* donnait une vue d'ensemble de l'état de l'écosystème des Grands Lacs à la fin de 1994 et tirait les conclusions suivantes :



**Figure 3.** Modèle conceptuel des liens entre la santé de l'écosystème, les facteurs de stress et les sources de stress

Source : Great Lakes National Programs Office, U.S. EPA

- La perte de l'habitat aquatique a été dévastatrice et largement exclue [jusqu'à cette époque] par les programmes gouvernements axés sur les contaminants.
- La perte d'espèces indigènes a été tout autant dévastatrice en entraînant du même coup la perte de diversité biologique parmi les espèces et les populations restantes.
- Les invasions d'espèces non indigènes ont eu des répercussions considérables sur l'intégrité de l'écosystème.
- Les concentrations de contaminants dans le poisson et la faune terrestre, ainsi que dans les sédiments, ont effectué un repli marqué depuis le début des années 1970, mais demeurent problématiques dans certaines régions.
- Les stratégies actuelles de réduction du phosphore ont atteint les objectifs visés.
- La santé des humains vivant dans le bassin des Grands Lacs n'est pas pire que celle des habitants d'autres régions industrialisées et certainement meilleure que dans la plupart des pays du globe.
- Le dérèglement de la fonction hormonale est un problème nouveau qui nécessite des recherches et une surveillance.
- Il existe une composante mondiale à la contamination en raison du transport atmosphérique et du dépôt de polluants à longue distance, ce qui compliquera grandement l'élimination à proprement parler des contaminants dans l'écosystème.

- La composition de la chaîne alimentaire est importante dans le mouvement des contaminants à l'intérieur de l'écosystème (les modifications à la chaîne alimentaire influencent le mouvement des contaminants).
- Le maintien d'une saine économie est essentiel à la restauration des Grands Lacs; à l'avenir, il faudra examiner les facteurs économiques ainsi que les facteurs de stress pour l'écosystème.

On ne signale aucun changement *majeur* concernant ces conclusions. Cela n'est guère étonnant, puisqu'il faut souvent bien des années d'observation pour noter des changements ou tirer des conclusions sur la réaction d'un écosystème à l'évolution des facteurs de stress, en particulier d'un bassin aussi vaste que celui des Grands Lacs. Une mise à jour suit concernant l'état des facteurs de stress et l'état de santé de l'écosystème tout d'abord examinés dans les documents de travail de CÉÉGL 1994.

## 1.2.1 Mise à jour sur l'état de santé de la communauté aquatique depuis 1994

### 1.2.1.1 Espèces exotiques

*Moule zébrée.* L'invasion par la moule zébrée et la moule quagga se poursuit. Au lac Érié, leur répartition gagne maintenant la végétation et les sédiments mous. La colonisation par la moule quagga des sédiments en eau profonde semble avoir un effet négatif sur l'invertébré indigène d'eau douce *Diporeia*, qui forme une composante majeure de la chaîne alimentaire.

*Grémille.* Le territoire de la grémille (poisson) a progressé du lac Supérieur jusqu'au lac Huron, ce qui représente une menace pour les espèces indigènes, en particulier le bar-perche.

*Gobie.* Le gobie (poisson) s'étend dans l'ensemble des Grands Lacs, à l'exception du lac Ontario. Repérée dans l'est du lac Érié, l'espèce a gagné en importance dans les eaux tributaires centrales du bassin sur la rive sud du lac Érié. Le régime alimentaire du gobie se compose partiellement de moules zébrées, mais on ignore son incidence sur les espèces indigènes.

*Lamproie marine.* La lamproie marine du nord du lac Huron se multiplie. L'incapacité de juguler la lamproie marine dans la rivière St. Marys semble constituer un facteur prépondérant de la croissance de cette population.

### 1.2.1.2 Structure des communautés

*Lac Supérieur.* La population de touladi du lac Supérieur a connu un tel rétablissement que les activités d'empoisonnement ont été suspendues.

*Lac Michigan.* La perchaude continue d'éprouver des difficultés et est en déclin.

*Lac Huron.* La présence de la grémille a été confirmée dans les sections nord, à Alpena, au Michigan.

*Lac Érié.* Le lac Érié demeure un écosystème très perturbé. Depuis 1990, les populations de doré jaune, d'éperlan et de perchaude ont subi une régression essentiellement par suite de la baisse de productivité engendrée par la lutte contre la moule zébrée et la réduction du phosphore. Des données récentes montrent un rétablissement possible de la perchaude et du doré jaune. Les densités de moule zébrée poursuivent leur propagation sur toute l'étendue du lac. La présence inattendue de la moule zébrée dans les sédiments mous et la végétation signifie que la moule zébrée continuera vraisemblablement de se multiplier. Dans la rivière Détroit, le lac St. Clair et le lac

Érié, la moule zébrée a eu pour effet de rehausser considérablement la limpidité des eaux dans certaines parties du littoral. On associe ces concentrations élevées de moule zébrée dans le lac Érié à la prolifération estivale d'algues bleu-vert, qui nuisent à l'alimentation en eau. Enfin, l'augmentation récente du gobie ainsi que l'arrivée de la grémille dans le lac Huron et leur venue imminente dans le lac Érié dans un avenir rapproché, laissent craindre une autre perturbation à la structure de la communauté aquatique.

*Lac Ontario.* L'écosystème du lac Ontario subit une chute remarquable de productivité à comparer à sa situation des années 1970 et 1980 lorsque les concentrations de phosphore étaient considérablement supérieures en raison des sources humaines. Les stocks de gaspareau (la principale proie du saumon et de la truite) continuent de s'affaiblir par rapport aux deux dernières décennies. La diminution de l'apport d'éléments nutritifs du lac Érié (attribuée aux réductions d'apport de phosphore et aux effets de la moule zébrée) a contribué à l'épuisement du gaspareau. Sur une note plus positive, le touladi affiche une croissance de son taux de reproduction naturelle dans le lac Ontario pour la première fois depuis 50 ans. La récente visualisation d'un chabot de profondeur (*Myoxocephalus quadricornis*) montre que cette espèce indigène autrefois «disparue» est peut-être en voie de se rétablir.

### 1.2.1.3 Cote globale

Même si la cote globale de la santé de la communauté aquatique demeure *variable – s'améliorant*, certains changements remarquables ont été signalés relativement à la situation des espèces exotiques et à la structure de la communauté, comme il est énoncé ci-dessus.

## 1.2.2 Mise à jour sur les habitats aquatiques et les milieux humides

Selon les auteurs du document de travail de CÉÉGL 1994 intitulé *Aquatic Habitat and Wetlands in the Great Lakes*, le rétablissement des habitats aquatiques et des milieux humides a été infime voire inexistant, exception faite des améliorations touchant certains secteurs de préoccupation. D'un côté positif, l'habitat s'est acquis un appui plus vaste comme enjeu digne d'attention et acquiert de l'importance pour un nombre accru d'organismes.

Les types d'inventaires et d'évaluations proposés dans le document de travail de 1994 n'ont pas été entrepris. En conséquence, on ne dispose d'aucun renseignement à jour et adéquat sur les tendances afin d'évaluer les gains ou les pertes. Les auteurs ignorent si les effets limités de la restauration dans les secteurs de préoccupation et ailleurs commencent à contrebalancer les pertes soutenues. Les pertes semblent poursuivre leur nette avance sur les gains.

### 1.2.2.1 Cote globale

La cote globale des habitats aquatiques et des milieux humides reste *médiocre*.

## 1.2.3 Mise à jour sur la santé humaine

### 1.2.3.1 Tendances de la teneur en contaminants dans l'environnement

*Contaminants.* Depuis les cinq dernières années, il n'existe aucune preuve de changements spectaculaires concernant la concentration ou le type de contaminants bio-accumulables dans les tissus des résidents du bassin des Grands Lacs. Néanmoins, la concentration de ces contaminants dans



les tissus de personnes qui consomment de grandes quantités de poisson des Grands Lacs continue de dépasser plusieurs fois celle des gens ne consommant pas ce poisson.

*Fermetures de plages.* Les données disponibles révèlent un taux de contamination bactérienne persistante pour de nombreuses plages du bassin des Grands Lacs, particulièrement à la fin de l'été. Le nombre d'études portant sur les maladies liées à l'utilisation récréative des eaux des Grands Lacs est insuffisant pour tirer quelque conclusion que ce soit par rapport aux tendances récentes.

*Eau potable.* Dans plusieurs municipalités du bassin des Grands Lacs, des poussées de cryptosporidiose occasionnées par la contamination de l'eau potable montrent que les maladies infectieuses peuvent encore poser de graves problèmes. Cependant, lorsqu'elle est traitée, l'eau des Grands Lacs demeure une excellente source d'eau potable.

### **1.2.3.2 Avis de sécurité sur la consommation du poisson**

Les avis de sécurité visant à restreindre la consommation du poisson en raison de leur teneur en contaminants bio-accumulables sont en vigueur dans de nombreuses parties du bassin des Grands Lacs. Néanmoins, selon l'édition du Guide pour la consommation du poisson gibier de l'Ontario publiée le 7 mars 1997 par le ministère de l'Environnement et de l'Énergie de l'Ontario, la consommation du poisson de l'Ontario est de plus en plus sûre. Le guide précise que la plupart des contaminants chlorés décelés dans le poisson continuent de régresser à la suite des interdictions et des restrictions visant les substances chimiques telles que le DDT, les BPC, le mirex, le toxaphène, le chlordane et la dieldrine. D'après des échantillons prélevés dans les Grands Lacs, les concentrations de BPC (biphényles polychlorés) dans le saumon

et la truite du lac Huron sont généralement à la baisse. Dans le lac Ontario, les concentrations de BPC dans le saumon et la truite régressent lentement, ce qui engendre des avis de sécurité moins restrictifs. Cependant, en ce qui concerne le lac Supérieur, le toxaphène demeure un contaminant majeur qui entraîne des restrictions à la consommation en particulier pour ce qui concerne le touladi. Les concentrations de contaminants demeurent basses dans la plupart des poissons du lac Érié.

### **1.2.3.3 Charges corporelles de contaminants chez les humains**

Selon des études menées sur des prélèvements de sang et des échantillons de lait maternel, les concentrations de contaminants bio-accumulables dans les tissus de résidents du bassin des Grands Lacs sont analogues à celles d'autres régions de la zone tempérée et inférieures à celles du Grand Nord et de l'Arctique. Aucun changement important n'a été signalé depuis 1994. Les conclusions des programmes de recherche visant les effets des Grands Lacs sur la santé humaine menés par l'organisme *Agency for Toxic Substances and Disease Registry* (ATSDR) et Santé Canada montrent un lien entre la consommation de poisson contaminé des Grands Lacs et les charges corporelles de substances toxiques rémanentes comme les BPC, les dioxines, les pesticides chlorés et le mercure. Voici d'autres conclusions des programmes :

- Au nombre des populations susceptibles, citons les autochtones américains ou les premières nations, les pêcheurs sportifs, les personnes âgées, les femmes enceintes, les fœtus et les bébés nourris au sein de mères ayant consommé du poisson contaminé des Grands Lacs.
- Une nette tendance à l'augmentation de la charge corporelle a été associée à une consommation accrue de poisson.

- Les pêcheurs sportifs ont consommé deux ou trois fois plus de poisson que la population en général.
- Dans certains poissons des Grands Lacs, les concentrations de contaminants ont dépassé les limites prescrites par les avis de sécurité des gouvernements fédéral et des États.
- Les personnes qui consomment des prises de pêche sportive des Grands Lacs depuis plus de 15 ans présentent dans le sang des concentrations de contaminants qui sont de deux à quatre fois plus élevées que chez les personnes ne consommant pas de poisson.
- En général, les hommes ont consommé plus de poisson que les femmes, et ces dernières ont consommé du poisson des Grands Lacs pendant la majeure partie de leurs années de reproduction.

#### 1.2.3.4 Cote globale

Comme en 1994, à partir des données restreintes qui étaient disponibles, l'état de la santé humaine dans le bassin des Grands Lacs, d'après l'exposition humaine aux substances toxiques rémanentes, a été qualifié de *variable – s'améliorant*.

#### 1.2.4 Mise à jour sur les contaminants toxiques

Selon la plus récente analyse des tendances temporelles des données sur les contaminants dans les communautés de poisson, le déclin à long terme des concentrations de contaminants se poursuit, bien que ce soit à un rythme inférieur au passé. Cependant, comme en témoignent les conclusions du *1996 Workshop on Toxaphene in the Great Lakes: Concentrations, Trends and Pathways*, parrainé par la U.S. Environmental Protection Agency, les concentrations de toxaphène dans le touladi du lac Supérieur sont les plus

élevées des Grands Lacs et n'ont pas subi de baisse importante. Globalement, on doit s'attendre à une diminution ralentie de ces concentrations dans le lac Supérieur en raison des processus lacustres tels les faibles taux de sédimentation et la longue durée de rétention de l'eau, mais cette lente diminution demeure une énigme qui exige des recherches plus poussées.

#### 1.2.4.1 Cote globale

La cote globale des contaminants toxiques dans les Grands Lacs demeure *variable – s'améliorant*.

#### 1.2.5 Mise à jour sur les éléments nutritifs

Les auteurs du document de travail sur les éléments nutritifs ont passé en revue les données depuis 1994. Selon leurs conclusions, aucun changement appréciable n'est survenu quant au statut des éléments nutritifs dans les Grands Lacs, et la cote reste *bonne* pour ce qui est d'atteindre les objectifs en matière de réduction du phosphore de l'Accord relatif à la qualité de l'eau dans les Grands Lacs.

#### 1.2.6 Mise à jour sur l'économie

L'économie du bassin des Grands Lacs continue de croître et de s'adapter au marché continental et mondial. Les plus importantes relations commerciales bilatérales du monde sont concentrées dans le bassin et connaissent une expansion. Ce pivot de l'activité économique est caractérisé et soutenu par de solides liens en matière de ressources, de produits et de politique. Les récentes tendances de l'emploi se sont démarquées de part et d'autre du bassin; au Canada, le chômage est demeuré relativement élevé, tandis qu'aux États-Unis, la croissance de l'emploi a été forte. La restructuration industrielle, en cours depuis les années 1980,

continue de façonner le secteur manufacturier dominant dans le bassin par la modernisation de l'équipement et des installations, ce qui rend ce secteur plus productif en dépit d'un nombre inférieur de travailleurs. Le virage à long terme vers l'économie de services et de l'information se maintiendra au moment où les services commerciaux et personnels exploitent de nouveaux marchés et gravitent vers les régions métropolitaines en plein essor.

Dans le bassin des Grands Lacs persistent l'étalement urbain de même que les problèmes environnementaux et socio-économiques qui y sont associés. Dans certaines régions métropolitaines de la partie américaine du bassin, l'étalement urbain tentaculaire consomme les terres à un rythme environ dix fois supérieur au taux de croissance démographique des deux dernières décennies. Même en l'absence de croissance démographique, d'autres terres sont encore rapidement consommées pour les besoins urbains. Bien que la forme la plus visible d'étalement urbain s'étende jusqu'aux limites extérieures des régions métropolitaines, l'aménagement rapide des terres touche les collectivités de toutes tailles y compris l'aménagement du territoire à des fins récréatives loin des centres urbains, en particulier en bordure des lacs. La perte irréversible de terres agricoles et d'habitats naturels par suite de l'étalement urbain subsistera jusqu'à ce que des pratiques plus efficaces soient mises en œuvre concernant l'utilisation du sol. Les activités de revitalisation urbaine en cours ou prévues, notamment le nettoyage et la réfection d'usines désaffectées, l'amélioration des quartiers et le soutien ciblé de l'expansion économique peuvent changer l'aspect de ces endroits situés dans les centres urbains.

Nombreux ont endossé avec enthousiasme la prévention de la pollution comme méthode privilégiée de gestion de l'environnement. Cependant, le succès de programmes volontaires de prévention de la pollution repose sur un cadre réglementaire sain. L'absence de

structure réglementaire solide gêne la mise en place de nouvelles activités de prévention de la pollution. Ceux qui offrent une assistance technique en matière de prévention de la pollution trouvent fréquemment des entreprises ouvertes aux solutions volontaires afin d'atteindre les objectifs environnementaux exigés par la réglementation. En outre, les entreprises sont de plus en plus réceptives au message selon lequel la prévention de la pollution améliorera leur bénéfice net. L'acceptation et l'avancement de la prévention de la pollution vont bon train.

### 1.2.6.1 Cote globale

Aucun changement n'est survenu dans les cotes des dix indicateurs utilisés en 1994 : la cote *variable – s'améliorant* a été attribuée à quatre indicateurs, la cote *variable – se détériorant* à quatre autres indicateurs et la cote *médiocre* à deux indicateurs.

## 2. L'intégrité et la biodiversité de l'écosystème : sauver ce qu'il en reste

On peut décrire l'état des Grands Lacs de bien des façons, mais la santé de l'écosystème du point de vue de son intégrité constitue le point de départ fondamental de toute description. L'objectif premier de l'Accord canado-américain relatif à la qualité de l'eau dans les Grands Lacs est de favoriser la restauration et



le maintien de l'intégrité chimique, physique et biologique de l'écosystème du bassin des Grands Lacs.

## 2.1 Intégrité

La notion d'intégrité n'est pas définie explicitement dans l'Accord, mais elle englobe de façon sous-entendue la santé des populations biologiques et des communautés interdépendantes faisant partie de l'écosystème, et leur capacité d'absorber les sources de stress ou de s'y adapter. La notion d'intégrité de l'écosystème s'étend à la santé des organismes vivants, à la capacité des systèmes de s'organiser et à la présence d'un environnement physique et chimique capable de maintenir la santé.

La diversité génétique est un aspect important de l'intégrité de l'écosystème. Les communautés écologiques sont dynamiques et leur habitat prend des formes variées qui résultent de forces naturelles. Les communautés vivent en équilibre avec ces conditions naturelles et leur composition subit divers changements qui tendent vers une stabilité accrue et des interrelations de plus en plus complexes. Les communautés matures sont relativement stables par rapport aux communautés plus jeunes et elles renferment un nombre proportionnellement plus élevé d'organismes, dont le cycle de vie est plus long. Ces communautés ont aussi des exigences plus précises et spécialisées en ce qui concerne leur habitat.

L'écosystème des Grands Lacs, bien que soumis à des perturbations naturelles, était relativement stable et mature avant l'arrivée des premiers colons européens. Certaines communautés d'organismes stables se sont raréfiées parce qu'elles ont réagi à l'exploitation des pêches et des terres par l'homme (par exemple, celles associées de façon toute particulière aux forêts à peuplement mûr ou aux milieux humides intacts). Le maintien de toute la gamme des communautés écologiques et des espèces

encore présentes est d'ailleurs l'un des défis posés par la protection de l'écosystème.

L'intégrité de l'écosystème comporte un autre aspect important, celui de la résilience, ou l'aptitude de systèmes en santé à s'organiser et à se remettre d'une source ou d'un facteur de stress. Chez les organismes individuels, ce concept porte le nom d'homéostasie, soit la tendance à maintenir, ou le fait de maintenir, une stabilité interne normale grâce aux réactions coordonnées des systèmes de l'organisme de façon à compenser automatiquement pour les changements environnementaux. Un processus similaire a lieu dans un écosystème par suite des interactions entre ses différentes composantes.

## 2.2 Biodiversité

La résilience est aussi un aspect important de la biodiversité. C'est la diversité des traits génétiques au sein d'une espèce et entre les espèces qui fait qu'un écosystème peut survivre et prospérer en dépit de la modification des conditions environnantes. Les espèces indigènes et les communautés d'organismes vivants possèdent dans leur patrimoine génétique la « mémoire » des conditions dans lesquelles elles ont survécu dans le bassin des Grands Lacs pendant des millénaires.

En évolution constante, les écosystèmes sont dynamiques sur une échelle de temps mesurée aussi bien en minutes qu'en millénaires. Par contre, les changements causés par l'activité humaine non contrôlée surviennent beaucoup plus rapidement que les changements attribuables à des causes naturelles; ils ne donnent pas au système le temps nécessaire pour se remettre ni aux organismes le temps de s'adapter ou d'évoluer.

Par conséquent, on ne peut parvenir à l'intégrité de l'écosystème en laissant tout

simplement la nature faire son oeuvre. Il est nécessaire, en plus de contrôler les répercussions futures de l'activité humaine, d'épargner ce qui reste du système pour éviter qu'il ne disparaisse, et d'assurer à l'écosystème les conditions nécessaires à sa restauration. Une intervention humaine prudente dans le but de faciliter la recolonisation des organismes indigènes et le rétablissement de communautés d'organismes indigènes en santé fait partie des moyens à mettre en oeuvre. C'est de cette façon qu'on pourra restaurer et maintenir l'intégrité de l'écosystème.

Une bonne partie de l'écosystème du bassin des Grands Lacs a subi des dommages permanents, bien qu'il demeure des vestiges encore viables de la majorité des composantes biologiques. Ce sont les plantes indigènes et les autres communautés d'organismes vivants qui constituent le meilleur moyen de parvenir à l'intégrité et à la durabilité de l'écosystème. Il est probable que tout assemblage dégradé d'organismes commencera à se transformer en une nouvelle communauté stable au bout de dizaines ou de centaines de milliers d'années, mais nous n'avons pas tout ce temps devant nous.

Il a été suggéré que des écosystèmes altérés ou réorganisés pouvaient être tout aussi sains que les systèmes initiaux et qu'on pouvait s'en remettre à des gestionnaires ou à l'opinion publique pour choisir le type d'écosystème qu'on veut produire. Cependant, l'immense complexité du système nous empêche de prédire l'aboutissement de cette évolution et comme les nouveaux assemblages d'espèces n'ont pas eu le temps de se transformer en communautés fonctionnelles, elles ont tendance à ne pas utiliser au maximum les habitats disponibles, à ne pas être capables de tolérer l'ensemble des conditions naturelles qui surviennent avec le temps, et donc à être instables. Dans ces circonstances, la prudence nous dicte d'agir dans un but de protection et de restauration de la gamme complète des

écosystèmes qui existaient au moment de l'arrivée des premiers colons européens. La protection des secteurs de haute qualité où l'on retrouve des populations viables d'espèces ou de communautés rares ou vulnérables aux perturbations découlant de l'activité humaine joue un rôle important dans la restauration et le maintien et l'intégrité et de la durabilité. Cette fonction comporte la protection des habitats nécessaires à tous les cycles de vie de toutes les espèces. La survie de celles-ci en cas de perturbation catastrophique d'un secteur donné repose sur la biodiversité et l'existence d'habitats en nombre suffisant.

Il est essentiel de protéger les communautés et les populations viables qui forment la gamme complète des écosystèmes du littoral sur toute l'étendue du bassin. On ne pourra pas accomplir cette tâche en se limitant à la préservation de quelques zoos écologiques contenant des échantillons représentatifs. Il faut assurer la protection d'écosystèmes totalement fonctionnels sur toute l'étendue du bassin. Les communautés d'organismes vivants forment des ensembles de milliers d'espèces interdépendantes qui comprennent des organismes comme des bactéries, des champignons et des nématodes.

La préservation des habitats essentiels est un autre aspect du maintien de l'intégrité. Bien que la définition exacte ou l'identification des habitats essentiels nous échappent encore, nous croyons que certains habitats sont essentiels à la survie de diverses espèces, ainsi que des souches et des stocks génétiques au sein de ces dernières. On associe souvent l'habitat essentiel à la reproduction et à la protection des premiers stades de la vie, mais il peut s'appliquer à tous les stades de la vie, y compris à la migration.

## 2.3 Durabilité

Le développement durable est un important concept relié à l'intégrité de l'écosystème. Le développement durable consiste à vouloir

répondre aux besoins actuels de la société sans compromettre la capacité des générations futures de subvenir à leurs propres besoins. En tant que société, nous sommes encore bien loin d'atteindre cet objectif puisque nous continuons d'épuiser nos ressources non renouvelables et à dépenser notre capital écologique en détruisant des habitats uniques et la biodiversité.

Il incombe à toute société humaine de résoudre en permanence les problèmes économiques fondamentaux reliés à la production des biens nécessaires ou en demande et à leur distribution à l'endroit et au moment opportuns. Pour que le développement soit durable sur le plan écologique, le processus de développement doit se fonder sur les connaissances acquises en matière de conséquences écologiques des activités humaines sur la santé et le fonctionnement des écosystèmes afin de modifier ces activités de façon à protéger la santé et le fonctionnement des écosystèmes.

Le développement durable va dans le sens d'une économie qui résulte de technologies, de pratiques en matière d'occupation des sols, de lois et d'institutions qui tiennent compte de l'écologie. La principale difficulté à surmonter consiste à créer des façons de vivre et des milieux de vie qui concourent à notre prospérité en tant qu'êtres humains tout en favorisant la restauration du mécanisme naturel de soutien de la vie dont dépendent toute vie et toute prospérité.

Deux aspects de la durabilité dans le contexte de l'intégrité des écosystèmes sont ressortis de la CÉÉGL 1996 : (1) l'utilisation humaine et le développement économique de l'écosystème doivent être durables à long terme; et (2) les communautés biologiques doivent subvenir à leurs propres besoins sans intervention humaine (ou une intervention minimale).

L'intégrité d'un écosystème se mesure en fonction tant de l'intégrité biologique que de la

santé humaine. Les aspects de l'intégrité d'un écosystème liés à la santé humaine sont difficiles à évaluer à cause de la multiplicité des facteurs qui affectent la santé humaine. Comme l'indique le rapport de la CÉÉGL 1994, il existe certaines preuves directes des effets sur la santé humaine de l'exposition à des pathogènes et à des contaminants toxiques rémanents accumulés dans les tissus, mais la majorité des renseignements que nous possédons sur la santé humaine portent sur l'exposition à des risques pour la santé.

### 3. État de l'information

Pour rendre compte de l'état de l'écosystème des Grands Lacs, il importe en premier lieu d'examiner l'état de l'information disponible. Dans le cadre de la CÉÉGL 1996, les auteurs d'un document de travail se sont penchés sur deux aspects en particulier : la disponibilité de l'information sur la condition des lacs et l'état des bases de données elles-mêmes en fonction des renseignements qui existent et de la façon dont cette information est gérée. Le document de travail portant sur l'information et la gestion de l'information présente un exposé détaillé sur la question.

Un accès opportun à des données fiables est essentiel non seulement pour déterminer les états passé et présent des écosystèmes du littoral, mais également pour énoncer les objectifs futurs en matière de gestion des écosystèmes et les réaliser. Des données sont recueillies et analysées depuis de nombreuses années dans les Grands Lacs et ce par une foule d'organismes et à des fins diverses. L'Accord relatif à la qualité de l'eau dans les Grands Lacs a donné lieu à la collecte d'une importante quantité d'information qui s'échelonne sur plusieurs décennies et représente une excellente base de données sur les zones pélagiques. Une bonne partie de cette information se limite cependant à la qualité de l'eau des zones extracôtières et à la présence de contaminants dans les poissons

qui passent la majeure partie de leur vie au large des côtes.

L'information sur les eaux littorales est beaucoup moins homogène du fait qu'elle a été recueillie dans une optique locale et que les zones du littoral varient considérablement d'un endroit à l'autre. La conclusion générale tirée des documents de travail de la CÉÉGL 1996 et des discussions de la conférence est qu'il n'existe pas d'indicateurs largement reconnus pour mesurer l'état du littoral. De façon générale, les données ont été recueillies sur une base ponctuelle et à des fins limitées par différents organismes à titre individuel, et leur valeur dans le cadre d'évaluations pour l'ensemble du système est discutable. Les organisateurs de la conférence ont accepté cette conclusion et il a été décidé que le choix d'indicateurs propres au littoral serait un des principaux thèmes de la conférence de 1998.

Le recours à des indicateurs de l'état de santé de l'écosystème des Grands Lacs comporte une difficulté majeure : à cause de la taille du bassin, les ressources nécessaires au soutien des efforts de collecte de données à long terme sont tellement importantes qu'il est très difficile de tenir des renseignements à jour sur l'état de santé de l'écosystème. En fait, les ensembles de données qui couvrent la totalité du littoral des Grands Lacs sont très peu nombreux.

Les activités binationales entreprises en vertu de l'Accord relatif à la qualité de l'eau des Grands Lacs (plans d'aménagement panlacustre, Plan international de surveillance des Grands Lacs) ont permis d'obtenir une imposante couverture en données. À moins de répéter de tels efforts de collecte de données, toutefois, les données existantes seront vite périmées. Les programmes permanents de surveillance constituent le meilleur moyen d'obtenir des données à long terme, comparables d'une année à l'autre. Malheureusement, un certain nombre de ces programmes semblent avoir été éliminés ces dernières années.

On a utilisé quatre indicateurs pour évaluer l'état global des données relatives à tous les indicateurs utilisés dans le présent rapport ainsi que dans les documents de travail : couverture en données (dans quelle mesure les données couvrent-elles le littoral des Grands Lacs?); l'âge ou l'échelonnement des données (les données sont-elles récentes?); l'applicabilité des données (dans quelle mesure peut-on appliquer les données aux indicateurs dont il est question dans le document?); l'utilisation des données (dans quelle mesure peut-on utiliser les données pour diverses disciplines?).

Le Tableau 1 présente une évaluation de l'état global des données fondée sur ces quatre catégories.

Si l'on choisissait des indicateurs standard pour mesurer l'état de santé de l'écosystème et si l'on remédiait aux lacunes sur le plan des données, il faudrait quand même s'attaquer à une tâche imposante, à savoir la gestion de l'information. La gestion de l'information implique le stockage, la manipulation et le transfert de l'information et des données. Plusieurs facteurs compliquent la gestion de l'information sur l'écosystème du bassin des Grands Lacs. Une tâche aussi élémentaire que la production d'une liste des ensembles de données existants devient extrêmement difficile à cause du manque de métadonnées adéquates (information comprenant l'identité du chercheur qui a prélevé les données, la date de prélèvement des données, le niveau de précision appliqué et la méthode de collecte utilisée). L'accès aux données constitue un autre problème pour les personnes qui voudraient les utiliser. Non seulement les limites posées par la présentation des données peuvent-elles compliquer les choses, mais il faut aussi s'occuper de régler les questions de droits de propriété et de production de recettes.

Le premier pas à faire pour surmonter les difficultés soulevées par la gestion de

**Tableau 1 .** État global des données

| Résultat visé                                | Indicateur                            | Cote     | Justification  |
|--|---------------------------------------|----------|--|
| Données pouvant mesurer tous les indicateurs | Couverture en données                 | Passable | Seul un petit nombre d'ensembles de données couvrent la totalité du littoral des Grands Lacs. La plupart concernent un lac ou un site en particulier. Ce sont généralement les données recueillies dans le cadre d'études internationales (Plan international de surveillance ou plan d'aménagement panlacustre) qui offrent la meilleure couverture en données. |
|  | Âge des données                       | Passable | Quelques programmes de surveillance à long terme possèdent d'excellentes données à jour, sur les niveaux d'eau notamment. Par contre, les ensembles de données d'importance créés à partir d'une collecte de données unique (classification des rivages, p. ex.) deviennent désuets.   |
|  | Applicabilité des données             | Passable | La plupart des ensembles de données s'appliquent en partie aux indicateurs décrits dans le présent rapport. À défaut de pouvoir être utilisées directement, les données peuvent servir à mesurer les indicateurs.  |
|  | Possibilité d'utilisation des données | Passable | Certaines données peuvent être utilisées pour un large éventail d'applications, alors que d'autres sont limitées à un sujet très spécifique.   |

Source : Leger, W. et R. Greenwood. 1997. *Information and Information Management* (Document de travail de la CÉÉGL)

l'information consiste à mettre au point des méthodes standard de saisie, de stockage et de contrôle des données sur les Grands Lacs. Il est aussi nécessaire de rendre les données compatibles avec les différents systèmes informatiques en usage dans la région. Un des moyens d'y arriver consiste à établir sur le World Wide Web une base de données contenant des références sur toutes les données disponibles relativement aux Grands Lacs. Dans la mesure où il existe des métadonnées adéquates, les décideurs et les scientifiques de partout dans le bassin pourront avoir accès à la base de données de leur propre bureau et découvrir à quel endroit il existe de l'information sur un sujet donné relatif au littoral. Ce genre de système élimine la nécessité de stocker les données elles-mêmes sur un site Web. La technologie électronique d'aujourd'hui devrait faciliter l'identification des sources d'information, l'accès à ces dernières et le rassemblement de l'information.

## 4. Indicateurs

Comment savoir si l'écosystème que nous cherchons à protéger (ou à restaurer) est en santé ou s'il est en difficulté? Les indicateurs peuvent servir à caractériser de façon simple et concise l'état d'un écosystème en fonction des divers aspects pouvant être mesurés et qui sont acceptés comme descripteurs de sa condition. Ces indicateurs peuvent nous renseigner sur l'état de santé de l'écosystème à divers points de vue, dont sa santé biologique, les stress qu'il subit et leurs sources, ainsi qu'à l'existence de programmes pour s'attaquer aux problèmes à tous les niveaux. Les indicateurs traités dans le présent rapport portent sur différents aspects de la santé de l'écosystème du littoral.

L'état de santé des composantes vivantes de l'écosystème, dont les humains, est le meilleur



indicateur qui soit pour montrer l'effet global des contraintes exercées sur l'écosystème. Les répercussions de ces contraintes sont souvent assimilées à une détérioration de l'environnement et constituent les indicateurs les plus révélateurs pour le public. Les Grands Lacs sont-ils suffisamment en santé pour qu'on puisse s'y baigner, pêcher, manger le poisson qu'on y pêche ou en boire l'eau? Bien que les répercussions sur les composantes vivantes représentent en bout de ligne le meilleur indicateur, il reste tout aussi important de mesurer les stress physiques, chimiques et biologiques qui s'exercent sur le système et de déterminer leur origine pour décrire l'état des Grands Lacs et fournir de l'information essentielle aux programmes qui s'attaquent à ces stress et à leurs sources.

Il n'existe pour les zones littorales des Grands Lacs aucun indicateur généralement reconnu ou disponible qui pourrait être utilisé pour résumer l'état de l'écosystème. En conséquence, les auteurs des documents de travail et les organisateurs de la CÉÉGL 1996 ont établi les indicateurs mentionnés ci-après. Tous s'appuient dans une certaine mesure sur des données, mais l'évaluation et la cote attribuée sont surtout le fait du jugement professionnel porté par des spécialistes du domaine.

Par souci de simplification, on a choisi de traiter dans le présent rapport d'un petit nombre d'indicateurs utilisés dans chacun des documents de travail. Ces indicateurs simples ont pour but de résumer, dans un langage compréhensible, l'état de l'écosystème et les progrès réalisés dans la lutte aux nombreux stress et à leurs sources. Ces indicateurs sont présentés aux tableaux 1, 4, 5, 6, 7, 8 et 9. Nous attirons l'attention du lecteur sur le fait que le mode de présentation peut varier un peu d'un indicateur à l'autre. Par exemple, dans le document de travail sur l'information et la gestion de l'information, on utilise les cotes *bon*, *passable* ou *médiocre*. Le système d'évaluation employé dans les documents sur les eaux littorales, les milieux humides côtiers

et les répercussions de l'utilisation des sols comporte les cotes *bon*, *variable* ou *médiocre* en association avec une tendance. Dans le cas du document sur les écosystèmes terrestres du littoral, une cote alphabétique a été utilisée (A à F) conjointement avec des tendances et les cotes *bon*, *variable* et *médiocre*. On trouvera plus de détails sur chacun des indicateurs dans les documents de travail.

En général, les cotes ont les significations suivantes :

- *Médiocre*—répercussions négatives importantes.
- *Variable*—les répercussions sont moins graves.
- *Bonne*—les répercussions ou la source de stress sont supprimées et les conditions se sont améliorées au point où la situation est jugée acceptable à l'heure actuelle.

En général, les tendances ont les significations suivantes :

- *Se détériorant*—tendance vers une aggravation des répercussions.
- *Stable*—aucun changement dans les répercussions.
- *S'améliorant*—tendance vers une diminution des répercussions.

À l'occasion de la CÉÉGL 1998, les cosignataires de l'Accord relatif à la qualité de l'eau dans les Grands Lacs ont l'intention de se concentrer sur l'établissement d'une série d'indicateurs permettant aux gouvernements de rendre compte des efforts de préservation et de restauration de l'écosystème du bassin des Grands Lacs.

## 5. Le littoral

Les Grands Lacs sont circonscrits par 16 000 kilomètres (10 000 milles) de littoral, chaque kilomètre représentant une rencontre unique et dynamique entre la vie sur terre et la vie dans l'eau. L'écosystème du littoral des Grands Lacs se définit par cette intersection ou interaction qui engendre, sur le plan

écologique, une collection impressionnante d'habitats uniques pour les nombreuses espèces de plantes et d'animaux qui vivent autour du bassin.

L'écosystème du bassin des Grands Lacs englobe les lacs eux-mêmes et toute l'étendue qui s'y draine. Le littoral se compose de zones interactives où les lacs influent sur la terre et où la terre a une influence directe sur les lacs. Le reste du bassin joue un rôle important en tant que source de perturbations du littoral.

Les zones littorales, aussi bien terrestres qu'aquatiques, représentent les composantes les plus diversifiées et les plus productives de l'écosystème des Grands Lacs, et ce sont

également elles qui soutiennent l'activité humaine la plus intense. En conséquence, les zones qui recèlent les ressources biologiques les plus riches sont soumises aux plus grands stress. Il s'agit des zones les plus exploitées par les humains et où vit la majorité de la population (33 millions de personnes vivent à proximité des lacs). Bref, ce sont les secteurs les plus importants à sauvegarder et qui ont le plus à perdre. De nos jours, l'écosystème du bassin est perturbé par une multitude d'activités qui vont de l'agriculture à l'urbanisation, et comprennent même les loisirs.

L'écosystème du littoral des Grands Lacs subit un fardeau démesuré en raison de la fragilité

#### **Définition du terme «ZONES LITTORALES»**

Pour les fins de la CÉÉGL 1996 et du présent rapport, les zones littorales des Grands Lacs sont définies en fonction des écosystèmes présents autant sur terre que dans l'eau.

Les milieux terrestres correspondent aux écosystèmes directement touchés par les Grands Lacs. Les milieux aquatiques constituent les zones peu profondes à proximité du rivage, où l'eau est relativement chaude. La zone littorale comprend également les milieux humides côtiers tributaires du niveau des lacs. Les zones littorales se trouvent généralement dans un rayon de 16 km (10 milles) du rivage, exception faite du lac Supérieur, où il arrive rarement que l'eau chaude s'étende beaucoup plus loin que le rivage, et du lac Érié, dont les bassins central et occidental, où l'eau est chaude et relativement peu profonde, sont considérés dans leur totalité comme des zones littorales.

Sur terre, la zone littorale correspond au milieu qui subit l'effet des lacs, c'est-à-dire les vagues, le vent, la glace, les courants, la température et la variation du niveau de l'eau, éléments qui reçoivent constamment le littoral sur toute sa longueur.

En milieu aquatique, la zone littorale correspond aux secteurs où la température de l'eau est suffisamment élevée pour soutenir une communauté de poissons d'eau chaude et d'organismes associés. Ces secteurs représentent approximativement 25 p. cent de la surface des lacs Michigan, Huron et Ontario; 90 p. cent du lac Érié et seulement 5 p. cent du lac Supérieur en raison de la profondeur importante et de la froideur de ses eaux. Ces zones côtières ont généralement moins de 30 mètres de profondeur (98 pieds), sauf pour le lac Supérieur où elles ont moins de 10 mètres de profondeur (33 pieds). Les eaux littorales comprennent aussi les voies interlacustres et pratiquement toutes les grandes baies du système.

Outre les zones littorales et leurs écosystèmes terrestres et aquatiques, le document de travail de la CÉÉGL 1996 sur les impacts du mode d'occupation des sols traite des sources de stress qui agissent sur les zones littorales. Ces sources s'étendent jusqu'en amont, bien au-delà de la zone littorale, et couvrent pratiquement tout le bassin des Grands Lacs.

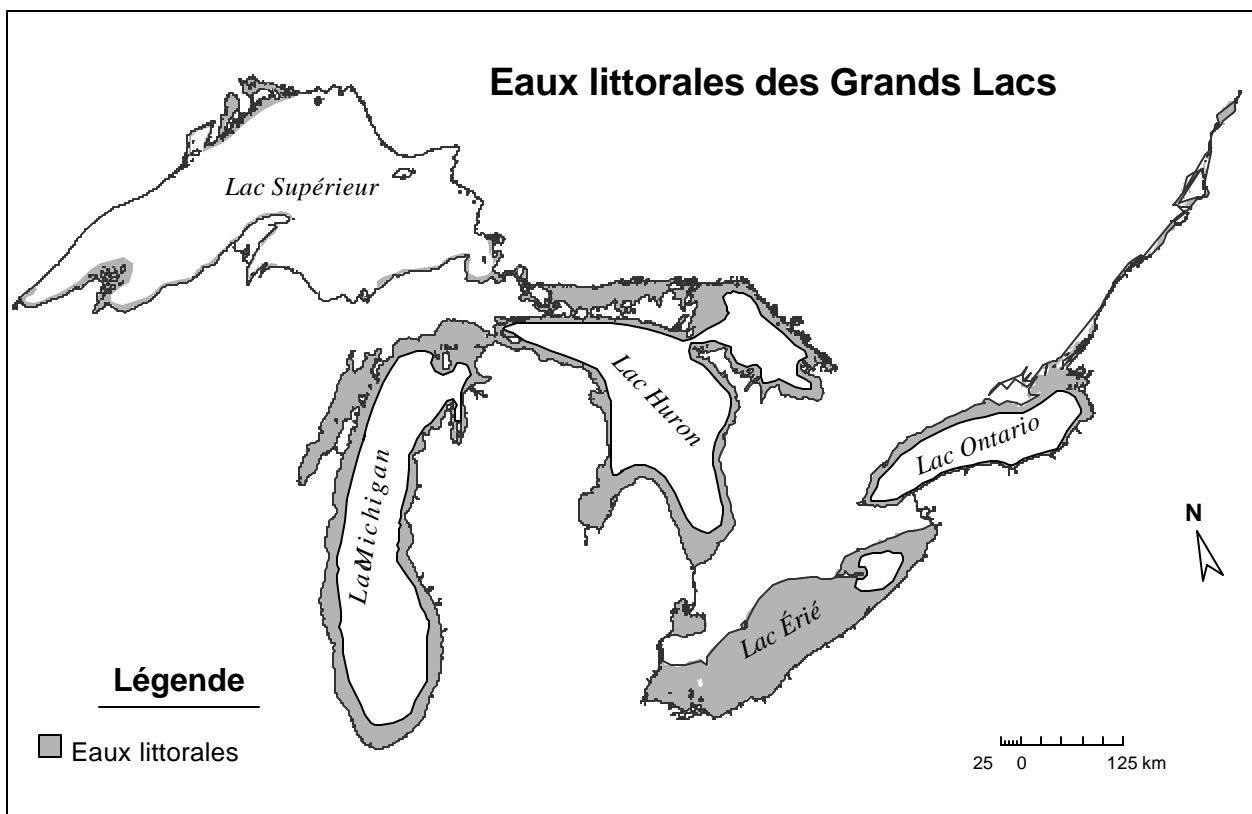
et du caractère unique de l'environnement et de la proximité des établissements humains. Le présent rapport porte sur l'environnement physique particulier qu'on trouve dans le littoral (plus particulièrement les eaux littorales, les milieux humides côtiers et le littoral terrestre— les terres bordant les lacs), sur la santé des communautés dont la survie dépend de ces milieux, les principaux stress qui s'exercent sur l'écosystème du littoral et sur leurs sources.

## 5.1 Les eaux littorales

### 5.1.1 Des caractéristiques physiques uniques

Les eaux littorales forment une bande de largeur variable autour du périmètre de chaque

lac, où l'eau est relativement plus chaude et moins profonde que le reste des eaux du lac (Figure 4). Aux fins de la CÉÉGL 1996 et du présent rapport, les eaux littorales sont définies en fonction de leur profondeur et de leur température. La proportion d'eaux littorales de chaque lac varie suivant la taille et la forme du bassin de ce lac (se reporter à la définition de «zones littorales» donnée plus haut). Si le lit du lac est très abrupt, la frontière qui sépare les eaux littorales des du large est relativement près du rivage (moins de p. cent de la superficie du lac Supérieur correspond au littoral). Par, si le lit du lac descend très graduellement, ces frontières sont beaucoup plus éloignées des bords du lac (de 90 p. cent de la superficie du lac Érié fait partie du littoral).



**Figure 4.** Eaux littorales des Grands Lacs

Source : Edsall, T. et M. Charlton. 1997. *Nearshore Waters of the Great Lakes*. (Document de travail de la CÉÉGL de 1996)

C'est la température de l'eau pendant les mois plus chauds de l'année lorsque la surface est exempte de glace qui permet d'établir la distinction entre les eaux littorales et les eaux du large. La densité de l'eau est différente selon sa température, ce qui fait que les eaux plus chaudes et moins denses près de la surface d'un lac ne se mélangent pas avec les eaux profondes plus froides et plus denses. Un échange limité entre les eaux littorales et les eaux du large a une incidence sur les communautés végétales et animales. Les éléments nutritifs qui pénètrent dans un lac par le ruissellement ou les déversements localisés se trouvent en majeure partie dans les eaux littorales; les sédiments en suspension à l'embouchure des rivières exercent principalement leur effet dans le littoral; enfin, la pollution déversée dans les eaux littorales est concentrée à cet endroit. Ces effets sont particulièrement visibles au printemps, avant que l'eau plus chaude ne s'étende sur la surface d'un lac.

Sont aussi considérées comme des eaux littorales les voies interlacustres des Grands Lacs (les grandes rivières qui transportent les eaux superficielles d'un Grand Lac à l'autre) et les tronçons les plus bas de tous les affluents des Grands Lacs. L'eau qui se déverse par les affluents dans les eaux littorales contient des matériaux et de l'énergie provenant des milieux terrestres et aquatiques de l'intérieur des terres; ainsi, les eaux littorales sont liées sur les plans physique et biologique aux autres éléments de l'écosystème du bassin.

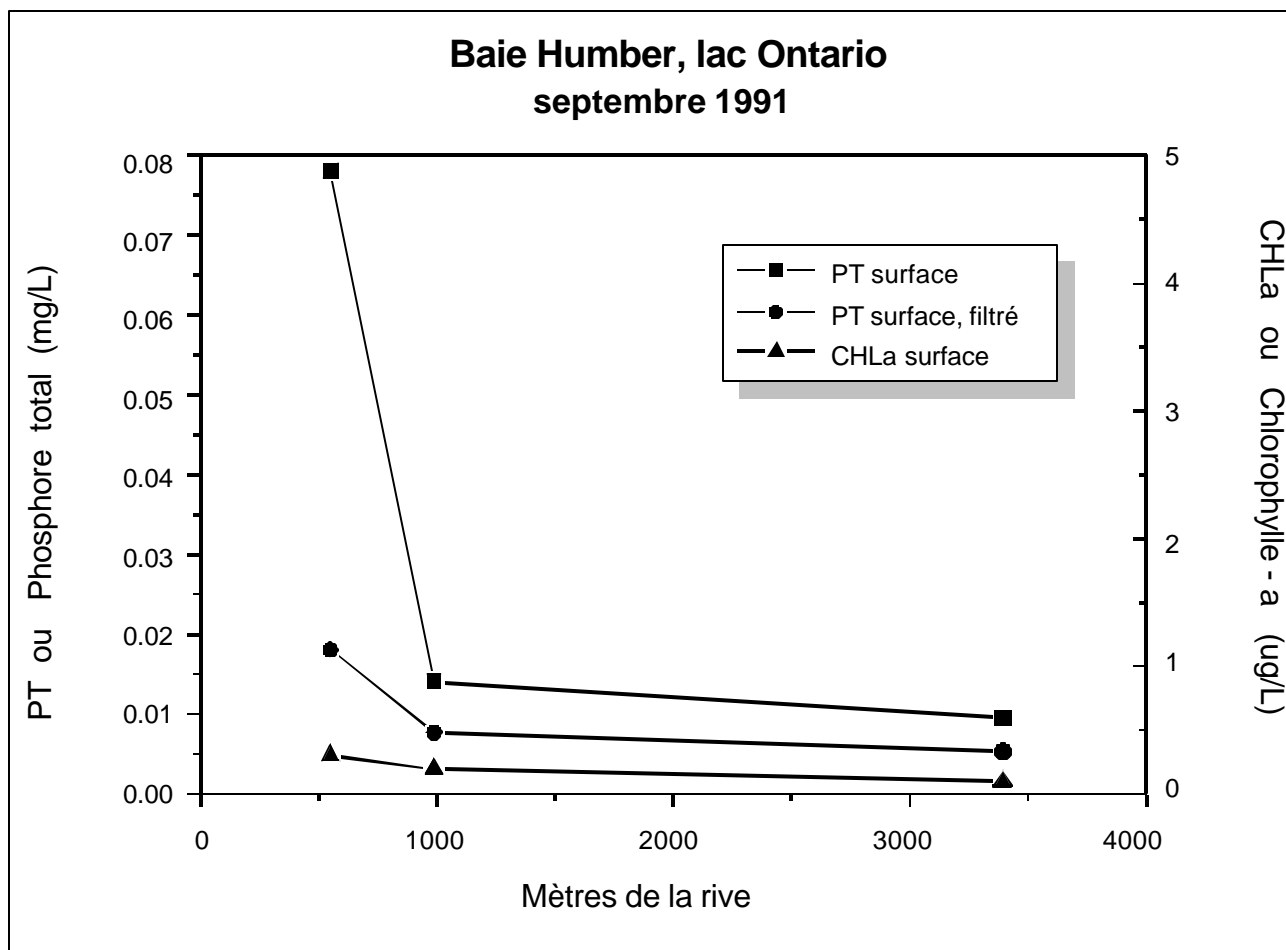
Les concentrations d'éléments nutritifs peuvent être sensiblement plus élevées dans le littoral du fait que les éléments nutritifs pénètrent dans un lac à son rivage en empruntant les sources d'eaux usées et les rivières. L'effluent des usines d'épuration des eaux usées et l'ensemble des égouts pluviaux ont une incidence sur la qualité de l'eau du littoral à proximité des agglomérations. Bien que la plus grande partie du phosphore soit retiré à l'étape du traitement des eaux usées, il n'est pas complètement éliminé. En fait, beaucoup

d'effluents rejetés par les usines d'épuration contiennent des concentrations de phosphore de l'ordre de 1 000 microgrammes par litre, soit 100 fois la concentration souhaitée dans les eaux de surface d'un lac comme le lac Ontario. On peut donc s'attendre à mesurer des gradients eaux littorales-eaux extracôtières. La Figure 5 présente un exemple de gradient.

## 5.1.2 La santé des eaux littorales

Si la santé de l'écosystème aquatique du littoral s'est généralement améliorée au cours des 25 dernières années, il reste tout de même des signes abondants des répercussions négatives soutenues des facteurs de stress physiques, chimiques et biologiques sur les populations du littoral.

L'état de la communauté de poissons des Grands Lacs est un indicateur de la santé de l'écosystème aquatique du littoral, puisque la presque totalité des espèces de poissons des Grands Lacs utilisent les eaux littorales durant une ou plusieurs étapes ou fonctions essentielles de leur existence. La santé de la communauté de poissons en tant qu'indicateur a été mesurée dans le cadre d'une évaluation de l'état des espèces indigènes et de leur habitat, et a reçu la cote *variable - s'améliorant* dans le Tableau 4. Le littoral constitue l'habitat permanent de certaines espèces; pour le poisson anadrome, le littoral est une voie migratoire alors que pour d'autres espèces benthiques, le littoral devient une aire d'alimentation et une alevinière temporaires. Les eaux peu profondes servent de refuge parfait aux jeunes poissons avec leur végétation partiellement submergée qui assure leur alimentation et leur protection, et leur température plus élevée qui accélère leur croissance. Seuls les ciscos de profondeur (qui appartiennent à la famille des corégones) et les chabots ne s'aventurent que très rarement dans les eaux littorales.



**Figure 5.** Le phosphore et la chlorophylle forment un gradient dans le lac Ontario

Source : Edsall, T. et M. Charlton. 1997. *Nearshore Waters of the Great Lakes*. (Document de travail de la CÉÉGL de 1996)

En été, les eaux littorales sont occupées par les communautés aquatiques animales et végétales qui sont adaptées aux conditions thermiques qu'on y trouve pendant cette saison. Pour chaque espèce de poisson, il existe une plage de températures estivales étroite et relativement unique à l'intérieur de laquelle le poisson connaît une croissance optimale. Les poissons recherchent activement leur température idéale pendant l'été, phénomène qui donne lieu à une répartition des espèces en fonction des conditions thermiques. En bout de ligne, tous les secteurs de l'habitat du littoral ne sont pas disponibles pour toutes les espèces.

Du point de vue historique, la perte de biodiversité et l'établissement d'espèces non indigènes a failli être catastrophique pour la population de poissons des Grands Lacs. La plupart des espèces ont subi un déclin important, et plusieurs souches génétiques de même que quelques espèces ont complètement disparu. De nombreuses communautés de poissons demeurent instables, mais les efforts déployés en vue de rétablir leur stabilité portent fruit. L'entreprend des activités d'ensemencement un peu partout dans le bassin et les projets de restauration des habitats se multiplient. Parmi les signes de succès, on constate que des populations de touladi se reproduisent de nouveau dans les lacs Supérieur et Michigan et qu'elles

commencent à se reproduire dans le lac Ontario; le doré jaune et la perchaude se trouvent de nouveau en abondance dans le lac Huron; enfin, le grand corégone montre des signes encourageants de rétablissement dans tous les Grands Lacs. Le rétablissement des stocks de poissons indigènes n'a toutefois pas suffi à lui seul à soutenir les pêches dans les Grands Lacs. Les espèces exotiques comme le saumon du Pacifique, la truite arc-en-ciel et la truite brune ont été ensemencées avec succès et ont contribué à la stabilité des pêches dans les Grands Lacs, une industrie qui rapporte maintenant plus de quatre milliards de dollars US annuellement. Plus de 80 p. cent de ces retombées économiques profitent directement au bassin des Grands Lacs, plus particulièrement aux petites communautés situées en bordure de ceux-ci.

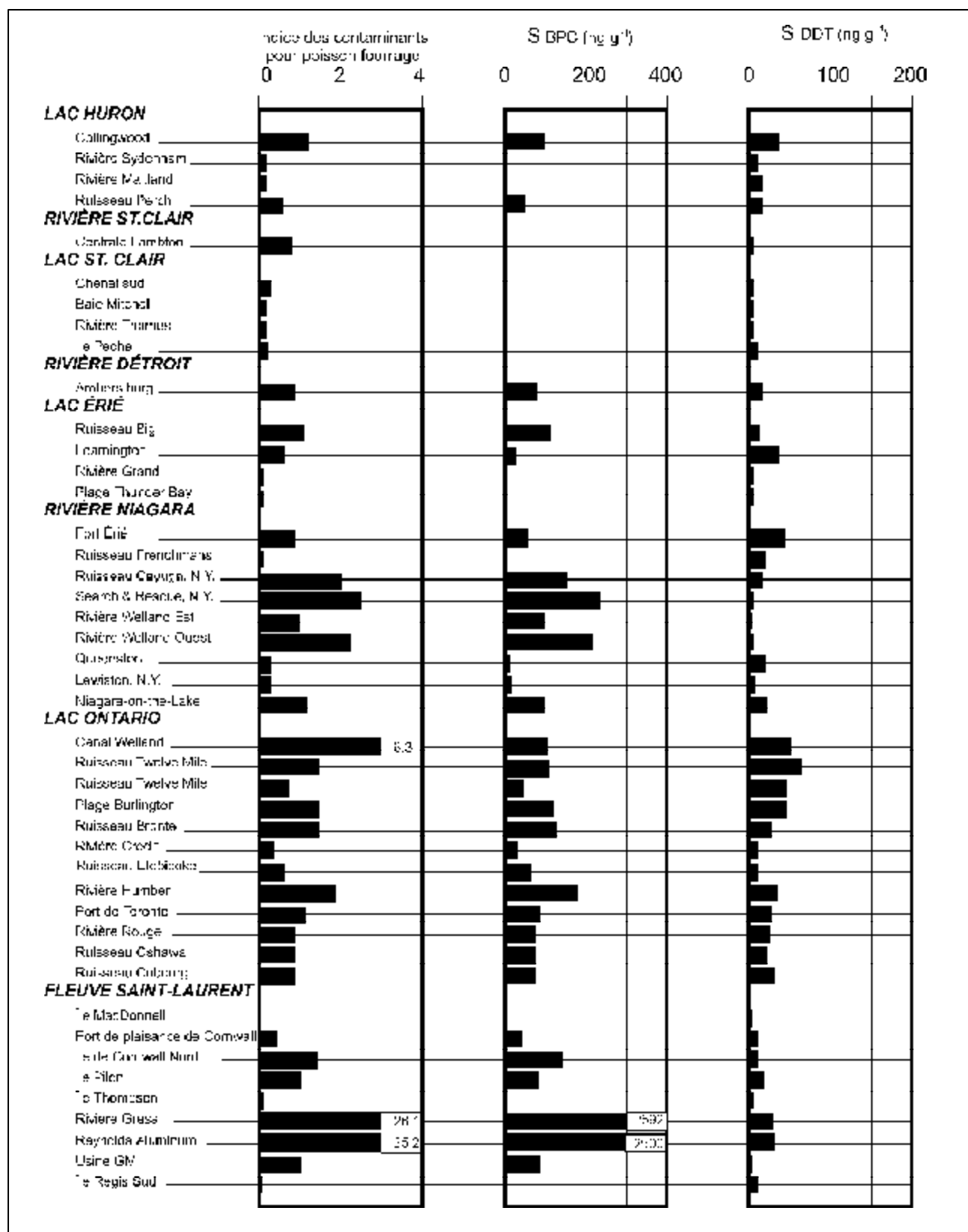
Malgré la sensibilisation accrue à l'importance de maintenir des habitats de qualité pour les poissons, il reste encore beaucoup de cas où la destruction des habitats menace la survie des populations de poissons des Grands Lacs—la modification du littoral en est un exemple. On consolide souvent le rivage naturel pour éliminer l'érosion causée par les vents et les vagues. Cette consolidation artificielle du littoral peut avoir pour effet de rediriger l'énergie des vagues, ce qui entraîne un changement dans la distribution du sable et l'érosion en aval. Les irrégularités du littoral sont souvent corrigées et les courants littoraux s'en trouvent modifiés, ce qui crée en retour une diminution des variations locales du lit du lac. En bout de ligne, c'est le nombre d'habitats de poissons qui diminue de façon importante.

L'habitat est aussi perturbé par le passage de grands navires commerciaux dans les ports et les voies interlacustres. Ces bateaux causent de rapides fluctuations des niveaux d'eau et perturbent le mouvement normal de l'eau au point de fragmenter et de déraciner les plantes aquatiques submergées, et d'éroder le substrat qui retient ces plantes. Les embarcations de plaisance peuvent causer des problèmes

semblables par leur sillage et l'action de leurs hélices. Le résultat est une augmentation considérable de la destruction de plantes vivantes, de plantes en putréfaction et d'invertébrés benthiques (qui vivent au fond des lacs), ce qui conduit à la dégradation d'habitats précieux pour les poissons. On trouvera une explication plus détaillée de ce phénomène à la section 8.7. L'état des espèces indigènes et de leurs habitats est un indicateur qui a reçu la cote *variable - s'améliorant* dans le Tableau 4.

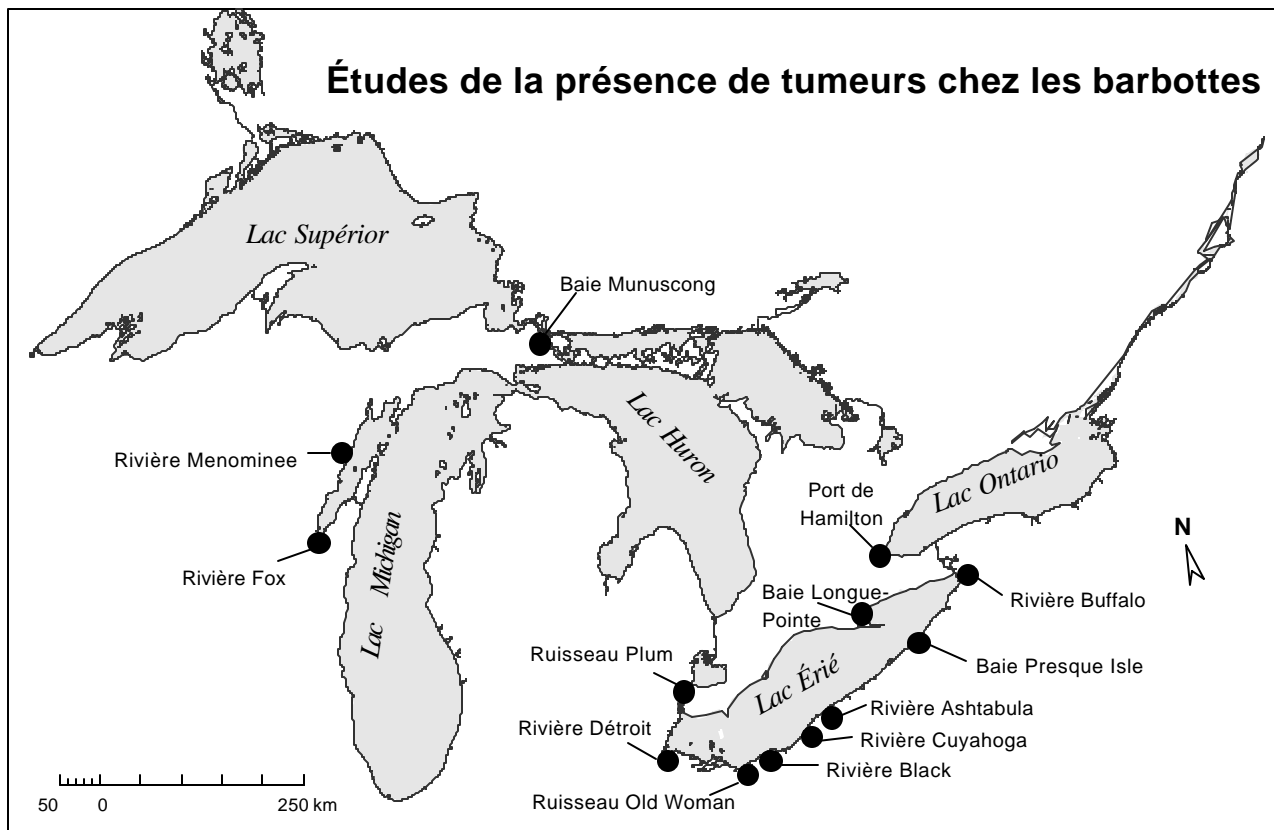
Une espèce commune de poissons fourrages, la queue à tache noire, a été utilisée dans le cadre d'une analyse des contaminants chimiques présents dans le littoral effectuée en 1993-1994. Dans le cadre de étude, on a échantillonné 44 sites dans les lacs Huron, St. Clair, Érié et Ontario, ainsi que dans le fleuve Saint-Laurent et les rivières St. Clair et Détroit. En général, on a mesuré des concentrations élevées de contaminants dans les poissons échantillonnés plus souvent dans le bassin inférieur des Grands Lacs, les concentrations maximales ayant été notées sur les sites de la rivière Grasse et de la Société d'Aluminium Reynolds, dans le fleuve Saint-Laurent, ainsi que dans le canal Welland (*Figure 6*). De façon générale, la présence de contaminants est en baisse depuis le milieu des années 70. Les concentrations de contaminants dans la queue à tache noire est l'un des éléments évalués pour l'indicateur des niveaux de substances toxiques rémanentes dans l'eau, les sédiments, les poissons et la faune. La situation a été qualifiée de *variable - s'améliorant* dans le Tableau 4.

Des observations sur le terrain et des études en laboratoire ont fourni des preuves circonstanciées importantes de l'existence d'un lien entre l'apparition de tumeurs cancéreuses chez les poissons et l'exposition à des secteurs localisés de sédiments contaminés par des carcinogènes chimiques comme l'hydrocarbure aromatique polycyclique (HAP). On a découvert des tumeurs chez les populations d'espèces des grandes



**Figure 6.** Concentrations de contaminants dans les queues à tache noire

Source : Edsall, T. et M. Charlton. 1997. *Nearshore Waters of the Great Lakes*. (Document de travail de la CÉÉGL de 1996)



**Figure 7.** Sites évalués relativement à la présence de tumeurs chez la barbotte

Source : Edsall, T. et M. Charlton. 1997. *Nearshore Waters of the Great Lakes*. (Document de travail de la CÉÉGL de 1996)

profondeurs, dont la barbotte, le meunier noir, la carpe, le poisson-castor et le malachigan. Des papillomes épidermiques (tumeurs sur la peau ayant l'apparence de bosses ou de protubérances et pouvant devenir cancéreuses) ont été relevées sur la barbotte à différents endroits, les plus fortes incidences ayant été notées dans les secteurs où la concentration de HAP dans le sédiment est élevée. Le Tableau 2 illustre la fréquence des tumeurs dans la population de barbottes en fonction de sites choisis (Figure 7). La fréquence des tumeurs externes était supérieure à 40 p. cent dans le port de Hamilton et dépassait 50 p. cent dans la baie Presque Isle. Ces tumeurs se sont manifestées chez environ 25 p. cent de la population des rivières Buffalo et Black. La prévalence des tumeurs au foie était d'environ 20 p. cent dans la rivière Buffalo et la baie

Presque Isle, alors qu'elle se situait entre 8 et 10 p. cent dans les rivières Cuyahoga et Détroit. Tous ces sites présentent des concentrations élevées de HAP dans au moins une portion de leur couche sédimentaire et ont été désignés comme secteurs de préoccupation. Les barbottes provenant de deux sites relativement non contaminés présentaient une prévalence de tumeur au foie supérieure à 5 p. cent, mais il faut dire que ces populations comptaient un pourcentage plus élevé de poissons âgés (de 5 ans et plus) que celles des sites industriels. Chez la barbotte, la fréquence des tumeurs tend à augmenter avec l'âge.

Comme l'illustre l'exemple suivant, si le dragage peut représenter une solution aux problèmes de sédiments contaminés, il peut aussi créer plus de problèmes pour la



**Tableau 2.** Prévalence de tumeurs dans les populations de barbotte dans les eaux du bassin des Grands Lacs

| Lieu                        | Date de prélèvement | Tumeurs externes |                | Tumeurs au foie |                |
|-----------------------------|---------------------|------------------|----------------|-----------------|----------------|
|                             |                     | Néoplasmes (%)   | Malignités (%) | Néoplasmes (%)  | Malignités (%) |
| Rivière Ashtabula, OH       | 1991                | 16,0             | NA             | 6,2             | 3,1            |
| Rivière Black, OH           | 1982                |                  |                | 60,0            | 38,5           |
|                             | 1987                |                  |                | 32,5            | 10,0           |
|                             | 1992                |                  |                | 58,0            | 48,0           |
|                             | 1993                | 25,0             | NA             |                 |                |
| Rivière Buffalo, NY         | 1988                | 23,0             | NA             | 19,0            | 5,0            |
| Ruisseau Plum, MI           | 1985                | 7,0              | NA             |                 |                |
| Rivière Cuyahoga, OH        | 1984                | 8,9              | 5,5            | 9,4             | NA             |
| Rivière Menominee, WI et MI | 1984                | 2,1              | NA             |                 |                |
| Rivière Fox, WI             | 1984                | 7,7              | 1,9            |                 |                |
| Rivière Detroit, MI         | 1985-87             | 10,0             | NA             | 8,8             | NA             |
| Port de Hamilton, ON*       | 1994                | 41,0             | NA             | 4,5             | 0              |
| Baie Presque Isle, PA       | 1992                | 56,0             | 33,0           | 22,0            | 6,9            |
| Baie Longue-Pointe, ON**    | 1985                | 15,0             | NA             |                 |                |
| Baie Munuscong, MI**        | 1984                | 3,2              | NA             | 5,9             | 2,9            |
| Ruisseau Old Woman, OH**    | 1984-85<br>1992-93  | 2,5              | NA             | 5,6             | 3,2            |

Source du Tableau 2 (sauf pour les données du port de Hamilton): T. Edsall, et M. Charlton. 1997. *Nearshore Waters of the Great Lakes*. (Document de travail de la CÉÉGL de 1996)

\* Source : Victor Cairns (1997) Communication personnelle. Pêches et Océans Canada, Centre canadien des eaux intérieures, Burlington (Ontario).

\*\* Lieu de référence dans une zone relativement vierge.

SO signifie qu'aucune analyse des malignités n'a été effectuée sur les barbottes de ce site.

communauté aquatique, du moins à court terme. En 1982, la population de barbottes située à proximité d'une installation de cokéfaction en activité, dans une aciérie du secteur de la rivière Black en Ohio, présentait une prévalence de cancer du foie de 38,5 p. cent. L'installation de cokéfaction a été fermée en 1983 et dès 1987, les concentrations de HAP dans la couche sédimentaire superficielle de la rivière avaient chuté à 0,4 p. cent de la concentration mesurée en 1980. En 1987, la fréquence des cancers au sein de la population

de barbottes a aussi diminué pour atteindre environ le quart de celle mesurée en 1982. Les secteurs où le sédiment est le plus contaminé par le HAP ont ensuite été dragués de la rivière en 1990. Deux ans plus tard, l'incidence du cancer chez les barbottes dépassait celle de 1982. Cet exemple montre que la sédimentation additionnelle peut réduire efficacement le taux de cancer chez les barbottes, d'autre part, le dragage à l'aide de méthodes traditionnelles peut entraîner, du moins temporairement, une augmentation des

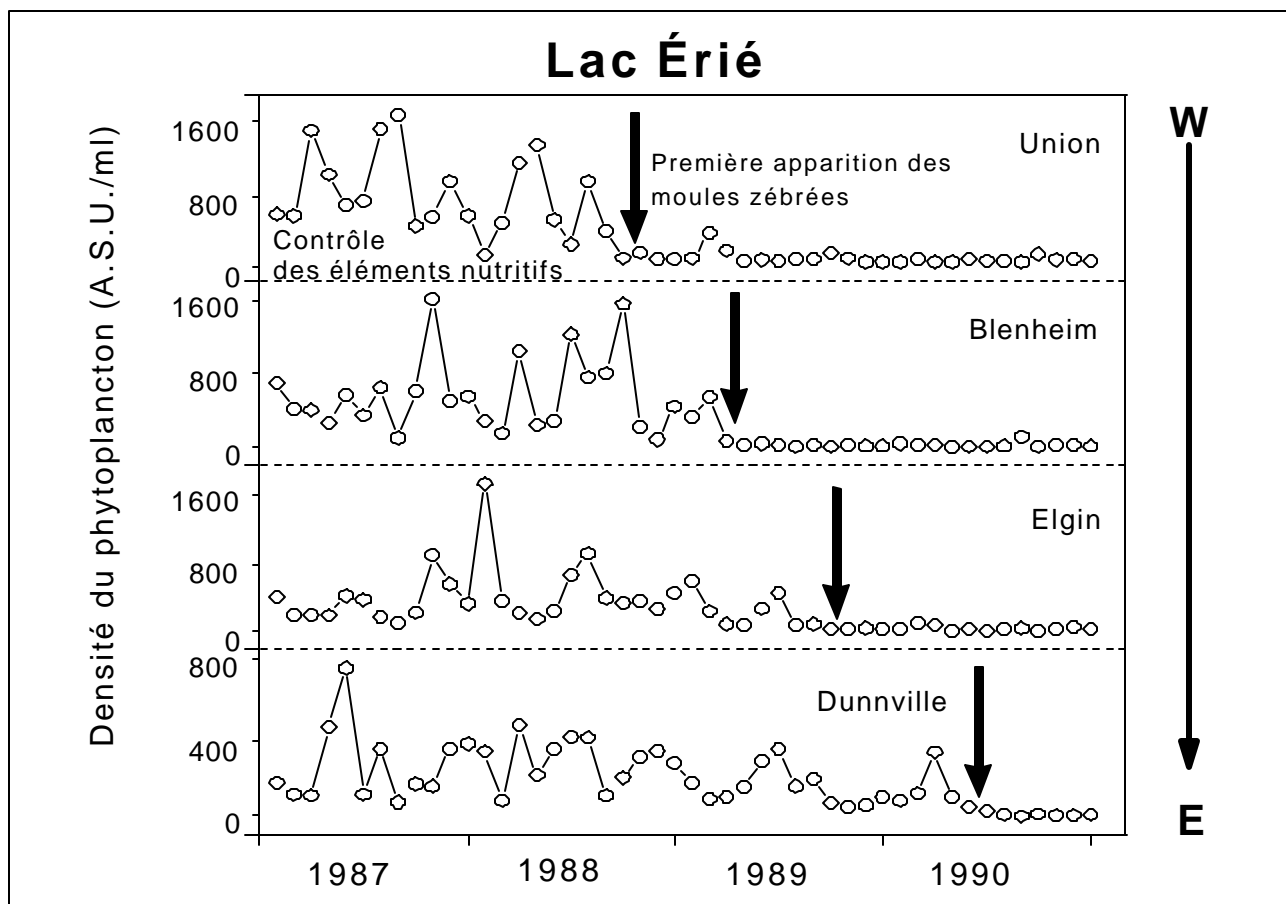
cas de cancer et la dégradation de la santé des espèces indigènes à cause des contaminants toxiques qui se dégagent des sédiments. L'importance d'analyser à fond les effets positifs et négatifs du dragage comme méthode de restauration, à court et à long terme, prend ici tout son sens. L'état des sédiments contaminés est un des éléments de l'indicateur des concentrations de substances toxiques rémanentes dans l'eau, les sédiments, les poissons et la faune. Dans le Tableau 4, cet aspect a reçu la cote *variable - s'améliorant*.

Les facteurs de stress biologiques jouent également un rôle important dans l'état de santé de l'écosystème aquatique du littoral. Pendant que les gestionnaires dépensent des millions de dollars pour contrôler les effets des espèces non indigènes (exotiques) comme la lamproie marine sur les populations de poissons, d'autres espèces exotiques continuent d'altérer le système du littoral. Par exemple, le *Bythotrephes* est une espèce exotique de zooplancton introduite dans les Grands Lacs dans les années 80. Le zooplancton représente le consommateur primaire (ou de premier ordre) dans la chaîne alimentaire aquatique; il filtre et mange des algues et, au cours de son développement, il représente une énergie et des éléments nutritifs sous une forme utilisable pour les poissons. Le *Bythotrephes* a perturbé la chaîne alimentaire indigène parce qu'il se nourrit d'autres zooplanctons (ce qui exerce une pression supplémentaire sur la population de zooplancton indigène) et par conséquent, il est le concurrent immédiat des jeunes poissons de l'année.

La moule zébrée est un envahisseur que l'on connaît davantage et qui a eu un effet dramatique sur l'état de l'écosystème aquatique du littoral. La présence de la moule zébrée a notamment eu comme conséquence néfaste importante de réduire considérablement les espèces et la quantité de grosses palourdes d'eau douce. Le corridor formé par le lac St. Clair et la partie

occidentale du lac Érié recelait autrefois les assemblages les plus riches et les plus diversifiés de grosses palourdes d'eau douce en Amérique du Nord. Moins de six ans après la découverte de la moule zébrée dans cette région, les populations de palourdes d'eau douce y avaient presque complètement disparu. La biodiversité a chuté brutalement avec la transformation de la communauté fonctionnelle, qui est passée d'une communauté stable formée d'espèces multiples de palourdes et qui se développait lentement dans un état d'équilibre avec l'écosystème, à une population comportant une espèce unique, la moule zébrée, ayant un taux de renouvellement d'énergie relativement élevé qui perturbe fortement la dynamique de l'écosystème.

Les moules zébrées ont eu d'autres conséquences sur l'écosystème aquatique du littoral—l'exemple suivant illustre l'une d'entre elles. Les moules zébrées se nourrissent en filtrant les particules en suspension dans l'eau. Ce processus de filtration nuit à la chaîne alimentaire de l'écosystème du littoral parce que le phytoplancton et le zooplancton plus petit, ainsi que les autres matériaux en suspension qui renferment des polluants, sont éliminés de l'eau par les moules zébrées et biodéposés au fond du lac. Ce processus *diminue* de façon importante la communauté de plancton (*Figure 8*), ce qui a pour effet de réduire la quantité de nourriture à la disposition des poissons planctonophages (qui mangent du plancton) qui ne se nourrissent pas au fond du lac. En retour, ce processus *augmente* considérablement l'approvisionnement en nourriture des communautés benthiques et des poissons qui se nourrissent dans le fond du lac. En bout de ligne, les espèces benthiques ont pris de l'ampleur, et celles considérées comme étant sensibles à la pollution sont maintenant les espèces dominantes. Avec l'impact des espèces exotiques, la condition de l'écosystème aquatique du littoral des Grands Lacs a été considérée comme *médiocre/se détériorant* dans le Tableau 4.



**Figure 8.** Densité du phytoplancton dans le lac Érié, un signe de l'impact des moules zébrées  
 Source : Edsall, T. et M. Charlton. 1997. *Nearshore Waters of the Great Lakes*. (Document de travail de la CÉÉGL de 1996)

L'amélioration des niveaux d'oxygène dans les eaux de fond des ports et de certains secteurs dégagés des lacs, comme le bassin central du lac Érié où les populations d'éphémères fouisseurs montrent des signes de rétablissement spectaculaire, est un autre facteur qui influence les communautés benthiques et un signe de l'amélioration des conditions benthiques. Ces changements découlent principalement des mesures de contrôle de la pollution, bien que l'activité des moules zébrées ait pu y contribuer.

La santé de la faune est un autre indicateur de l'état de l'écosystème aquatique du littoral. Le Tableau 3 illustre l'état de la population d'oiseaux qui tirent leur subsistance des eaux littorales. Si les populations de la majorité des espèces d'oiseaux aquatiques coloniaux, de

sauvagines et de rapaces piscivores sont stables ou en progression, il ressort clairement que la sterne noire, la sterne de Forster et la mouette pygmée font exception. Fait intéressant, les moules zébrées pourraient avoir contribué à la croissance hivernale des espèces de canards qui se nourrissent de mollusques. On ignore par contre les effets à long terme sur les populations de sauvagine.

### 5.1.3 Santé de la population humaine

Il existe suffisamment de preuves du fait que la consommation de poissons de pêche sportive et de gibier contaminés peut augmenter sensiblement l'exposition des humains aux

**Tableau 3.** L'état des populations d'oiseaux du littoral

| Type                         | Espèce                    | Fréquence             | Population               |
|------------------------------|---------------------------|-----------------------|--------------------------|
| Oiseaux aquatiques coloniaux | Goéland à bec cerclé      | Commun                | Stable ou en progression |
|                              | Goéland argenté           | Commun                |                          |
|                              | Cormoran à aigrette       | Commun                |                          |
|                              | Sterne caspienne          | Commun                |                          |
|                              | Grand héron               | Commun                |                          |
|                              | Grande aigrette           | Rare                  |                          |
|                              | Goéland à manteau noir    | Rare                  | Stable-variable          |
|                              | Sterne commune            | Commun                |                          |
|                              | Bihoreau à couronne noire | Commun                | Stable-variable          |
|                              | Sterne noire              | Rare                  | En déclin                |
|                              | Sterne de Forster         | Rare                  |                          |
|                              | Mouette pygmée            | Rare                  |                          |
| Sauvagine                    | Canard de surface         | Commun                | Stable                   |
|                              | Oie                       | Commun                | Stable                   |
|                              | Canard de baie            | Commun                | Stable-variable          |
|                              | Bec-scie                  | Commun                | Stable                   |
|                              | Garrot à oeil d'or        | Commun                | Stable                   |
|                              | Canard de mer             | Commun                | En progression           |
| Rapaces piscivores           | Balbusard                 | Varie selon l'endroit | Stable ou en progression |
|                              | Pygargue à tête blanche   | Varie selon l'endroit | Stable                   |

Source : Edsall, T. et M. Charlton. 1997. *Nearshore Waters of the Great Lakes*. (Document de travail de la CÉÉGL de 1996)

polluants des Grands Lacs, en raison de la bioaccumulation et de la bioamplification dans la chaîne alimentaire. Une série d'études réalisées au cours des années 80 a permis d'établir une corrélation entre l'exposition des humains au BPC et la consommation de poisson contaminé. Plus récemment, il a été démontré que les consommateurs de poissons contaminés des Grands Lacs peuvent présenter une charge corporelle de BPC, de

mercure et de plomb deux à quatre fois supérieure à celle de la population en général.

Tout comme les avis de sécurité sur la consommation de poisson indiquent le niveau de contaminants toxiques présents dans l'eau, les avis sur l'eau potable et les fermetures de plages constituent des indicateurs indirects de la qualité de l'eau du littoral. Au Canada et aux États-Unis, la plupart des plages publiques

sont surveillées pour assurer la protection des baigneurs contre la pollution de l'eau. En revanche, les méthodes d'échantillonnage de l'eau et d'analyses microbiologiques ne sont pas normalisées pour tout le bassin des Grands Lacs. Du reste, le type et la quantité de microbes et de polluants peuvent varier d'une plage à l'autre en fonction du type de contamination (p. ex. déversement des égouts pluviaux, produits chimiques et déchets agricoles, pollution industrielle), des courants d'eau et de la température de l'eau, des concentrations d'éléments nutritifs, de la quantité de baigneurs, entre autres. Ces variables constituent autant d'obstacles à la détermination de tendances ou de cycles à l'égard de la contamination microbienne des eaux littorales aux différentes plages publiques des Grands Lacs, et ce, même pour une plage particulière.

Les eaux littorales peuvent contenir des organismes pathogènes (des virus, bactéries ou protozoaires) qui risquent de provoquer des troubles gastro-intestinaux et des infections d'oreille chez les baigneurs. En général, les fermetures de plages sont attribuables à des niveaux élevés de bactéries. Elles sont cependant moins fréquentes dans les régions plus au nord, peu peuplées et peu développées sur le plan industriel. À l'inverse, les fermetures de plages surviennent plus souvent dans les régions au sud, où la côte est plus intensément exploitée, densément peuplée et abondamment développée sur les plans agricole et industriel.

Au cours du présent siècle, les maladies infectieuses d'origine hydrique se sont raréfiées dans le bassin des Grands Lacs grâce à l'efficacité du traitement par chloration de l'eau potable et des eaux usées et aux programmes d'immunisation. Avant qu'on commence à traiter l'eau potable, les maladies hydriques comme la fièvre typhoïde et le choléra pouvaient frapper une large proportion de la population urbaine. En 1854 par exemple, la ville de Chicago a connu une épidémie de choléra qui a emporté 5 p. cent de

la population. En 1981, le taux de mortalité attribuable à la fièvre typhoïde atteignait un sommet de 124 par 100 000 habitants. Malgré tout, même les installations modernes de traitement des eaux comportent des faiblesses. En 1993 à Milwaukee, on a rapporté environ 400 000 cas d'infection (et à peu près 4 000 hospitalisations) dus à un protozoaire parasite (*Cryptosporidium*). En 1996, une épidémie de cryptosporidiose de moindre gravité est survenue à Collingwood, en Ontario.

Dans certains cas, les installations de traitement des eaux usées ne désinfectent pas l'effluent avant son évacuation, en particulier pendant les orages, ce qui contribue à l'apport pathogénique des eaux littorales. En outre, certains effluents d'installations de traitement, en particulier ceux qui transportent les déchets industriels, sont toxiques pour les algues et probablement aussi d'autres organismes aquatiques. D'autres effluents comme le lessivage des terres cultivées contiennent également des pathogènes et des produits chimiques toxiques. Les désinfectants chimiques utilisés pour tuer les pathogènes présents dans les eaux usées et l'eau potable peuvent aussi engendrer des sous-produits toxiques.

Les eaux usées et l'eau potable sont généralement désinfectées au moyen de chlore et, parfois, d'ozone. Dans le passé, les municipalités ont commencé à traiter l'eau potable pour prévenir les maladies hydriques en y ajoutant du chlore comme désinfectant. Cette technique s'est révélée être une solution simple à un problème très sérieux de santé publique. Le chlore est encore utilisé parce qu'il peut tuer les pathogènes présents dans tout le système de distribution d'eau. Des indicateurs de la santé humaine ont fait l'objet d'une évaluation au Tableau 4 et les résultats obtenus varient de *bonne - stable* à *variable - s'améliorant*. Par contre, pour bien des indicateurs, les données disponibles sont insuffisantes pour qu'on puisse établir une cote.

**Tableau 4.** Indicateurs d'évaluation de l'écosystème aquatique du littoral et des sources de stress

| Résultat attendu  | Indicateurs   | Condition             | Tendance            |
|---|---|-----------------------|---------------------|
| Poissons et faune en santé  | Effet des espèces exotiques   | Médiocre              | Se détériorant      |
|   | Situation des espèces indigènes et de leurs habitats  | Variable              | S'améliorant        |
| Élimination effective des substances toxiques rémanentes                  | Niveaux des substances toxiques rémanentes dans l'eau et les sédiments                                  | Variable              | S'améliorant        |
|   | Concentrations de substances toxiques rémanentes dans les poissons et les animaux                       | Variable              | S'améliorant        |
| Réduction des apports d'éléments nutritifs éliminant l'eutrophisation     | Concentrations d'oxygène dissous des eaux de fond   | Bonne                 | S'améliorant        |
|   | Limpidité de l'eau/prolifération d'algues   | Variable              | S'améliorant        |
| Populations humaines en santé   | Mises en garde relatives à la consommation de poisson   | Variable              | S'améliorant        |
|   | Fermetures de plages, mesurées en nombre médian de jours consécutifs de fermeture pour une année donnée | Données insuffisantes | Inconnue            |
|   | Qualité de l'eau potable  | Bonne                 | Stable              |
|   | Maladies graves associées à des niveaux localement élevés de contaminants                               | Données insuffisantes | Inconnue            |
|   | Maladies chroniques   | Données insuffisantes | Inconnue            |
| <b>État général de l'écosystème aquatique du littoral des Grands Lacs</b> |   | <b>Variable</b>       | <b>S'améliorant</b> |

Source : Comité directeur de la CÉÉGL 1996

### 5.1.4 Évaluation globale

Le Tableau 4 décrit sous forme résumée la santé de l'écosystème aquatique du littoral. Les indicateurs dont il n'est pas fait état dans le présent rapport sont étudiés dans le document de référence sur les eaux littorales des Grands Lacs.

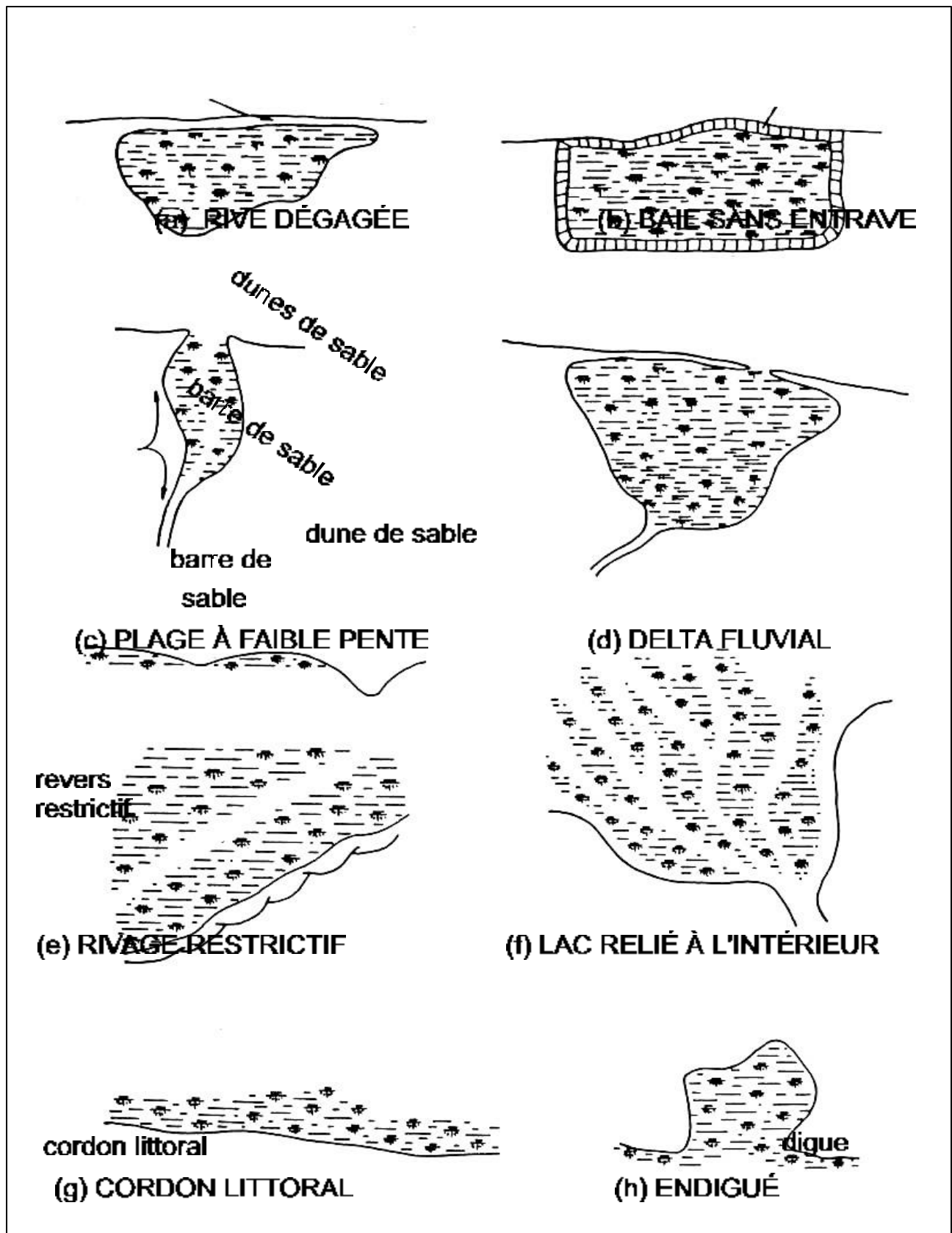
Les marais et les marécages se retrouvent le plus souvent dans les zones côtières, parce que leur végétation peut tolérer les importantes fluctuations à court et à moyen termes des niveaux d'eau des Grands Lacs. Les tourbières sont moins fréquentes dans cette zone, mais on en trouve aussi dans des sites protégés tout autour des Grands Lacs.

## 5.2 Terres humides côtières

### 5.2.1 Physiquement uniques

On compte quatre grands types de terres humides : les marais, les marécages, les tourbières basses et les tourbières hautes.





**Figure 9.** Types de terres humides côtières des Grands Lacs

Source : Maynard, L. et D. Wilcox. 1997. *Coastal Wetlands*. (Document de travail de la CÉÉGL de 1996)

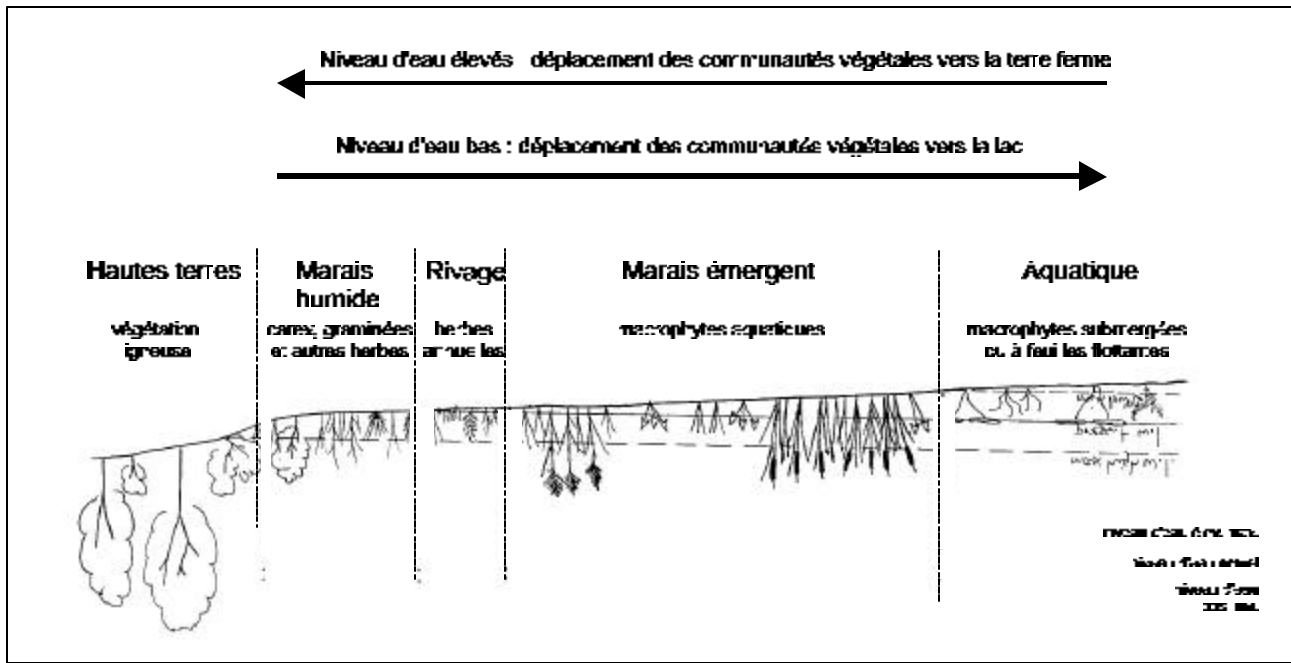


Figure 10. Migration de la végétation dans les terres humides côtières

Source : Maynard, L. et D. Wilcox. 1997. *Coastal Wetlands*. (Document de travail de la CÉÉGL de 1996)

Les terres humides côtières des Grands Lacs sont formées par des processus lacustres dynamiques tels que les vagues, les courants et les fluctuations des niveaux d'eau tant à long terme que saisonnières. Ce sont des zones uniques dynamiques, d'une importance capitale pour la vie des Grands Lacs. On les trouve le long de leurs rives dans des endroits où l'effet d'érosion de la glace et des vagues est faible, ce qui permet à la végétation des terres humides d'y croître. La Figure 9 illustre l'éventail des types de terres humides.

Les caractéristiques écologiques des terres humides côtières des Grands Lacs sont reliées aux sources de stress naturelles. Les fluctuations saisonnières et à long terme des niveaux d'eau sont la plus importante de ces sources, car elles limitent l'invasion de la végétation ligneuse en poussant les communautés végétales à migrer vers le lac ou vers la terre ferme (Figure 10). Les espèces et les communautés végétales des terres humides préfèrent une eau dont la

profondeur se situe dans une certaine fourchette; elles s'y sont adaptées, ce qui permet aux terres humides d'être plus vastes et plus productives qu'elles ne le seraient si les niveaux de l'eau étaient toujours stables. Les écarts entre les niveaux maximums et minimums de l'eau observés à long terme se situent entre 1,1 et 2 mètres (3,5 à 6,5 pieds), selon le Grand Lac.

### 5.2.2 Santé des terres humides côtières

Pour évaluer l'état des terres humides côtières des Grands Lacs, il faut commencer par reconnaître qu'une grande partie de celles qui existaient au départ sont disparues. L'être humain drague, draine et remblaye des terres humides côtières depuis des décennies. La majorité des activités de ce genre ont lieu dans les Grands Lacs inférieurs, au profit des utilisations agricoles, urbaines et industrielles



des terres. Par exemple, dans la partie ouest du lac Ontario, de la rivière Niagara à Oshawa, 83 p. 100 des 3 900 hectares de terres humides (9 637 acres) qui existaient à l'origine sont disparus, essentiellement au profit de l'urbanisation. Depuis 150 ans, les pertes sont plus importantes encore au lac Érié, particulièrement dans la partie occidentale. Avant 1850, il y avait 122 000 hectares (301 465 acres) de marais et de marécages côtiers entre Vermillion, en Ohio, et la rivière Détroit, au Michigan (ces terres faisaient partie du *Black Swamp*, un vaste complexe de terres humides). On les a débroussaillées, drainées, remblayées et endiguées pour créer des terres agricoles à la fin du XIX<sup>e</sup> siècle. L'empiétement s'est poursuivi au point que, en 1987, il ne restait plus que 5 300 hectares (13 090 acres) des marais côtiers de l'Ohio.

De nos jours, la quantité de terres humides perdues d'une année à l'autre est beaucoup plus faible qu'auparavant, mais c'est surtout parce qu'il en reste si peu. Les pertes d'aujourd'hui sont graves, comme d'ailleurs la perte de qualité qui se poursuit même dans les secteurs protégés. Il n'y a guère de données disponibles sur le degré de perte de qualité des terres humides, mais la perturbation des processus écologiques tels que les variations naturelles des niveaux de l'eau et l'invasion par des espèces exotiques, entraînent un affaiblissement de leur capacité d'assurer la survie d'espèces vulnérables, de leur complexité et de leur degré de résistance.

On a compris récemment le rôle vital des terres humides côtières dans le maintien de la santé de l'écosystème des Grands Lacs. Ces terres protègent en effet les écosystèmes terrestres du littoral contre les effets de l'érosion, en retenant les eaux de crue et en dispersant l'énergie des vagues; elles réduisent aussi la turbidité et accroissent la limpidité de l'eau des systèmes aquatiques adjacents en contrôlant les sédiments; enfin, elles améliorent la qualité de l'eau grâce à une combinaison de processus physiques, biologiques et biogéochimiques. Les terres

humides côtières abritent aussi de nombreuses espèces végétales et animales. Plus de 90 p. 100 des quelque 200 espèces de poissons des Grands Lacs en dépendent directement pour une partie de leur cycle de vie. En outre, de nombreuses espèces d'oiseaux, d'amphibiens, de reptiles et de mammifères ont besoin des terres humides pour vivre. On sait que bien des espèces végétales et animales considérées comme menacées ou en danger d'extinction y vivent : le quart environ des espèces de poissons, les deux tiers des espèces d'oiseaux et les trois quarts des espèces d'amphibiens considérées comme menacées ou en voie d'extinction à l'échelle nationale aux États-Unis ont besoin des terres humides.



Une étude exhaustive de l'état des terres humides restantes exigerait d'autres recherches, mais il est possible d'évaluer indirectement la santé des terres humides côtières des Grands Lacs en analysant les sources de stress existantes.

Le degré de fluctuation des niveaux de l'eau des Grands Lacs est un indicateur indirect de la santé de l'écosystème côtier. Les terres humides côtières ont besoin de fluctuations saisonnières et à long terme des niveaux de l'eau. Or, la régulation de ces niveaux influence sur l'ampleur, la fréquence et la durée naturelle de leurs changements ainsi que sur le moment auquel ils se produiraient en l'absence de

régulation. Par conséquent, la population et la diversité des espèces végétales sont réduites, et l'habitat de la faune des terres humides est altérée. Une des conséquences de cette altération à la fois subtile et omniprésente de l'environnement, c'est que les terres humides côtières deviennent plus vulnérables à l'invasion d'espèces exotiques comme la salicaire pourpre ou à la prolifération de plantes indigènes agressives comme le phalaris roseau<sup>1</sup>. Ces deux espèces se sont établies dans les écosystèmes des terres humides côtières en peuplements denses (souvent d'une seule espèce) capables d'éliminer des plantes indigènes plus bénéfiques et, partant, de réduire la diversité des habitats. La salicaire pourpre est particulièrement destructive, puisqu'elle n'a à peu près aucune utilité comme aliment ou comme abri pour la faune.

Le type d'utilisation des terres dans le bassin qui entoure les terres humides côtières est un autre indicateur indirect de leur santé. L'agriculture, la construction résidentielle et les activités industrielles influent de bien des façons sur les écosystèmes côtiers. En plus de leur effet physique direct, elles font augmenter le volume des sédiments introduits dans ces terres humides, ce qui envase les aires de reproduction des poissons. L'augmentation du volume des sédiments réduit la limpidité de l'eau et sa pénétration par la lumière, limitant ainsi la croissance des plantes aquatiques qui constituent la base de la chaîne alimentaire. Enfin, la turbidité élevée qui en résulte empêche des espèces de poissons désirables chassant à vue de se nourrir, au profit d'espèces introduites comme la carpe commune, capables de chasser au goût et à l'odorat dans des eaux extrêmement troubles. Les autres sources de stress associées à ces types d'utilisation des terres comprennent la prolifération des éléments nutritifs et les augmentations de concentrations de produits toxiques.

La mesure dans laquelle elles sont endiguées est un troisième indicateur indirect de la santé

des terres humides côtières des Grands Lacs. On estime souvent que l'endiguement de ces terres permet de résoudre des problèmes de gestion, lorsqu'on a besoin de protection contre les changements de niveau de l'eau et l'action des vagues, ou encore lorsqu'on veut gérer les habitats des oiseaux aquatiques. Malheureusement, l'endiguement crée des problèmes pour les terres humides. En les isolant des eaux du lac et de l'environnement avoisinant, on élimine ou réduit une grande partie de leur valeur fonctionnelle pour la dispersion des crues et l'absorption des inondations, le contrôle des sédiments et l'amélioration de la qualité de l'eau. Il est vrai qu'on peut améliorer l'habitat des oiseaux aquatiques et de certains autres animaux grâce à l'endiguement, mais on prive alors les échassiers et bien d'autres plantes et animaux moins communs dans l'habitat d'une zone toujours changeante à la limite de la terre et de l'eau. De plus, les poissons et les invertébrés incapables de se déplacer sur la terre ferme n'ont pas accès aux marais endigués et perdent par conséquent un habitat précieux. Les larves de poissons pompées dans les marais endigués pendant les opérations de remblayage y restent prisonnières et sont donc perdues pour la population piscicole lacustre.

### 5.2.3 Cote globale

L'état général des terres humides côtières de l'écosystème des Grands Lacs n'est que partiellement connu, et c'est pourquoi il nous est impossible d'en donner une cote globale. Il n'existe pas de répertoire ou de système d'évaluation pour la majorité des terres humides côtières. Nous connaissons l'emplacement général de ces terres grâce à la télédétection et à la photographie aérienne, mais il n'y a pas de système de classification généralement reconnu, ni d'information systématique sur leur qualité, leur pourcentage de perte ou leur pourcentage de détérioration. On sait bien des choses sur les sources de dégradation des terres humides et les conditions existant dans certains secteurs ont

**Tableau 5.** État des écosystèmes et des facteurs de stress des terres humides côtières

| Résultat attendu  | Indicateurs   | Condition                                | Tendance                         |
|---|---|--|----------------------------------|
| Préservation ou restauration des terres humides                                 | Changements de l'utilisation des terres, empiètement, aménagement                             | Médiocre                                 | Se détériorant                   |
|   | Utilisation des terres avoisinant les terres humides  | Médiocre                                 | Se détériorant                   |
|   | Superficie et abondance des terres humides :<br>Grands Lacs d'amont<br>Grands Lacs inférieurs | Variable<br>Médiocre                     | Se détériorant<br>Se détériorant |
|   | Modification du littoral  | Médiocre à variable                      | Se détériorant                   |
| Préservation ou restauration de la qualité des terres humides                   | Fluctuation des niveaux de l'eau :<br>Lac Ontario<br>Lac Supérieur<br>Lacs non régulés        | Médiocre<br>Médiocre à variable<br>Bonne | Stable<br>Stable<br>Stable       |
|   | Protection contre l'érosion   | Données insuffisantes                    | Inconnue                         |
|   | Concentrations d'éléments nutritifs et de produits chimiques toxiques rémanents               | Variable                                 | S'améliorant                     |
| Préservation ou restauration de la santé de l'habitat                           | Situation des communautés végétales   | Variable                                 | Se détériorant                   |
|   | Situation des espèces végétales   | Variable                                 | Se détériorant                   |
| Préservation ou restauration de populations de poissons et de faune en santé    | Effet des espèces exotiques   | Médiocre                                 | Se détériorant                   |
|   | Concentration de substances chimiques toxiques rémanentes dans les organismes vivants         | Variable                                 | S'améliorant                     |
| <b>État général des écosystèmes des terres humides côtières des Grands Lacs</b> |   | <b>Données insuffisantes</b>             | <b>Inconnue</b>                  |

Source : Comité directeur de la CÉÉGL de 1996

été relativement bien étudiées, mais il n'est toutefois pas possible, pour le moment, de produire une évaluation exhaustive de l'état des terres humides côtières des Grands Lacs.

Tableau 5 est un résumé de l'état de santé de l'écosystème des terres humides côtières. Une analyse plus détaillée figure dans le document de référence sur les terres humides côtières des Grands Lacs.

## 5.3 Terres avoisinantes des Grands Lacs

### 5.3.1 Un paysage unique et varié

Les terres avoisinant les Grands Lacs (les écosystèmes terrestres du littoral) sont définies par les Grands Lacs eux-mêmes. Elles ont été sculptées par les glaciers et continuellement modelées par les vagues et par le vent, par les courants littoraux et les dépôts constants de sédiments de plus de 500 tributaires qui modifient sans cesse les 16 000 kilomètres (10 000 milles) du littoral. Elles peuvent aussi étroites qu'une plage battue par les vents ou aussi larges qu'une forêt ou un champ de dunes s'étendant sur plusieurs kilomètres. Elles comprennent des formations aussi peu communes que les impressionnantes falaises rocheuses de la rive nord du lac Supérieur, les dunes et les dépressions du sud du lac Michigan, les riches terres de prairies et de savane du lac Érié et les sols peu profonds de la végétation Alvar du nord du lac Huron et de l'est du lac Ontario.

Ce littoral toujours changeant constitue une zone tampon entre l'écosystème aquatique et les écosystèmes des terres intérieures et il entretient des interactions constantes avec les écosystèmes des terres humides côtières. Les dunes, barres et bancs de sable, par exemple, protègent les habitats des lagunes et des marais côtiers. Les plages de sable sont la tête de pont de la migration du sable lacustre vers l'intérieur des terres, où il forme des dunes. Les éléments nutritifs, les algues et les débris ligneux grossiers qui s'accumulent sur les plages près du rivage sont une manne pour les oiseaux, les poissons, les amphibiens, les mammifères et toutes sortes de microorganismes. Enfin, les écosystèmes aquatiques du littoral sont d'importants habitats pour les invertébrés aquatiques au cycle de vie adulte court et offrent aux amphibiens leurs aires de reproduction. Ce sont aussi des habitats d'importance critique pour les oiseaux migrateurs.

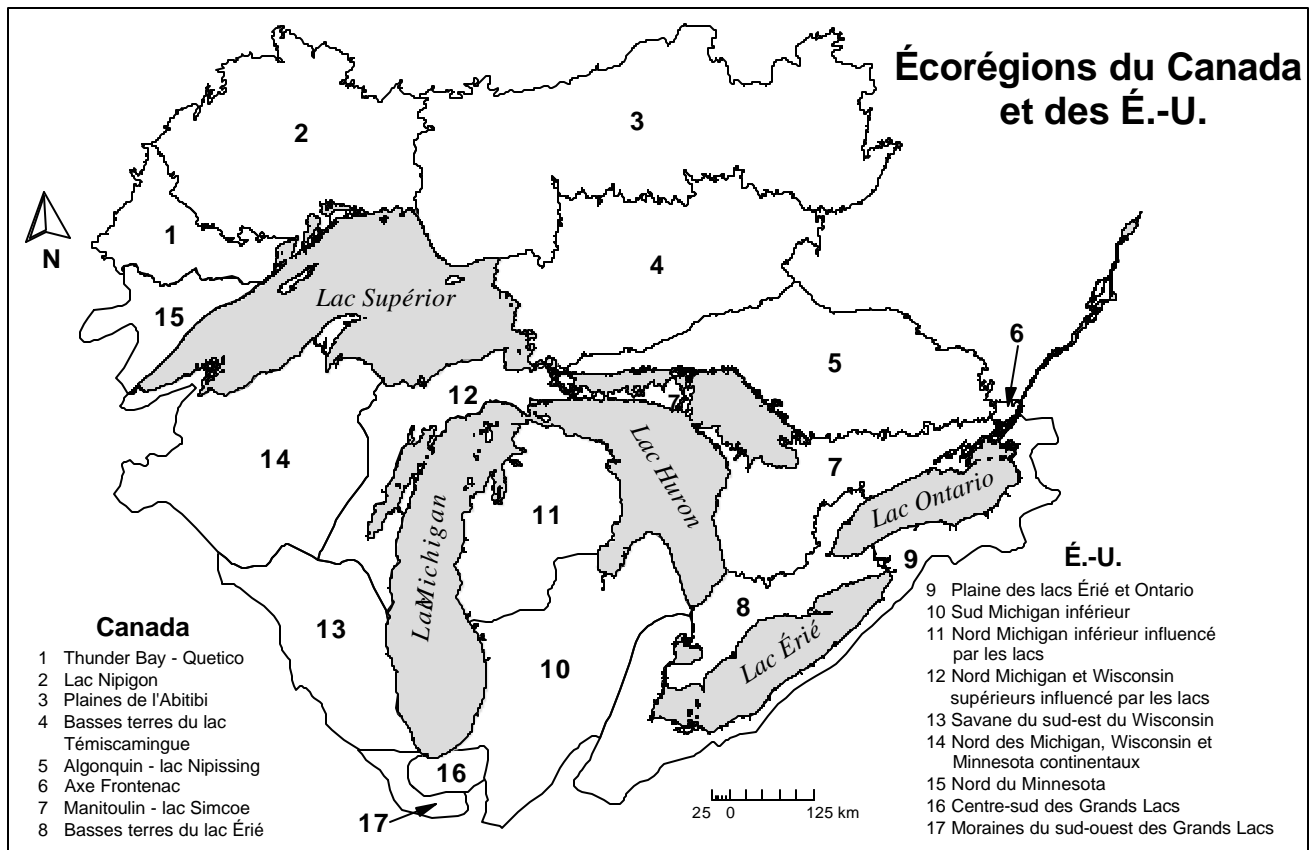
Bref, les écosystèmes uniques du littoral abritent des espèces végétales et animales très variées. Des espèces menacées à l'échelle planétaire comme le pluvier siffleur et le bleu mélissa vivent, se reposent ou se nourrissent dans leur partie terrestre. Plusieurs espèces, dont le mimule du Michigan et la paruline de Kirtland, sont introuvables ailleurs que dans le bassin des Grands Lacs. Le caractère de toute la région est attribuable à une combinaison de caractéristiques physiques uniques et d'une grande variété d'espèces animales et végétales.

### 5.3.2 La santé des terres avoisinant les Grands Lacs

La santé des terres avoisinant les Grands Lacs, c'est-à-dire des écosystèmes terrestres du littoral, se détériore dans l'ensemble du bassin. On est arrivé à cette conclusion en analysant l'environnement terrestre littoral de trois points de vue, celui des écorégions du bassin des Grands Lacs, celui des communautés écologiques particulières du littoral et celui de l'état de chacun des Grands Lacs. La qualité du littoral des 17 écorégions et des 12 communautés écologiques particulières étudiées est évaluée sur une échelle alphabétique de *A* à *F*; l'état des quatre éléments correspondant à celui de chacun des Grands Lacs l'est sur une échelle qualitative, de *bonne* à *médiocre*.

#### 5.3.2.1 Écorégions

Les écorégions sont de vastes secteurs du paysage définis selon leur climat, leurs caractéristiques physiques et la végétation ainsi que les animaux qu'on y trouve. On en compte 17 dans le bassin des Grands Lacs (Figure 11), chacune ayant une partie terrestre littorale. Leur évaluation est fonction de la mesure dans laquelle les communautés écologiques envisagées y sont représentées et protégées ainsi que de l'importance des changements de l'utilisation des terres qui



**Figure 11.** Écorégions du littoral des Grands Lacs

Source : Reid, R. et K. Holland. 1997. *The Land by the Lakes: Nearshore Terrestrial Ecosystems*. (Document de travail de la CÉÉGL de 1996)

influent sur ces communautés. Dans la pratique, l'évaluation de la qualité des littoraux écorégionaux est fondée sur les catégories suivantes :

- types caractéristiques de rivages
- communautés naturelles importantes
- représentation actuelle dans les parcs et zones protégés
- caractéristiques non protégées prioritaires
- présence d'une région urbaine dans les bassins littoraux
- activités agricoles dans les bassins littoraux
- utilisation du rivage pour des résidences principales, des chalets et des ports de plaisance
- protection du bord du lac contre l'érosion
- importance des changements d'utilisation des terres
- activités de planification et de restauration en cours
- tendance de l'état du rivage

En raison de la nature variée des écorégions et de leurs relations avec les Grands Lacs, cette façon d'évaluer la qualité des littoraux donne de meilleurs résultats pour certaines d'entre elles que pour les autres. Par exemple, dans les écorégions de la rive nord du lac Supérieur, les utilisations des terres et les facteurs de stress sont sensiblement les mêmes pour toutes les zones côtières. Par contre, dans certaines écorégions situées plus au sud, et particulièrement dans celles qui

donnent sur plus d'un des Grands Lacs, toute généralisation est susceptible d'occulter d'importantes différences internes.

Il est possible que les évaluations à l'échelle de l'écorégion soient trop généralisées. Par conséquent, il serait utile qu'on perfectionne cette approche dans le futur, en utilisant peut-être une échelle plus petite comme celle de

l'écodistrict, et en incorporant des données quantitatives dans toute la mesure du possible. Quelques-unes seulement des écorégions bénéficient d'une protection de zones représentant toute la gamme de la biodiversité du littoral; ces zones ne sont pas suffisamment représentées dans plus de la moitié des écorégions, avec une tendance à la détérioration de modérée à grave de l'état du littoral (Tableau 6).

**Tableau 6.** État du littoral terrestre des écorégions des Grands Lacs

| Écorégion   | Touche le(s) lac(s) | Évaluation | Tendance                                 |
|---|---------------------|------------|--|
| Nord du Michigan continental, Wisconsin et Minnesota                    | Supérieur           | B          | Stable                                   |
| Nord du Minnesota   | Supérieur           | B          | Se détériorant modérément                |
| Thunder Bay-Quetico   | Supérieur           | C          | Se détériorant modérément                |
| Lac Nipigon   | Supérieur           | B          | Stable                                   |
| Plaines de l'Abitibi  | Supérieur           | A          | Stable                                   |
| Basses terres du lac Timiskaming  | Supérieur           | B          | Stable                                   |
| Nord du Michigan et Wisconsin sous l'influence lacustre septentrionale  | Supérieur / Huron   | B          | Se détériorant modérément                |
| Algonquin-Lac Nipissing   | Huron               | B          | Stable                                   |
| Manitoulin-Lac Simcoe   | Huron / Ontario     | D          | Se détériorant de modérément à gravement |
| Axe de Frontenac  | Ontario             | C          | Se détériorant modérément                |
| Basses terres du lac Érié   | Érié / Ontario      | D          | Se détériorant gravement                 |
| Plaines des lacs Érié et Ontario  | Érié / Ontario      | D          | Se détériorant gravement                 |
| Sud de la partie méridionale du Michigan                                | Huron / Michigan    | C          | Se détériorant modérément                |
| Partie méridionale du Michigan sous l'influence lacustre septentrionale | Huron / Michigan    | B          | Stable                                   |
| Centre-sud des Grands Lacs  | Michigan            | C          | Se détériorant gravement                 |
| Complexe morainique du sud-ouest des Grands Lacs                        | Michigan            | C          | Se détériorant gravement                 |
| Savane du sud-ouest du Wisconsin  | Michigan            | D          | Se détériorant gravement                 |

Source : Reid, R. et K. Holland. 1997. *The Land by the Lakes: Nearshore Terrestrial Ecosystems*. (Document de travail de la CÉÉGL de 1996)

### 5.3.2.2 Communautés écologiques

Les communautés écologiques particulières du littoral sont des endroits ayant des caractéristiques physiques et des habitats uniques propices à la biodiversité ou à la vie d'espèces végétales et animales uniques. La qualité des douze communautés écologiques particulières du littoral (Tableau 7) a été évaluée en fonction des éléments suivants :

- pourcentage de la communauté restée en santé
- principaux facteurs de stress
- sources de stress

- processus et fonctions touchés
- espèces et communautés en voie d'extinction ou menacées
- activités de conservation en cours
- condition ou tendance (allant de *aucun changement* à *se détériorant gravement*)

Le premier de ces éléments (le pourcentage de la communauté toujours en santé) est une estimation de la mesure dans laquelle chaque communauté a conservé son état de santé d'origine, c'est-à-dire avant l'arrivée des colons européens. Les autres éléments sont liés aux facteurs de stress et aux activités courantes

**Tableau 7.** État des communautés écologiques particulières des Grands Lacs dans l'écosystème terrestre du littoral

| Communauté écologique particulière        | Principal facteur de stress   | Principale source de stress   | Évaluation globale de la santé de la communauté | Tendance                  |
|---|---|---|---|---------------------------|
| Plage de sable                            | A<br>L<br>T<br>É<br>R<br>A<br>T<br>I<br>O<br>N<br><br>D<br>E<br>S<br><br>H<br>A<br>B<br>I<br>T<br>A<br>T<br>S | C<br>H<br>A<br>N<br>G<br>E<br>M<br>E<br>N<br>T<br><br>D<br>E<br>S<br><br>T<br>E<br>R<br>R<br>E<br>S<br><br>D<br>U<br>T<br>I<br>L<br>I<br>S<br>A<br>T<br>I<br>O<br>N | C   | Se détériorant modérément |
| Dunes de sable                            |   |   | D   | Se détériorant modérément |
| Plage de roche en place/de galets         |   |   | D   | Se détériorant modérément |
| Falaises riveraines non consolidées       |   |   | C   | Se détériorant modérément |
| Terres gneissiques côtières               |   |   | C   | Se détériorant modérément |
| Falaises de calcaire/pentes de talus      |   |   | B   | S'améliorant modérément   |
| Prairies d'herbes hautes                  |   |   | F   | Se détériorant gravement  |
| Terres sablonneuses arides                |   |   | D   | Se détériorant modérément |
| Communautés éparses arctiques-alpines     |   |   | B   | Stable                    |
| Communautés de plaines côtière atlantique |   |   | C   | Se détériorant modérément |
| Sol de végétation Alvar littorale         |   |   | F   | Se détériorant gravement  |
| Îles                                      |   |   | C   | Se détériorant modérément |

Source : Reid, R. and K. Holland. 1997. *The Land by the Lakes: Nearshore Terrestrial Ecosystems*. (Document de travail de la CÉÉGL de 1996)

**Tableau 8.** Indicateurs de la santé globale de l'écosystème et des sources de stress pour les terres avoisinant les Grands Lacs

| Lac                    | Indicateurs   | Condition | Tendance       |
|------------------------|---|-----------|----------------|
| Lac Supérieur          | Rétention des espèces et des communautés du littoral                                | Bonne     | Stable         |
|                        | Rétention des processus naturels du littoral (littoral non consolidé)               | Bonne     | Stable         |
|                        | Représentation de la biodiversité dans les parcs et les zones protégées du littoral | Bonne     | S'améliorant   |
|                        | Gains dans les aires d'investissement dans la biodiversité                          | Variable  | S'améliorant   |
| Lac Michigan           | Rétention des espèces et des communautés du littoral                                | Variable  | Se détériorant |
|                        | Rétention des processus naturels du littoral (littoral non consolidé)               | Variable  |                |
|                        | Représentation de la biodiversité dans les parcs et les zones protégées du littoral | Variable  | Stable         |
|                        | Gains dans les aires d'investissement dans la biodiversité                          | Variable  | S'améliorant   |
| Lac Huron              | Rétention des espèces et des communautés du littoral                                | Variable  | Se détériorant |
|                        | Rétention des processus naturels du littoral (littoral non consolidé)               | Variable  | Stable         |
|                        | Représentation de la biodiversité dans les parcs et les zones protégées du littoral | Variable  | Improving      |
|                        | Gains dans les aires d'investissement dans la biodiversité                          | Variable  | Se détériorant |
| Lacs Erie et St. Clair | Rétention des espèces et des communautés du littoral                                | Variable  | Se détériorant |
|                        | Rétention des processus naturels du littoral (littoral non consolidé)               | Médiocre  | Se détériorant |
|                        | Représentation de la biodiversité dans les parcs et les zones protégées du littoral | Variable  | Stable         |
|                        | Gains dans les aires d'investissement dans la biodiversité                          | Médiocre  | Stable         |
| Lac Ontario            | Rétention des espèces et des communautés du littoral                                | Variable  | Se détériorant |
|                        | Rétention des processus naturels du littoral (littoral non consolidé)               | Médiocre  | Se détériorant |
|                        | Représentation de la biodiversité dans les parcs et les zones protégées du littoral | Variable  | Stable         |
|                        | Gains dans les aires d'investissement dans la biodiversité                          | Variable  | Stable         |

Source : Reid, R. et K. Holland. 1997. *The Land by the Lakes: Nearshore Terrestrial Ecosystems*. (Document de travail de la CÉÉGL de 1996)



dont les répercussions ont une incidence sur l'avenir des communautés. L'élément *condition* ou *tendance* signifie les tendances sur les deux dernières décennies environ. Pour une grande partie des communautés étudiées, l'information sur les tendances est incomplète, de sorte que les évaluations ont été faites et confirmées par des spécialistes du domaine. Une analyse plus complète de la répartition actuelle et passée de ces communautés littorales, des tendances influant sur leur avenir et des besoins de gestion serait très utile.

Bien que la plupart de ces types de communautés bénéficient de certaines activités de conservation, cinq d'entre elles sont considérées comme se détériorant modérément ou gravement. Les communautés de végétation Alvar du littoral et celles des prairies des plaines lacustres sont les plus vulnérables.

### 5.3.2.3 Évaluations individuelles des lacs

Chacun des Grands Lacs est évalué en fonction des quatre éléments suivants : rétention de communautés et d'espèces, rétention des processus naturels du littoral (littoral non consolidé), représentation de la biodiversité dans les parcs et les zones protégées du littoral et gains de protection des habitats dans les « aires d'investissement dans la biodiversité » sélectionnées (Tableau 8). À plusieurs exceptions près, quatre des Grands Lacs sont rangés dans la catégorie *variable - se détériorant* ou *médiocre*. La condition du lac Supérieur est considérée comme *bonne* dans presque toutes les catégories.

Comme on a constaté que les programmes existants de protection et de restauration sont insuffisants pour résister aux sources de stress auxquelles les habitats et les processus physiques ne cessent d'être soumis, une stratégie de conservation des zones côtières des Grands Lacs s'impose d'urgence. Cette

stratégie doit être conçue de manière à mobiliser tous les échelons gouvernementaux et les autres intervenants, refléter les engagements favorables à la conservation de la biodiversité et au développement durable et obtenir l'appui général de la population du bassin des Grands Lacs. Elle doit privilégier la protection de vastes zones clés d'habitats littoraux dans les 20 aires d'investissement dans la biodiversité (Figure 17, 9). Ces aires sont des groupes de zones littorales ayant une valeur exceptionnelle au chapitre de la biodiversité et offrant des occasions clés de créer de vastes zones protégées qui préserveront l'intégrité écologique des Grands Lacs et contribueront en définitive à protéger leur santé même.

## 6. Contraintes imposées au littoral

L'analyse de la santé de l'écosystème pour les trois éléments géographiques du littoral des Grands Lacs révèle que l'écosystème du littoral continue d'être perturbé par l'activité humaine. Les activités industrielles, commerciales, résidentielles, agricoles et celles qui sont liées aux transports ont des répercussions à la fois ponctuelles et cumulatives sur les Grands Lacs, sur leurs eaux tributaires et sur les zones littorales. Le Tableau 9 illustre l'état d'un certain nombre d'indicateurs de l'utilisation des terres. Les zones littorales des Grands Lacs supportent une part disproportionnée du fardeau environnemental résultant de l'activité humaine en raison de leurs environnements aussi uniques que délicats et de leur proximité de régions où l'aménagement est intensif. La section suivante examine les causes de ce fardeau en fonction des types de stress auxquels sont exposés les écosystèmes du littoral, à savoir les facteurs de stress physiques, chimiques et biologiques.

**Tableau 9.** Indicateurs de l'utilisation des terres

| Résultat attendu   | Indicateurs  | Condition du facteur de stress  | Tendance       |
|--|--|---|----------------|
| Aménagement urbain efficient   | Densité de population urbaine  | Médiocre  | Stable         |
|  | Conversion des terres en banlieue  | Médiocre  | Se détériorant |
|  | Économie du centre-ville (situation financière, bâtiments inoccupés, etc.)                                   | Variable  | Se détériorant |
|  | Installations existantes (nombre et superficie)  | Médiocre  | Stable         |
|  | Possibilités récréatives (nombre et superficie des parcs)  | Variable  | S'améliorant   |
|  | Consommation d'énergie (per capita)  | Médiocre  | S'améliorant   |
|  | Déchets créés (résidentiels et industriels)  | Médiocre  | S'améliorant   |
|  | Qualité des eaux usées (en fonction des apports d'éléments nutritifs et de produits toxiques)                | Variable  | S'améliorant   |
|  | Consommation industrielle d'eau  | Variable  | S'améliorant   |
|  | Consommation résidentielle d'eau   | Médiocre  | Stable         |
|  | Circulation congestionnée  | Médiocre  | Se détériorant |
|  | Utilisation des transports en commun   | Médiocre  | Se détériorant |
|  | Protection de la santé humaine   | Niveau de pollution atmosphérique (en fonction des concentrations de particules et d'ozone) | Médiocre       |
| Fermetures de plages (nombre de jours où il est interdit de se baigner)                                  |  | Inadequate data   | Inconnue       |
| Capacité des sites d'enfouissement   |  | Variable  | Stable         |
| Qualité des eaux de ruissellement (en fonction des apports d'éléments nutritifs et de produits toxiques) |  | Médiocre  | Stable         |
| Qualité des eaux d'égout (en fonction des apports d'éléments nutritifs et de produits toxiques)          |  | Variable  | S'améliorant   |
| Programmes de prévention de la pollution (industriels et municipaux)                                     |  | Variable  | S'améliorant   |
| Maladies respiratoires (selon le nombre d'admissions dans les hôpitaux et les registres de décès)        |  | Variable  | Stable         |
| Mises en garde relatives à la consommation de poisson  |  | Variable  | S'améliorant   |
| Protection de la santé des ressources  | Habitats des terres humides (nombre et superficie)   | Variable  | Se détériorant |
|  | Perte de terres agricoles et naturelles (superficie perdue au profit du développement rural)                 | Médiocre  | Se détériorant |
|  | Populations fauniques  | Variable  | Stable         |
|  | Déboisement (en fonction des taux de coupe), reboisement et renouvellement forestier                         | Variable  | Stable         |
|  | Extraction de minéraux   | Variable  | Stable         |
|  | Pression de la pêche   | Variable  | Se détériorant |
|  | Pression de la chasse  | Bonne   | Stable         |
|  | Durcissement de la surface des terres (en fonction de la superficie occupée par les routes et les bâtiments) | Médiocre  | Se détériorant |
|  | Utilisation de pesticides et d'engrais par les municipalités   | Médiocre  | Stable         |
|  | Utilisation agricole de pesticides et d'engrais  | Variable  | S'améliorant   |
|  | Culture favorisant la conservation   | Variable  | S'améliorant   |
|  | Qualité de la nappe phréatique (selon la superficie et le nombre de puits contaminés)                        | Variable  | Se détériorant |
|  | Sites contaminés (superficie et nombre)  | Variable  | S'améliorant   |
|  | Chalets et résidence secondaires (nombre par zone côtière)   | Médiocre  | Se détériorant |

Source : Thorp, S., R. Rivers, et V. Pebbles. 1997. *Impacts of Changing Land Use*. (Document de travail de la CÉÉGL de 1996)

## 6.1 Sources de stress physique (y compris l'utilisation des terres)

Les sources de stress physique peuvent avoir deux effets sur les écosystèmes : altérer directement les habitats et perturber le fonctionnement de processus physiques importants pour l'existence de ces derniers. Quand un terrain, une partie du littoral ou le fond d'un lac sont rasés, dragués ou transformés en vue d'une utilisation par l'être humain, la plus grande partie des éléments vivants et inanimés des écosystèmes sont détruits. Certaines espèces sont incapables de se relocaliser ou éprouvent des difficultés à s'adapter à un habitat altéré ou appauvri. Ces espèces conservatrices ont souvent besoin de caractéristiques très précises dans leurs habitats; parfois, elles ne peuvent survivre en l'absence d'espèces associées. Elles tendent à être relativement rares, et ce sont les premières à disparaître en cas de changement. Par contre, certaines autres espèces ont un seuil de tolérance plus élevé et peuvent continuer à habiter dans la même région. Toutefois, même ces espèces peuvent se trouver reléguées à des parties infimes des territoires qu'elles occupaient à l'origine; cette fragmentation des habitats fait qu'il est difficile sinon impossible pour des individus isolés d'une même espèce d'avoir des interactions. Il s'ensuit que l'échange d'information génétique nécessaire au maintien des populations est inhibé.

La perturbation des processus physiques peut aussi avoir un impact dévastateur sur la santé des écosystèmes. Par exemple, la présence de zones sans sable le long du littoral des Grands Lacs est attribuable à des activités humaines d'aménagement qui interrompent le processus naturel d'apport de sédiments. Les ouvrages de consolidation du littoral, la construction de coupe-lames, de ponts et d'autres ouvrages côtiers sont des exemples des phénomènes qui empêchent ou accélèrent l'érosion du sable dans certains endroits et empêchent son dépôt à d'autres sites.



Le développement sous toutes ses formes est une importante source de stress dans l'écosystème du bassin des Grands Lacs et ce, plus particulièrement dans le littoral. Le peuplement massif et le développement à grande échelle se sont combinés dans l'écosystème du littoral des Grands Lacs en lui faisant subir des décennies des contraintes physiques. Et le développement se poursuit de nos jours. Le plus important problème attribuable au développement dans le bassin des Grands Lacs et dans la région avoisinante est la croissance constante des grandes régions métropolitaines, à laquelle s'ajoutent l'expansion des petites villes et l'aménagement d'aires récréatives. Il faut donc compter non seulement avec l'augmentation de la population des régions urbaines, mais aussi avec les modalités de développement qui ont évolué avec le temps. Le centre-ville traditionnel d'où rayonnaient les chemins de fer, les usines à plusieurs étages et les tours d'habitation n'est plus : de nos jours, les transports se font en camion et en voiture, les bâtiments industriels n'ont plus qu'un étage, les parcs à bureaux sont énormes et les banlieues-dortoirs s'étendent de plus en plus.

Dans le nord-est de l'Illinois, la population totale des six comtés n'a augmenté que de 4,1 p. 100 de 1970 à 1990, mais on estime qu'elle occupait 46 p. 100 de terrain de plus à la fin qu'au début de cette période. Les aires naturelles aussi bien que les terres agricoles (considérés comme des « zones vertes ») sont particulièrement recherchées dans ce contexte. Par exemple, au Michigan, on a

converti des terres agricoles à une autre utilisation au rythme de 4 hectares (10 acres) à l'heure entre 1980 et 1990. Si la conversion de grandes superficies de terres arables du bassin des Grands Lacs se poursuit, la base de production agricole de la région va s'appauvrir, et le secteur agroalimentaire de l'économie en souffrira.

Le problème de remise en valeur des endroits délaissés par les activités manufacturières est l'un des facteurs de la fuite des régions urbaines par les usines. Le bassin des Grands Lacs contient des milliers d'anciens sites industriels (les «installations existantes») abandonnés en raison des coûts de nettoyage et de la responsabilité civile à long terme associée à l'aménagement des terres. Or, dans bien des cas, ces sites sont des sources de pollution causée par des produits toxiques rémanents. Il n'existe aucun répertoire exhaustif des installations existantes dans le bassin des Grands Lacs, mais les terres considérées comme telles sont vastes : elles occupent peut-être des dizaines de milliers d'acres, dont une grande partie est susceptible d'être réaménagée pour des utilisations à densité relativement élevée. Même si les terres actuellement absorbées par l'empiétement urbain sont beaucoup plus vastes, la remise en valeur des installations existantes pourrait contribuer nettement à un développement urbain efficient et durable.

Il est raisonnable de croire que les activités de développement vont continuer à exercer des stress physiques sur les écosystèmes du littoral, parce que la responsabilité des décisions en matière d'utilisation des terres qui ont des répercussions sur l'écosystème est répartie entre un très grand nombre d'entités gouvernementales. En effet, les autorités qui ont compétence dans le bassin comprennent deux gouvernements fédéraux; une province et huit États, chacun avec une myriade d'organismes, 13 municipalités régionales, 18 comtés et une foule de commissions et de conseils de planification; 192 comtés aux États-Unis; environ 250 gouvernements locaux

canadiens et des milliers de gouvernements locaux américains, ainsi que plus de 100 autorités des Premières Nations et autres autorités tribales. En outre, une grande influence est directement exercée sur le processus d'approbation du développement par des promoteurs et des consultants du secteur privé, des organismes sans but lucratif comme les groupes environnementaux et les groupes de citoyens locaux, et enfin par les médias et par le public. Il convient à cet égard de souligner que les gouvernements locaux ont les plus grands pouvoirs décisionnels en matière d'utilisation des terres.

Les centrales thermiques sont une autre source de stress physique, car elles sont une cause importante de mortalité des poissons. La plus grande partie de l'énergie électrique du bassin des Grands Lacs est produite par ces centrales qui consomment beaucoup d'eau pour refroidir et condenser de la vapeur au cours du cycle de production d'électricité. Or, environ 90 de ces centrales puisent leur eau de refroidissement directement dans les eaux littorales des Grands Lacs, et le refroidissement se fait en un seul passage. L'eau est aspirée à travers des filtres, puis passe dans les échangeurs de chaleur de la centrale, où sa température augmente de 4 à 20 °C avant qu'elle soit rejetée dans le lac. Les poissons assez petits pour traverser les filtres sont entraînés dans les échangeurs avec l'eau de refroidissement; ils sont alors détruits, soit en entrant en collision avec d'autres filtres ou avec les parois du système, soit sous le coup du choc thermique. Ceux qui sont trop gros pour passer à travers les filtres d'aspiration y restent pris et périssent. Des recherches réalisées au début des années 80 ont révélé que les centrales thermiques du lac Michigan avaient détruit chaque année 75 milliards d'oeufs et de larves de poisson. À elle seule, une centrale fonctionnant avec un réservoir d'eau pompée sur la rive orientale de ce lac avait détruit chaque année plus de 400 millions de larves de poisson et plus de 100 millions de jeunes gaspareaux, perchaudes et saumons. On s'est bien efforcé

de mitiger l'impact désastreux de ces centrales sur les populations de poissons des Grands Lacs, mais elles n'en continuent pas moins d'être une source de stress de l'écosystème du littoral.

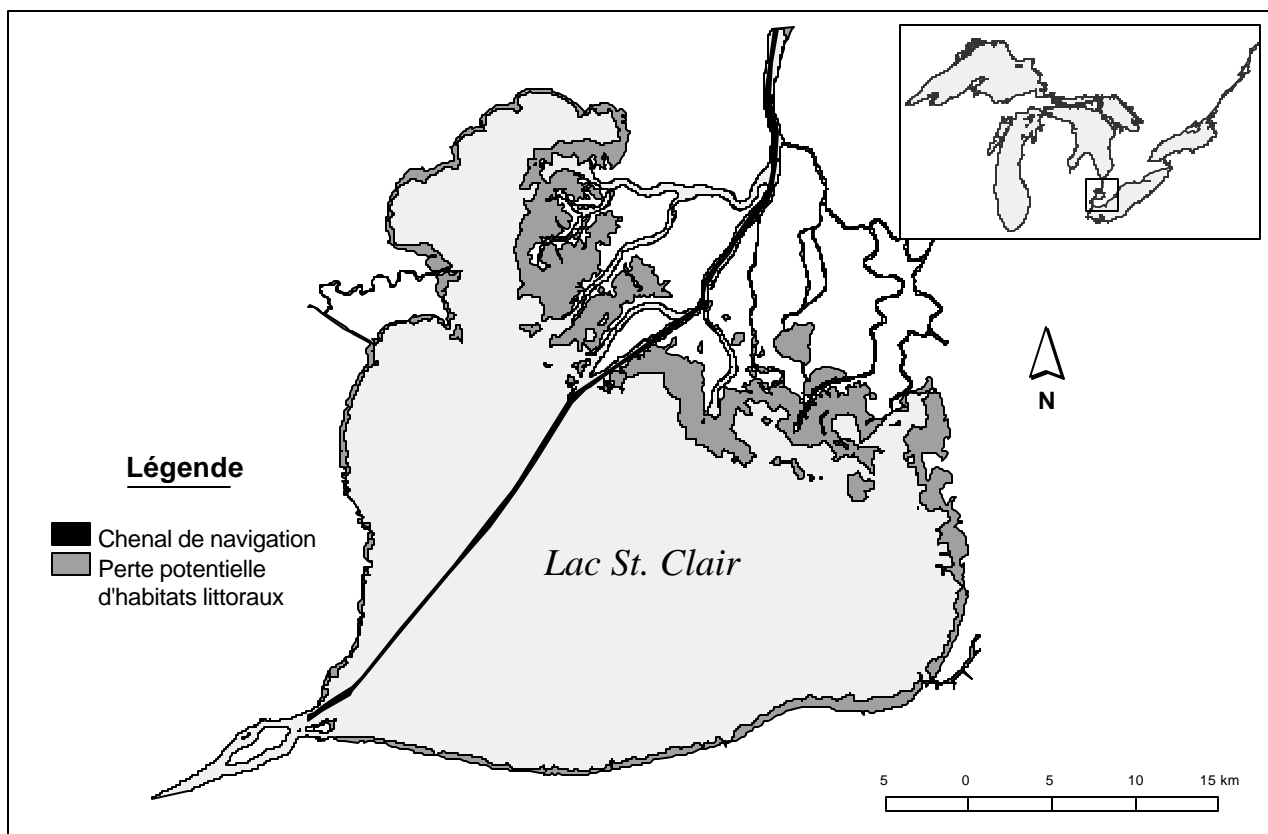
La dernière source de stress physique dont nous ferons état est un problème dont l'importance commence à se manifester pour les habitants non seulement du bassin des Grands Lacs, mais aussi du monde entier, à savoir le changement et les fluctuations climatiques. Les modèles mathématiques prédisent un réchauffement moyen de 3 à 8 °C du bassin des Grands Lacs (selon la saison et l'endroit) d'ici la deuxième moitié du XXI<sup>e</sup> siècle. Les principaux impacts prévus sont des changements indirects d'autres conditions climatiques, et pas seulement un changement de température. On s'attend à des changements régionaux de la répartition des précipitations, de l'humidité des sols, de l'évapotranspiration, de la longueur des périodes d'enneigement et de chaleurs extrêmes, ainsi que de la fréquence et de la gravité des sinistres météorologiques tels que les orages, la grêle et les tornades. L'impact direct le plus profond porterait sur le cycle hydrologique : on peut envisager une baisse de 2 à 113 p. 100 des réserves globales d'eau du bassin, ce qui entraînerait une réduction de 20 à 40 p. 100 de l'alimentation en eau douce du bassin du fleuve Saint-Laurent, une baisse des taux de renouvellement de la nappe phréatique, une hausse des taux d'évaporation menant à des augmentations de la fréquence et de la gravité des sécheresses, ainsi qu'un déplacement des espèces fauniques terrestres et aquatiques, celles qui ont besoin d'un climat frais au cours de leur migration vers le nord. Bien entendu, le changement et les fluctuations climatiques peuvent avoir des conséquences pour l'agriculture, la foresterie et les infrastructures urbaines du bassin.

Dans le passé, les études étaient concentrées sur la qualité de l'eau, mais il faudra accorder une importance croissante à la quantité de l'eau contenue dans le bassin, en raison du

changement et de la variabilité climatiques. Les niveaux moyens de l'eau pourraient baisser dans tous les Grands Lacs, ce qui aurait des répercussions sur la régulation des niveaux d'eau du lac Ontario. La baisse des niveaux d'eau perturberait aussi les écosystèmes des terres marines côtières des Grands Lacs. La qualité de l'eau restante pourrait s'appauvrir, puisque le taux de dissolution des contaminants provenant de sources ponctuelles ne serait pas aussi élevé et que l'importance relative des contaminants d'autres sources (eau de pluie, nappe phréatique, eaux de surface ou sédiments lacustres) changerait.

La Figure 12 illustre l'impact potentiel d'un scénario de changement climatique sur les niveaux de l'eau du lac St. Clair. Le volume du lac serait réduit de 37 p. 100 et sa superficie le serait de 15 p. 100. Les baisses du niveau de l'eau pourraient déplacer le littoral actuel d'un maximum de 6 kilomètres (4 milles), exposant de grandes parties du fond du lac. Il en résulterait d'importantes répercussions pour les terres humides, les ports de plaisance et les activités de navigation plaisancière et commerciale, ainsi que pour les aménages d'eau des systèmes d'aqueduc publics.

Les modèles de changement climatique prédisent des changements progressifs linéaires étalés dans le temps. Toutefois, la réaction de l'écosystème sera vraisemblablement non linéaire; on assistera à une résistance apparente au changement jusqu'à un certain seuil au-delà duquel une transition rapide (et possiblement catastrophique) risque de se produire. Il est important que les gestionnaires comprennent cette situation pour pouvoir évaluer l'ampleur du stress qu'un écosystème peut supporter avant de subir des dommages irréparables. L'évaluation de la santé de l'écosystème dans le contexte du changement climatique est d'autant plus complexe que nous comprenons mal les effets des interventions humaines antérieures. Or, les écosystèmes ont déjà été considérablement altérés par les effets



**Figure 12.** Perte potentielle d'habitats littoraux dans le lac St. Clair (par suite d'une baisse des niveaux d'eau du lac) résultant d'un changement climatique causé par une augmentation de 100 p. 100 des rejets de dioxyde de carbone

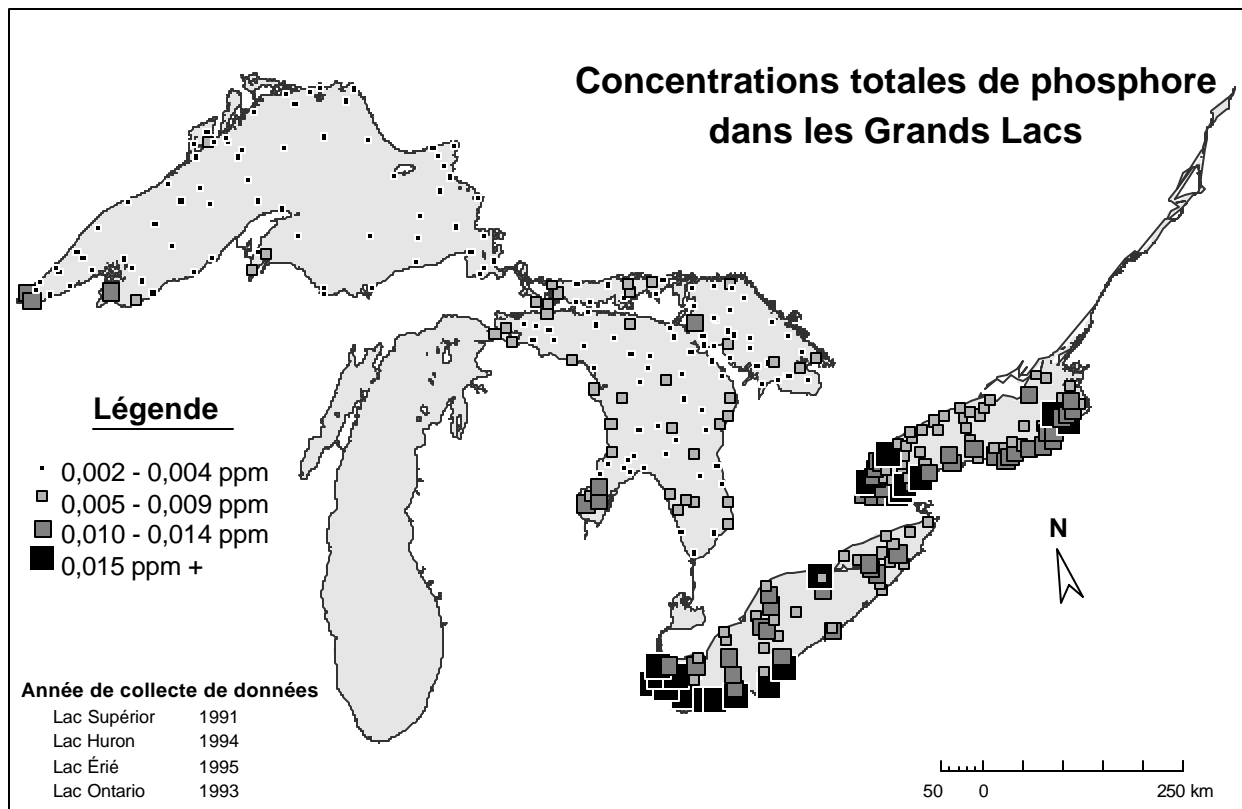
Source : Lee, D., R. Moulton, et B. Hibner. 1996. *Climate change impacts on western Lake Erie, Detroit River, and Lake St. Clair water levels* (rapport produit pour le projet du bassin des Grands Lacs et du Saint-Laurent, 51 p.).

cumulatifs de la régulation des niveaux de l'eau, de la pollution, de l'introduction d'espèces exotiques et de l'exploitation des ressources, pour ne citer que quelques facteurs. Ces effets peuvent saper notre capacité de détecter les modifications causées par les changements et les fluctuations climatiques.

## 6.2 Facteurs de stress chimiques

Les grands tapis d'algues qui dominaient les eaux du lac Érié au cours des années 60 et 70 ont disparu par suite de l'introduction et de l'application de limites rigoureuses des apports de phosphore. Cela dit, bien que les programmes de contrôle aient réussi à réduire

considérablement les concentrations d'éléments nutritifs dans les Grands Lacs, il peut en subsister dans les baies et les ports de fortes concentrations locales causées par des sources agricoles et urbaines (Figure 13). La croissance algale excessive résultant de concentrations élevées d'éléments nutritifs mène à la décomposition des algues et à une baisse de la teneur en oxygène de l'eau. La composition de la communauté écologique se modifie alors au profit d'espèces qui bénéficient d'une concentration excessive d'éléments nutritifs, d'une perte d'oxygène ainsi que de la baisse de pénétration de la lumière du soleil et de la visibilité générées par la prolifération excessive des algues. L'effet des contaminants toxiques rémanents est moins évident; souvent, il ne se manifeste pas avant que ces produits ne soient



**Figure 13.** Concentrations totales de phosphore dans les Grands Lacs

Source : Edsall, T. et M. Charlton. 1997. *Nearshore Waters of the Great Lakes*. (Document de travail de la CÉÉGL de 1996)

concentrés dans la chaîne alimentaire, qui commence avec les algues et le zooplancton. Les processus de biomagnification et de bioaccumulation font que l'impact le plus fort des produits chimiques toxiques se fait sentir sur les animaux qui occupent le sommet de la chaîne, c'est-à-dire sur les oiseaux, les poissons et les mammifères prédateurs, y compris l'être humain. Les produits toxiques causent rarement des symptômes aigus ou la mort à un niveau quelconque de l'écosystème, mais ils comprennent notamment des troubles de reproduction et une baisse de la résistance à la maladie. Les produits chimiques toxiques pénètrent dans l'écosystème du littoral par de nombreuses voies, car ils sont présents dans l'air, dans les pesticides, les décharges industrielles et municipales, les eaux de ruissellement et les substances lixiviées des sédiments contaminés, tant sur le rivage que dans l'eau.

Les pesticides jouent un rôle important dans l'agriculture du bassin des Grands Lacs. Couramment utilisés pour la répression des mauvaises herbes et des insectes, ils peuvent causer des troubles de reproduction. Le risque que l'exposition aux pesticides représente pour la santé faunique et humaine est une question d'intérêt public; il faudra réaliser d'autres recherches scientifiques pour caractériser la nature d'un risque quelconque et pour faciliter la découverte de formules et de méthodes d'utilisation de pesticides à la fois efficaces et sans danger. Dans un de ses rapports, le Fonds mondial pour la nature a déclaré que les travaux agricoles bassin des Grands Lacs consommaient 26 millions de kilogrammes (58 millions de livres) de pesticides par année. Les herbicides représentent environ les deux tiers des pesticides utilisés; on en applique énormément sur le maïs et les fèves soja.

Leurs concentrations doivent être élevées avant qu'ils deviennent toxiques pour les animaux, mais ils peuvent être nocifs pour les plantes aquatiques à des concentrations relativement faibles. La toxicité directe résultant d'une brève exposition à des concentrations élevées de pesticides risque davantage de se manifester près de la source des cours d'eau tributaires des lacs, tandis que la toxicité chronique (résultant d'une exposition à long terme, à des concentrations moins élevées) est normalement plus courante près de leur embouchure et dans les eaux littorales.

L'air est aussi une voie importante et parfois prédominante de dispersion des contaminants toxiques dans les Grands Lacs. La nature même de ces étendues d'eau contribue à l'intensification des problèmes de qualité de l'air causés par les centres d'activité industrielle et urbaine des Grands Lacs inférieurs. Les émissions polluantes des voitures et des camions qui roulent sur le réseau routier aussi bien à l'intérieur qu'à l'extérieur du bassin des Grands Lacs constituent une source importante de polluants atmosphériques. Les sources de pollution atmosphérique locales par des substances toxiques sont assez bien connues, et les campagnes de réduction des émissions se poursuivent sans relâche. Néanmoins, à mesure que le développement autour des Grands Lacs multiplie le nombre de routes locales et accroît la densité de la circulation, la qualité de l'air baisse. D'ailleurs, même si les tendances des 25 dernières années sur la qualité de l'air de l'Ontario révèlent d'importantes réductions des niveaux moyens de plusieurs substances (plomb, monoxyde de carbone, dioxyde de soufre, soufre total et oxydes d'azote), les concentrations d'ozone ont augmenté. Or, ce sous-produit de la pollution par les oxydes d'azote est un puissant irritant pulmonaire.

Les concentrations locales d'ozone troposphérique et d'aérosols acides près du littoral peuvent être nettement plus élevées que celles qui sont mesurées à d'autres

endroits loin à l'intérieur des terres. Durant la saison chaude, les surfaces relativement unies et fraîches des Grands Lacs réagissent de manière variable avec les polluants atmosphériques aussi bien transportés dans le bassin que produits localement. L'ozone troposphérique tend à ne pas se déposer sur les eaux du lac, de sorte qu'il est poussé plus loin qu'il ne le serait sur une autre surface. À l'inverse, l'ammoniac aéroporté, qui neutralise normalement les aérosols acides, se dissout si bien à la surface de l'eau que la rémanence de ces dernières substances tend à y être plus longue. Les Grands Lacs ont aussi des brises locales qui peuvent combiner des matières polluantes, voire, dans certaines conditions, les faire recirculer le long du littoral, ce qui en limite la dispersion et crée un effet de marmite dans laquelle de fortes concentrations de brumée peuvent former des panaches urbains.



En Ontario, ce n'est pas immédiatement sous le vent des villes qu'on mesure les concentrations les plus élevées d'ozone troposphérique, comme on pourrait normalement s'y attendre, mais plutôt à Longue Pointe, sur la rive du lac Érié, ainsi que dans des stations situées près du lac Huron. Par temps de brumée, on a mesuré près du lac Érié des concentrations de sulfate acide près de deux fois plus élevées qu'à l'intérieur des terres, avec de fortes concentrations d'ozone. Le même phénomène se répète autour de tous les Grands Lacs situés au sud du lac Supérieur, bien qu'il soit atténué en raison de

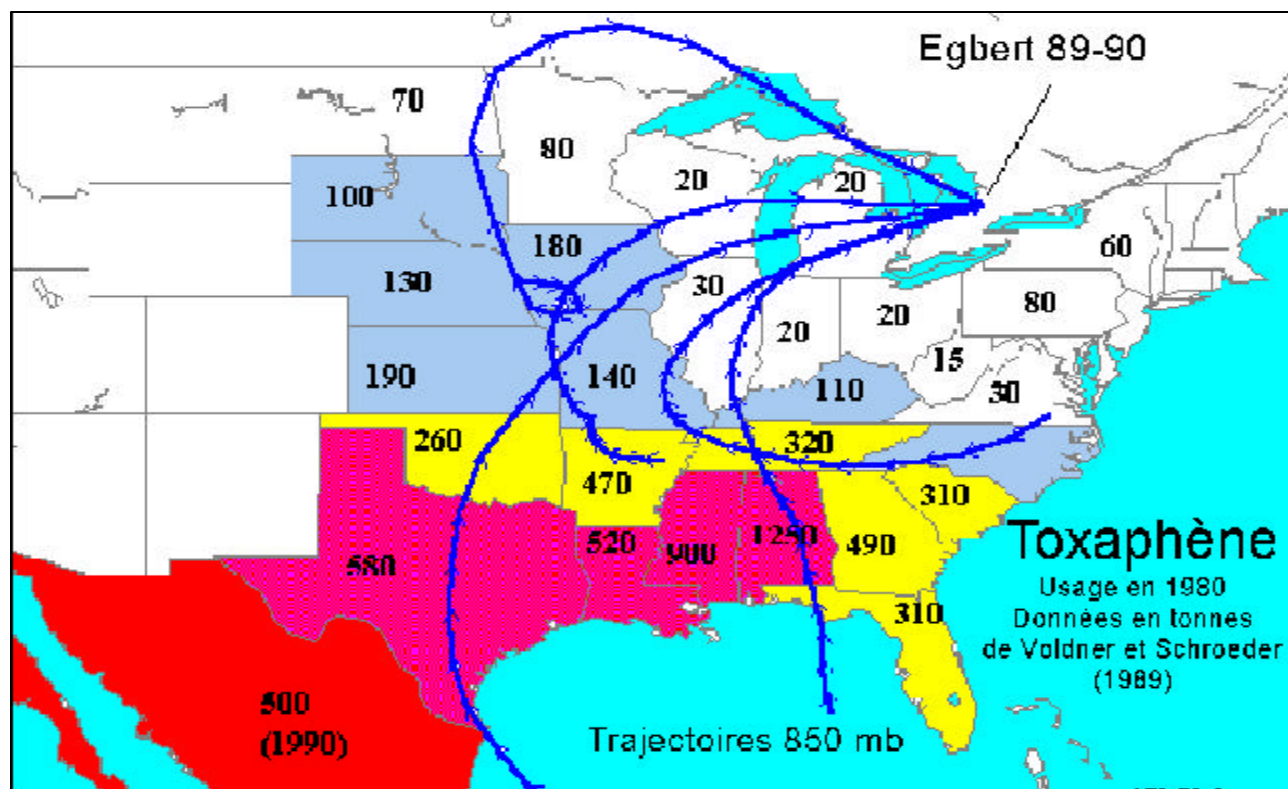


la distance entre les endroits où les concentrations sont mesurées et les principales sources de pollution, et que les interactions entre le littoral et la circulation des vents à grande échelle aient aussi une certaine influence.

L'intensification de la pollution locale est attribuable à l'existence même des Grands Lacs; on ne saurait donc y échapper. Des mesures de réduction de la pollution qui donneraient des résultats satisfaisants à l'intérieur des terres risquent d'être insuffisantes près du littoral ou au-dessus des Grands Lacs mêmes. On procède actuellement à des recherches afin d'arriver à mieux comprendre la situation grâce à des modèles météorologiques perfectionnés. À cet égard, il faut aussi évaluer correctement les risques pour la santé et en informer le public.

Il faudra peut-être dire aux gens que, pendant l'été, l'air qu'ils respirent à la plage ou dans d'autres aires récréatives risque d'être plus pollué que celui de la ville.

Les régions littorales peuvent supporter des niveaux de stress atmosphérique particulièrement élevés à l'échelle locale, par exemple près des régions urbaines. Néanmoins, les polluants atmosphériques peuvent être déposés dans les Grands Lacs à partir de sources qui en sont très éloignées, puisqu'ils peuvent être transportés sur de grandes distances. On a constaté par exemple que le toxaphène y arrive de régions du sud-ouest des États-Unis, voire du Mexique, où ce produit était utilisé intensivement dans le passé (Figure 14). Une étude menée sur une période d'un an à Egbert, en Ontario, en 1988-1989, a révélé des



**Figure 14.** Trajectoires du toxaphène d'une durée de cinq jours mesurées à Egbert, en Ontario. Source : Hoff, R., D. Muir, N. Grift, et K. Brice. 1993. *Measurement of PCCs in Air in Southern Ontario*, Chemosphere, 27, 2057-2062.

trajectoires d'une durée de cinq jours pour les cinq concentrations de toxaphène atmosphérique les plus élevées. Ces trajectoires aériennes avaient leur point d'origine dans des régions dont l'examen des tonnages déclarés révèle que l'on a utilisé de grandes quantités de toxaphène dans le passé. Cela montre bien que du toxaphène aboutit encore dans le bassin des Grands Lacs quelque dix ans après que son utilisation a été bannie : c'est une preuve de l'existence de l'effet de sauterelle, c'est-à-dire de la volatilisation et de la redéposition de pesticides répandus il y a déjà des années. Les réémissions résiduelles peuvent être d'importantes sources de pollution des Grands Lacs par bien des produits chimiques qu'on utilisait autrefois et dont l'emploi est désormais banni ou restreint en Amérique du Nord.

## 6.3 Facteurs de stress biologiques

Lorsqu'on s'intéresse aux sources de stress biologique, il faut reconnaître que le transfert à l'échelle planétaire d'organismes exotiques est l'un des effets les plus insidieux — et peut-être les plus méconnus — de l'activité humaine sur les écosystèmes aquatiques du monde. Comme nous l'avons déjà vu dans le présent rapport, ces transferts causent une perte de diversité des espèces et des modifications majeures des communautés indigènes. Le déclin et la perte d'espèces et d'une certaine diversité génétique sont des aspects critiques de la perte d'intégrité des écosystèmes et de la capacité des communautés écologiques de conserver leur résistance durant les périodes de changement environnemental. La diversité génétique à l'intérieur d'une même espèce accroît les chances qu'un certain nombre au moins de ses membres aura les gènes nécessaires pour survivre à un changement environnemental donné.

L'intervention des espèces exotiques sur l'écosystème aquatique des Grands Lacs se

manifeste depuis le début du XIX<sup>e</sup> siècle. Au moins 139 nouveaux organismes s'y sont établis. Ce sont surtout des végétaux (42 p. 100), des poissons (18 p. 100) et des algues (17 p. 100); les autres organismes (22 p. 100) appartiennent à toutes sortes d'espèces et comprennent des mollusques, des crustacés et des agents pathogènes.

Il est utile de distinguer les forces qui introduisent des espèces exotiques dans les Grands Lacs. Certaines espèces ont été importées à dessein; c'est le cas par exemple des poissons non indigènes tels que le saumon du Pacifique, la truite arc-en-ciel et la truite brune dont on a ensemencé les Grands Lacs, mais bien d'autres espèces ont été introduites sans qu'on l'ait voulu. Les activités de navigation à elles seules sont responsables de l'introduction de 41 espèces aquatiques exotiques dans les Grands Lacs (63 p. 100 d'entre elles sont arrivées dans l'eau de ballast, 31 p. 100 dans le ballast solide, et les 6 p. 100 restants sur la coque des navires et des bateaux). En outre, 40 nouvelles espèces (dont 30 p. 100 de plantes cultivées) ont été libérées par inadvertance dans le bassin des Grands Lacs. Il faut aussi tenir compte de l'introduction accidentelle d'espèces de poissons utilisés en aquiculture (19 p. 100) et conservés en aquarium (17 p. 100). Enfin, 17 organismes sont entrés dans les Grands Lacs par des canaux, le long des chemins de fer ou des autoroutes, soit fortuitement, soit parce qu'ils avaient été libérés à dessein.

Les espèces exotiques ne sont pas toutes envahissantes et perturbatrices. Nombre d'entre elles sont incapables de rivaliser avec les espèces indigènes ou existent simplement en équilibre avec ces dernières. Toutefois, certaines sont effectivement envahissantes et détruisent les espèces et les communautés indigènes. Lorsque c'est le cas, les espèces exotiques bénéficient généralement d'un avantage marqué sur leurs rivales; elles peuvent avoir acquis cet avantage à leur lieu d'origine, mais il peut aussi être attribuable à l'absence de prédateurs ou de maladies à

l'endroit où elles sont introduites. En outre, les espèces indigènes ont besoin de temps pour s'adapter à la concurrence des organismes fraîchement arrivés. Comme cela peut leur prendre bien du temps, elles risquent d'être incapables de s'adapter. Chaque espèce exotique existe en tant qu'élément naturel d'un écosystème naturel dans les eaux dont elle est originaire. Par contre, dans un nouveau site, elle peut être entièrement libérée des mécanismes naturels qui s'étaient établis pour la contrer au cours de sa longue période d'évolution, de sorte qu'elle devient capable d'accaparer un vaste territoire. C'est de cette façon qu'elle transforme radicalement la chaîne alimentaire et des habitats essentiels pour nos communautés végétales et animales indigènes.

La prolifération rapide des espèces exotiques envahissantes a aussi pour effet de perturber les habitats des espèces indigènes. Les stress naturels font partie intégrante des écosystèmes normaux; ils sont importants pour en assurer l'équilibre à long terme. Toutefois, les interventions humaines qui constituent l'agriculture, l'industrie et l'urbanisation perturbe de vastes secteurs sur une période relativement courte, insuffisante pour que les espèces et les communautés biologiques indigènes aient le temps de s'adapter. Les changements de l'hydrologie, de la composition chimique et de la température de l'eau sont des exemples de stress favorables aux espèces exotiques.

L'exploitation excessive des ressources renouvelables est une autre source de stress biologique qui influe directement sur l'intégrité biologique et peut aussi créer des conditions favorables aux espèces exotiques envahissantes. Or, ces espèces rivalisent avec les espèces indigènes pour les éléments nutritifs et l'espace vital; elles s'introduisent souvent lorsque l'écosystème a été perturbé, avant que les espèces indigènes n'aient eu le temps de récupérer. Par exemple, une exploitation excessive a fait chuter les populations des principaux poissons

prédateurs indigènes des Grands Lacs, ce qui ouvert la voie à une explosion de croissance des populations de gaspareaux venus d'ailleurs. La carpe est une autre espèce envahissante dont la prolifération peut avoir été facilitée par la surpêche de l'esturgeon de lac. Cet esturgeon, qui ne se reproduit pas avant d'avoir environ 25 ans, a été l'une des premières espèces à tomber victime de ce genre de stress. (Les prises annuelles de ce poisson dans les eaux américaines du lac Érié ont chuté d'un record de 2,1 millions de kilos en 1885 à seulement quelque 13 000 kilos en 1917. Par la suite, les prises déclarées n'ont jamais dépassé 10 000 kilos par année et sont même tombées à zéro après 1966.) La sensibilisation croissante aux conséquences de la surpêche a mené à des efforts de gestion de la pêche conçus pour éviter que d'autres populations de poissons des Grands Lacs ne soient victimes d'une telle catastrophe.

Voici un dernier exemple d'une source de stress biologique sur l'écosystème du littoral, le phénomène de la contamination microbiale (causée par des microorganismes comprenant des bactéries, des moisissures, des algues microscopiques, des protozoaires et des virus). La population humaine du bassin des Grands Lacs produit de grandes quantités de déchets liquides (eaux usées) qu'il faut neutraliser grâce à divers procédés dans des usines de traitement appropriées. La technologie rend possible des traitements perfectionnés des eaux usées, mais de grandes quantités de matières polluantes sont quand même déchargées dans les Grands Lacs, particulièrement dans les régions où les systèmes d'égouts sanitaires et pluviaux sont combinés (le contenu des égouts pluviaux passe par les mêmes canalisations que les eaux usées résidentielles et industrielles). Ces systèmes combinés ont permis aux municipalités de réaliser des économies au moment de leur construction, puisqu'elles n'avaient pas été obligées de construire des égouts sanitaires séparés. Malheureusement, le volume accru que les égouts combinés doivent transporter lors des pluies abondantes

ou à la fonte des neiges dépasse fréquemment la capacité du système, de sorte que l'excédent contourne l'usine de traitement et que des eaux usées non traitées sont rejetées dans les cours d'eau et dans les lacs. L'urine et les excréments des animaux de ferme — et même des animaux sauvages — peuvent aussi être des sources d'agents pathogènes.

## 7. État de chaque lac

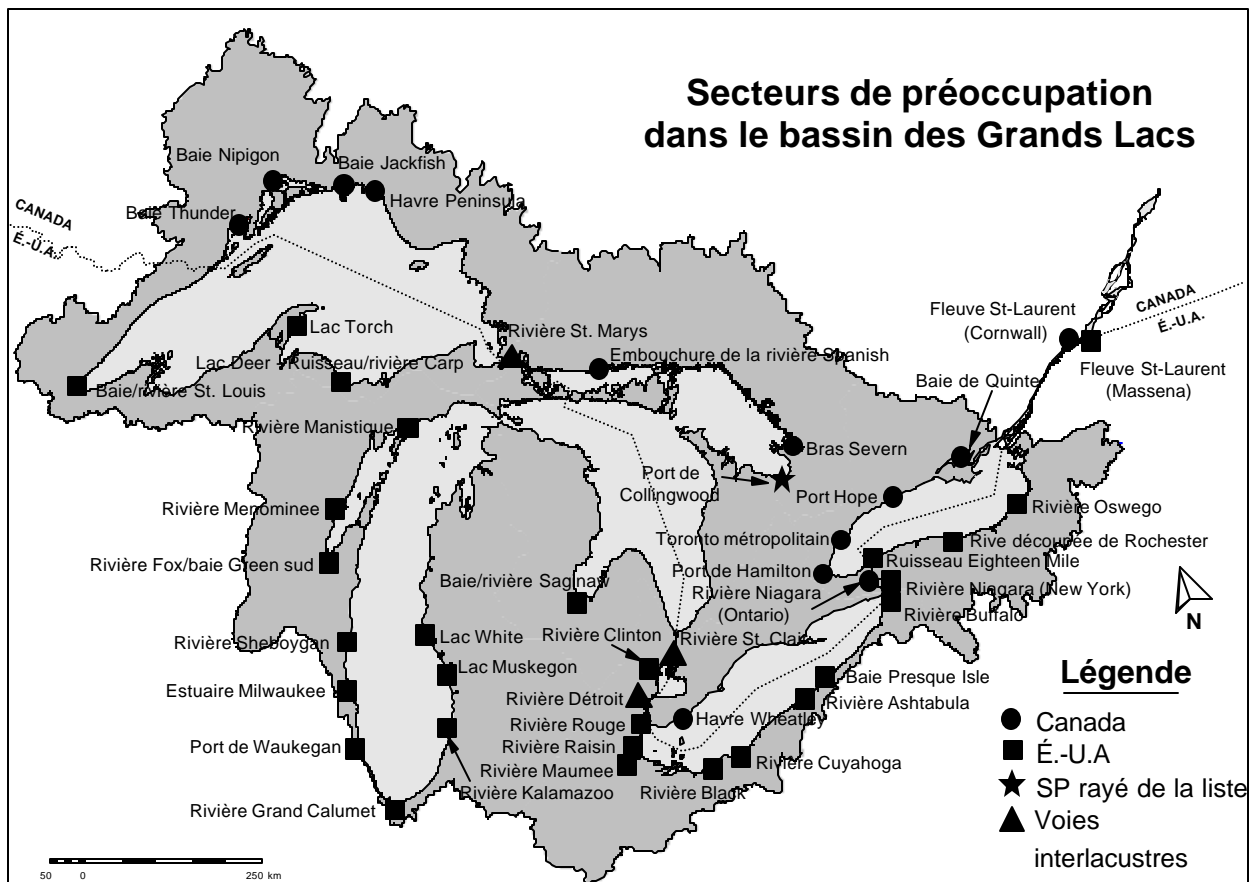
Tel que décrit dans le rapport « L'état des Grands Lacs 1995 », le climat, les sols et la topographie varient grandement d'un bout à l'autre du bassin des Grands Lacs. Dans le nord, le climat est froid et les sols sont dominés par un sous-sol granitique connu sous le nom de Bouclier canadien (ou Bouclier laurentien). Les forêts de conifères, qui poussent sur une couche de sols acides généralement mince, dominent le paysage végétalisé. Dans le sud, le climat est beaucoup plus chaud et les sols plus plats, composés d'argiles, de limons et de sables, qui forment de nombreuses terres fertiles se mélangeant à certains endroits aux graviers et aux boulders. Ces différences de forme physique sont seulement l'un des nombreux facteurs qui rendent chaque Grand Lac unique. Il existe une grande diversité d'espèces végétales et animales et la concentration de l'établissement humain varie également grandement d'un bout à l'autre du bassin. Que ce soit sur la côte nord du lac Supérieur, aux populations à densité relativement faible, ou dans les zones à forte densité des villes du littoral comme Toronto et Chicago, les êtres humains ont un rôle déterminant sur la santé de l'écosystème du littoral de chaque lac.

Les États-Unis d'Amérique et Canada ont convenu de protéger leur trésor commun, tel que l'illustrent les mots choisis pour définir l'objet de l'Accord de 1978 relatif à la qualité de l'eau dans les Grands lacs : « ... rétablir et (...) conserver l'intégrité chimique, physique et biologique des eaux de l'écosystème du bassin des Grands lacs ». Parmi les nombreuses

dispositions de l'Accord visant à atteindre cet objectif, l'engagement pris de coordonner le rétablissement des possibilités d'une saine utilisation, notamment grâce à l'élaboration de plans à deux échelles géographiques distinctes, est d'une importance capitale. D'une part, les plans d'assainissement sont destinés aux secteurs de préoccupation désignés, qui souffrent d'une diminution des possibilités de saine utilisation. D'autre part, des plans d'aménagement panlacustre sont en cours d'élaboration au niveau de l'ensemble des lacs afin de répondre aux besoins de rétablissement des possibilités de saine utilisation.

Les gouvernements du Canada et des É.-U. travaillent conjointement dans le but de restaurer chacun des 42 secteurs de préoccupation restants (sur les 43 d'origine), ainsi désignés dû au fait qu'une ou plusieurs des 14 saines utilisations ont été diminuées. Le succès des efforts d'assainissement dépend en grande partie de la participation locale et les communautés de l'ensemble du bassin travaillent ensemble au processus de nettoyage (dans le cadre des plans d'assainissement) afin de rétablir et de protéger la qualité environnementale dans ces secteurs. Il existe 11 secteurs de préoccupation dans le secteur canadien des lacs, 26 du côté américain et 5 dans les voies interlacustres (Figure 15).

Le rétablissement des possibilités de saine utilisation dans les secteurs de préoccupation constitue la mission principale des plans d'assainissement et une étape essentielle vers la restauration de l'intégrité de l'écosystème du bassin des Grands Lacs. La plupart de ces secteurs de préoccupation ont subi des décennies d'utilisation abusive. La détermination des problèmes ainsi que la planification et la mise en oeuvre des stratégies d'assainissement nécessaires au rétablissement des possibilités de saine utilisation dans ces secteurs peuvent également prendre de nombreuses années. Le secteur de préoccupation du port de



**Figure 15.** Secteurs de préoccupation dans le bassin des Grands Lacs.

Source : Service de géomatique, Environnement Canada, Région de l'Ontario.

Collingwood, en Ontario, a vu ses possibilités de saine utilisation rétablies et il a été retiré de la liste des secteurs de préoccupation. L'état des problèmes nuisant à une saine utilisation dans les secteurs de préoccupation est illustré sur la figure 16.

Des plans d'aménagement panlacustre pour les lacs Ontario, Érié, Michigan et Supérieur sont actuellement en cours d'élaboration. Chaque plan d'aménagement panlacustre est propre au lac auquel il est destiné et est conçu pour répondre aux problèmes et aux préoccupations des organismes et des personnes concernés. D'une portée plus vaste que les plans d'assainissement, les plans d'aménagement panlacustre permettent de planifier des objectifs de réduction des apports

qui n'ont pas été spécifiés dans les plans d'assainissement. La mise en oeuvre du plan d'aménagement panlacustre pour le lac Huron est prévue pour l'an 2000.

Dans tous les lacs, des restrictions à la consommation de poissons sont en vigueur afin de protéger la santé humaine. Les espèces indicatrices sont le touladi pour les poissons d'eau froide et l'achigan à petite bouche, le doré et la perchaude pour les poissons d'eau tempérée.

Les sections suivantes du présent rapport décrivent plus en détail les écosystèmes du littoral des lacs Supérieur, Michigan, Huron, Érié et Ontario.



**Figure 16.** Secteurs de préoccupation des Grands Lacs : État des problèmes nuisant à une saine utilisation (daté du mois de décembre 1996, sauf indication contraire)

Source : Environnement Canada et Bureau des programmes nationaux sur les Grands Lacs, U.S. Environmental Protection Agency

## 7.1 Lac Supérieur

Le lac Supérieur est le plus profond (avec une profondeur moyenne de 147 mètres ou 483 pieds)<sup>2</sup>, le plus froid et le plus propre de l'écosystème des Grands Lacs. Il est le plus grand lac d'eau douce au monde en superficie, couvrant 82 100 kilomètres carrés (31 700 milles carrés) et longeant un littoral de 4 385 kilomètres (2 726 milles). Il est également le troisième lac d'eau douce au monde en volume et contient plus d'eau que tous les autres Grands Lacs réunis.

En raison de l'étendue du lac et de sa position en amont de l'écosystème des Grands Lacs, la pluie et la neige représentent les principales sources d'eau du lac. Les 335 rivières et ruisseaux tributaires du bassin hydrographique environnant se jetant dans le lac représentent la deuxième principale source d'eau du lac. La rivière canadienne Nipigon est l'affluent le plus important du lac, le deuxième étant la rivière St. Louis, qui se jette dans le lac à Duluth. L'eau quitte le lac par évaporation et par déversement régulé via la rivière St. Marys. L'une des conséquences de cette combinaison de caractéristiques physiques est qu'une goutte d'eau qui entre dans le lac y reste en général pendant une longue période allant de 173 à 191 ans. Cette période moyenne est également appelée durée de rétention.

La géologie du bassin du lac Supérieur est dominée par les affleurements du Bouclier canadien, des roches faisant partie des secteurs les plus anciens du continent nord-américain. Ces roches durables forment les côtes canadiennes et celles du nord du Minnesota, que caractérisent de hautes falaises et des côtes rocheuses. Les zones côtières méridionales consistent en plages relativement bien développées, en dunes et en milieux humides.

Les pressions de l'aménagement ne sont pas aussi fortes dans le bassin du lac Supérieur qu'elles ne le sont dans les bassins des autres Grands Lacs; les activités d'utilisation des sols

du bassin du lac ont des répercussions relativement faibles sur l'écosystème du littoral du lac Supérieur. Environ 95 p. cent des 127 700 kilomètres carrés (49 300 milles carrés) du bassin hydrographique du lac Supérieur sont boisés et les 5 p. cent restants sont répartis entre l'utilisation agricole, urbaine ou industrielle et autres. Comptant moins de 2 p. cent de la population entière du bassin des Grands Lacs (environ 610 000 habitants), le lac a pu éviter la plupart des problèmes inhérents aux pressions par les populations.



La foresterie, l'industrie minière, les transports et l'industrie du tourisme et des loisirs sont les quatre soutiens principaux de l'activité économique de la région. Les habitants du bassin du lac Supérieur ont été touchés par un long déclin économique qui a provoqué une migration de population hors du bassin. En 1990-1991, 70 000 des 680 000 personnes résidant dans le bassin en 1970 avaient quitté la région. Dans le secteur américain du lac, l'état de crise relative de l'économie régionale s'est traduit par de niveaux de salaire bas et un taux de chômage supérieur à la moyenne de l'État. Même si l'économie du secteur canadien du bassin est légèrement plus robuste, elle demeure plus fragile que dans le reste de la province. Toutefois, en dépit de l'économie relativement faible du bassin et du déclin général de population, deux tendances importantes sont perceptibles : (1) on s'attend à ce que le nombre d'habitants augmente dans les deux plus grandes zones urbaines du bassin, le secteur Duluth-Superior et Thunder Bay, qui jouissent d'une forte économie locale.



(2) le nombre de résidents secondaires dans le bassin est en augmentation, ouvrant de nouvelles perspectives et créant de nouveaux défis.

Bien que le lac Supérieur soit relativement propre, il existe des points menaçants localisés où la pollution ponctuelle nuit à l'écosystème. Les sept secteurs de préoccupation désignés autour du lac sont le havre Peninsula, les baies Jackfish, Nipigon et Thunder, la rivière St. Louis et les lacs Torch et Deer. La pollution non ponctuelle de dépôts atmosphériques constitue une source de pollution relativement importante dans le lac Supérieur et il a été établi que les sources non ponctuelles avaient en fait plus de répercussions sur la qualité de l'eau du littoral que les sources ponctuelles. Par exemple, les sources atmosphériques représentent 93 p. cent du total des déversements de mercure et 98,8 p. cent du BPC.

Il existe des mises en gardes relatives à la consommation des espèces de poissons d'eau froide, mais celles-ci concernent principalement le poisson de l'extrémité orientale du lac (dans les eaux allant de la pointe Sewell à la baie Batchawana) et celui des eaux de l'avant-port de Thunder Bay. Le contaminant principal à l'origine de ces mises en gardes relatives à la consommation est le toxaphène; les dioxines constituent une préoccupation dans des endroits précis, comme la baie Jackfish. Bien que l'information concernant les contaminants dans les espèces indicatrices ne soit disponible que pour certains sites, la seule restriction à la consommation des espèces d'eau tempérée concerne le doré et est en vigueur dans la zone allant de la pointe Schreiber à la pointe Sewell. Dans ce cas, le contaminant à l'origine de la restriction est le mercure.

Dans le lac Supérieur, la pêche du touladi se maintient actuellement grâce à la reproduction naturelle de poissons sauvages. Cela constitue le premier succès de restauration des stocks de touladi dans les Grands Lacs.

Le corégone est abondant et soutient une pêche lucrative. Le cisco est en bonne voie de rétablissement tandis que les populations de truites mouchetées et d'esturgeons jaunes ne se sont pas rétablies de déclin antérieurs et leurs quantités demeurent faibles. Les truites et les saumons introduits soutiennent une pêche stable, alors que l'éperlan arc-en-ciel a diminué par rapport aux niveaux records d'abondance antérieurs.

La surpêche n'est qu'un des facteurs à l'origine du déclin des populations de poissons. Les espèces exotiques telles que la lamproie marine et la grémille ont également contribué à ce déclin. Grâce au programme de contrôle de la lamproie marine, cette dernière a diminué d'environ 10 p. cent par rapport à son record d'abondance, ce qui a sauvé certains stocks de touladi du lac Supérieur. Il faut pourtant contrôler la lamproie marine de façon continue si l'on veut augmenter ou même simplement conserver les populations de touladi. La grémille est un poisson exotique qui n'a aucune valeur commerciale ou sportive. Elle a été introduite dans le port de Duluth avec l'eau de ballast de cargos transatlantiques. Elle ne cesse de se répandre, empruntant les eaux côtières, devient de plus en plus abondante et dispute la nourriture et l'habitat à la perchaude et d'autres espèces indigènes.

Les milieux humides côtiers du lac Supérieur sont relativement en bon état. Bien qu'aucune évaluation globale des pertes de milieux humides côtiers dans le lac Supérieur n'ait été réalisée, il est clair que les milieux humides côtiers du lac sont relativement moins touchés par les sources humaines de perturbation que ceux des autres Grands Lacs. Cependant, certaines zones locales sont dégradées et la régulation des niveaux d'eau a des répercussions négatives sur l'ensemble du lac.

La côte nord du lac est un milieu à forte énergie comptant peu de zones de dépôts de sédiments. Les milieux humides sont donc rares et limités aux grandes baies abritées, les

baies Goulais et Batchawana dans le nord-est et les baies Thunder, Black et Nipigon dans le nord-ouest. À ce jour, environ 915 hectares (2 287 acres) de milieux humides ont été soumis à une évaluation de qualité dans le secteur canadien du lac; cependant, au moins 3 500 hectares (8 750 acres) n'ont pas été évalués.

Le long de la côte méridionale du lac Supérieur, les milieux humides côtiers sont plus étendus et plus nombreux que ceux situés sur la côte nord. Le littoral est plus complexe et de nombreuses embouchures de rivières constituent des refuges contre l'action du vent et des vagues, permettant ainsi aux milieux humides de se développer. Les milieux humides côtiers occupent un total de 21 357 hectares (53 393 acres) le long de la côte méridionale du lac Supérieur. Au Wisconsin, beaucoup de milieux humides demeurent relativement intacts, le plus grand étant le milieu humide de Chequamegon sur la réserve indienne de Bad River, qui compte 3 850 hectares (9 510 acres). Dans l'ensemble du lac, on a identifié 41 espèces de poissons utilisant les habitats des milieux humides pour frayer, élever leur progéniture et se nourrir.

Même si la régulation des niveaux d'eau est le facteur de stress le plus répandu dans les milieux humides côtiers du lac Supérieur, il en existe d'autres, comme l'excédent d'éléments nutritifs, les contaminants toxiques, les activités récréatives et l'aménagement du littoral, nuisent aussi aux milieux humides du lac à des endroits précis.

La santé des écosystèmes terrestres du littoral du lac Supérieur est meilleure que celle des quatre autres lacs. Moins d'espèces et de communautés côtières sont disparues que dans les autres lacs (voir le Tableau 8). Les activités d'aménagement du littoral sont limitées (en raison de la faible densité de population et du fait que le substratum côtier est avant tout formé d'un sous-sol rocheux et d'un rivage de galets); les processus côtiers ne sont par conséquent pas largement interrompus par la consolidation des rivages,

comme c'est le cas pour les autres Grands Lacs. Les parcs du littoral et les aires protégées illustrent bien la biodiversité terrestre du littoral du lac Supérieur. En créant de nouveaux parcs et d'autres zones protégées, en élaborant des politiques concernant l'utilisation des sols en vue de mieux protéger les éléments importants dans ces zones de priorités, et grâce à des projets privés, on a réalisé des progrès en matière de protection de certaines zones ayant une biodiversité particulièrement élevée. Ces progrès ont reçu la cote *variable - s'améliorant* dans le document de référence intitulé « *Land by the Lakes: Nearshore Terrestrial Ecosystems* ».

## 7.2 Lac Michigan

Le lac Michigan est le seul à se trouver entièrement en territoire américain. Il est le troisième des Grands Lacs en superficie, de même que le sont les terres de son bassin. C'est le quatrième lac d'eau douce au monde en superficie, et le cinquième en volume. On évalue sa durée de rétention à environ 100 ans et sa profondeur moyenne est de 85 mètres (279 pieds). Les données du recensement de 1990 révèlent que la population du bassin est légèrement supérieure à 10 millions d'habitants, dont la plupart vivent dans le secteur à forte densité de population situé au sud du bassin.

Le lac Michigan est peut-être le plus diversifié de tous les Grands Lacs. Ses côtes changent continuellement d'un relief à un autre, chacun de ses reliefs s'étendant sur des centaines de milles. Il comprend des plaines lacustres, de hautes falaises d'argile, des falaises érodables peu élevées, de vastes champs de dunes, des escarpements rocheux, des falaises de dépôts glaciaires, des crêtes de sable côtières, ainsi que des baies d'argiles et de galets bordées d'anciennes crêtes. Les reliefs du bassin varient, allant de zones relativement élevées dans le nord-ouest jusqu'au relief émoussé des plaines centrales et méridionales. L'une des caractéristiques les plus impressionnantes

du littoral du bassin est l'étendue des dunes de sables le long de certaines parties de la côte orientale. Les côtes du lac Michigan comprennent également 40 p. cent des milieux humides côtiers du secteur américain des Grands Lacs, ceux-ci étant aussi variés que le littoral.

Il existe 411 milieux humides côtiers recouvrant une superficie totale de près de 49 000 hectares (121 000 acres). La plupart de ces milieux humides sont concentrés le long des rivières se jetant dans le lac au niveau de la côte occidentale du Michigan et dans la baie Green (certains des meilleurs exemples des marais des Grands Lacs se trouvent dans la baie Green et le long de la côte orientale de la péninsule Door). Toutefois, du sud de la baie Sturgeon jusqu'à Chicago, le développement des milieux humides a été très limité dû au fait qu'une grande partie de la côte est formée de falaises élevées aux plages étroites à forte énergie et de quelques embouchures de rivières non modifiées. Dans toutes les embouchures de rivières, l'urbanisation a provoqué la disparition des milieux humides. Les petits milieux humides restants se trouvent au sud de Chicago et autour du fond du lac. Dans le secteur de Calumet, certains ont été restaurés et reliés de nouveau au lac. Du nord de l'Indiana jusqu'au Michigan, des dunes côtières impressionnantes bordent le littoral sur 370 kilomètres (230 milles). Ces dunes s'étendent sans interruption le long de l'ensemble de la côte, à l'exception des vallées des rivières, de quelques villes et de routes, et atteignent des hauteurs de 100 mètres (328 pieds) et des largeurs de 1,5 kilomètre (près d'un mille). Ce sont des zones intensément urbanisées avec des résidences estivales et permanentes situées sur de nombreuses lisières de terrain souvent très proches du rivage. Au nord de Leland, à travers les baies Traverse et plus au nord jusqu'aux détroits de Mackinac, le littoral du lac Michigan se transforme de nouveau en falaises et escarpements rocheux, plages de galets et quelques petites baies de milieux humides. À partir des détroits en direction de

l'ouest, de nouveaux changements se produisent avec l'apparition de nombreuses crêtes de sable au relief émoussé interrompues par des baies abritées et peu profondes.

Le nord du bassin du lac Michigan est recouvert de forêts et il présente un climat plus froid et une population relativement dispersée (à l'exception de la vallée de la rivière Fox). Le secteur sud, le plus tempéré du bassin, est très peuplé et compte des zones d'urbanisation et de développement industriel et de terres agricoles productives.



La qualité de l'eau dans le bassin varie beaucoup : elle est presque parfaite dans certaines régions du nord et très contaminée dans d'autres. À l'extrémité sud du lac, fortement peuplée et industrielle, la qualité de l'eau à proximité du rivage est sérieusement diminuée. Cette qualité insuffisante de l'eau est presque entièrement due aux sources urbaines. À cause de l'écoulement direct d'eau de ruissellement ainsi que des déversements des égouts pluviaux dans les ruisseaux et directement dans le lac, des sédiments, des éléments nutritifs, des pesticides, des herbicides, des huiles et des métaux lourds s'y trouvent charriés. Une évaluation récente du sud-est du bassin a révélé que, sur les 210 ruisseaux étudiés, 186 ont été jugés impropres à la vie aquatique. Les sédiments contaminés présents dans les rivières et dans les ports demeurent un problème important dans la région.

Dix secteurs de préoccupation ont été relevés dans le bassin du lac Michigan : la rivière Manistique, le cours inférieur de la rivière Menominee, la partie sud de la baie Green et la rivière Fox, la rivière Sheboygan, l'estuaire Milwaukee, le port Waukegan, la rivière Grand Calumet et l'Indiana Harbor Ship Canal, la rivière Kalamazoo, le lac Muskegon et le lac White. Les sources ponctuelles de pollution les plus importantes sont les papetières du bassin nord et les industries reliées à l'acier dans le sud. Cependant, les règles de contrôle de la pollution mises en oeuvre durant les deux dernières décennies ont considérablement réduit la quantité de polluants déversés par ces sources. De ce fait, les sources non ponctuelles de pollution sont à l'heure actuelle la cause principale de dégradation de la qualité de l'eau et de l'air dans le bassin.

Un nombre important de touladis stockés en âge de reproduction sont présents dans le lac. Le frayage et la production d'alevins par du poisson stocké ont été observés à plusieurs endroits et on a également trouvé dans le lac des touladis sauvages d'un an et plus; il n'y a cependant pas eu de production d'un nombre important de touladis sauvages adultes. Sans que l'on sache très bien pourquoi, les populations de saumons du Pacifique ont considérablement diminué par rapport aux niveaux records atteints entre les années 70 et le milieu des années 80. La biomasse (une mesure de l'abondance exprimée en poids) de chacun des trois poissons fourrages (le gaspareau, l'éperlan arc-en-ciel et le chabot visqueux) du lac Michigan a elle aussi changé de façon considérable depuis les années 70. Le gaspareau, qui représentait plus de 80 p. cent de la biomasse dans les prises des années 70, a décliné jusqu'à environ 10 p. cent au milieu des années 80 et dans les années 90. La biomasse de l'éperlan arc-en-ciel a chuté d'un plafond de 15 à 20 p. cent dans les années 70 et au début des années 80 à moins de 10 p. cent au milieu des années 80 et dans les années 90. Le chabot visqueux a atteint des niveaux records d'abondance à la fin des années 70 pour décliner ensuite à moins de 20

p. cent de ces niveaux records dans les années 80 et 90, probablement en raison de la prédation de la truite, du gobie et du saumon introduits.

La tendance prédominante dans le domaine de l'aménagement du bassin du lac Michigan est l'étalement soutenu de faible densité. Ce déplacement de population vers la périphérie urbaine et la banlieue, ainsi que la demande pour l'aménagement à faible densité, absorbent de vastes étendues de terres agricoles et d'espace ouvert. Les comtés de l'est du bassin du lac Michigan, par exemple, ont subi des diminutions de superficie de terres agricoles allant de 7 p. cent à plus de 15 p. cent de 1982 à 1992, élevant la moyenne pour cette région à un niveau supérieur aux taux moyens de pertes de l'État de Michigan durant cette période (7,8 p. cent). On peut observer la même tendance du côté ouest du bassin. Les comtés du Wisconsin sur la côte du lac Michigan ont connu un gain net de 41 584 unités de logement de 1990 à 1995, dont près de la moitié se situent dans des collectivités en bordure du littoral.

La plus grande concentration de production d'acier en Amérique du Nord se situe près de la pointe sud du lac Michigan. Si l'on compte les installations d'entreposage et d'ouvroison, cette production d'acier sur une vaste échelle occupe des milliers d'acres à proximité du littoral et dans certains cas des écosystèmes uniques de dunes. Depuis longtemps, la production d'acier s'est révélée être polluuse d'eau et de sols et a déversé dans le Michigan des tonnes de polluants, dont certains sont toujours présents dans les sédiments contaminés des eaux du littoral et dans les sols des terrains des usines.

L'économie du bassin du lac Michigan soutient deux fois plus d'emplois que la deuxième économie des Grands Lacs (celle du lac Érié). Même si le bassin compte le plus grand nombre d'emplois liés à la production de tous les bassins des Grands Lacs, l'emploi dans ce secteur est en déclin alors que le secteur des

services connaît une croissance. Entre 1970 et 1990, le secteur des services s'est accru de près de 100 p. cent dans le bassin hydrographique du lac Michigan et y représente plus de 2 millions d'emplois.

Les mises en garde relatives à la consommation du poisson sont en vigueur pour le touladi, les truites brune et arc-en-ciel, les saumons coho et quinnat, le grand corégone, le doré jaune, la perchaude, l'éperlan, la carpe et l'esturgeon. Il est tout à fait déconseillé de consommer le touladi et la truite brune et l'on recommande de limiter la consommation des autres poissons cités. Les BPC sont les principaux contaminants à l'origine des mises en gardes relatives à la consommation.

L'état de santé de l'écosystème terrestre du littoral du lac Michigan reflète les conséquences des pressions permanentes de l'aménagement sur le bassin (voir le tableau 8). La santé des espèces et des communautés côtières a été qualifiée de *variable - se détériorant*, de même que l'effet de la consolidation des rivages sur les processus naturels côtiers. La biodiversité du bassin du lac Michigan varie selon l'endroit et, même si la représentation de la biodiversité dans les parcs du littoral et les aires protégées est stable, les efforts pour désigner des aires supplémentaires d'investissement dans la biodiversité se sont accrus.

### 7.3 Lac Huron

Un des Grands Lacs les moins développés, célèbre pour ses chalets estivaux et ses nombreuses îles (plus de 30 000), le lac Huron est le second en superficie après le lac Supérieur et il présente le littoral le plus long si l'on compte celui des îles. C'est le troisième lac d'eau douce au monde en superficie et le sixième en volume; il comprend l'île de lac d'eau douce la plus grande au monde (Manitoulin). Le lac Huron a une durée de rétention d'eau de 22 ans et une profondeur moyenne de 59 mètres (195 pieds).



La frontière entre le Canada et les États-Unis sépare le lac Huron en deux parties presque égales. Tout le secteur canadien, y compris la baie Georgienne, se trouve dans la province d'Ontario. Le secteur américain est lui entièrement situé dans l'État de Michigan. Le bassin hydrographique du côté de l'Ontario (86 430 kilomètres carrés ou 33 500 milles carrés) couvre le double de la superficie de celui du Michigan et compte cinq fois plus de littoral et environ 300 000 habitants de moins que ce dernier. Des deux côtés de la frontière, la densité de population est faible (environ 39 personnes par mètre carré, soit moins de 100 personnes par mille carré), la baie Saginaw du Michigan constituant la seule grande zone urbanisée sur le littoral du lac Huron.

Le bassin hydrographique du lac Huron, d'une étendue de 134 100 kilomètres carrés (51 700 milles carrés), est principalement boisé (à 66 p. cent) et comprend également des secteurs moins vastes de terres agricoles (22 p. cent), résidentielles et industrielles (10 p. cent) et à usage divers (2 p. cent). Même si l'aménagement résidentiel et agricole domine dans les deux régions, le sud du bassin hydrographique présente un niveau de développement plus élevé que le nord. On trouve le niveau de pollution le plus élevé dans les eaux situées dans ou près des zones de développement rural et urbain. Quatre secteurs de préoccupation ont été désignés dans la région du lac Huron : la rivière et la baie Saginaw, le port de Collingwood, la baie Severn et le port Spanish. À la suite des

efforts entrepris par les intervenants oeuvrant à l'assainissement, toutes les utilisations bénéficiaires du port de Collingwood ont été rétablies. Celui-ci a été retiré de la liste et n'est plus classé comme secteur de préoccupation. Des trois secteurs de préoccupation restants, la baie Saginaw pose de loin le problème d'assainissement le plus grave.

Les milieux humides du lac Huron sont généralement plus petits mais plus nombreux que dans les Grands Lacs méridionaux. Plus de la moitié d'entre eux forment des ensembles de milieux humides. Les marais et les marécages y sont d'importance égale et dans bien des cas, ils comportent de nombreuses tourbières. Ils abritent également plus de communautés végétales complexes que ceux des Grands Lacs méridionaux. Les milieux humides du littoral canadien du lac Huron sont souvent situés dans les baies et les embouchures de ruisseaux abritées, de même que dans les zones protégées des grandes îles. Bien qu'aucune estimation précise des milieux humides côtiers de cette région ne soit disponible, 7 159 hectares (17 900 acres) de milieux humides ont été soumis à une étude de qualité dans le secteur canadien du lac. La superficie des milieux humides côtiers du secteur du lac situé au Michigan est estimée à 16 200 hectares (40 500 acres). Ce chiffre représente près de 37 p. cent de tous les milieux humides côtiers de l'État du Michigan.

Près des côtes canadiennes du lac Huron, la perte d'habitats humides ne s'est pas produite sur une grande échelle grâce à la faible densité de population du littoral. Les pertes ont tendance à se concentrer autour des petites zones urbaines qui parsèment la côte. Durant les dix dernières années, la perte de milieux humides s'est accrue dans certains secteurs dû à l'empiétement agricole et à la construction de chalets.

Plus de 40 espèces de plantes rares, 5 espèces importantes de reptiles et 59 espèces de poissons utilisent les milieux humides

côtiers du lac Huron. Au moins la moitié de ces espèces de poisson réside dans les milieux humides de façon permanente, tandis que les autres les utilisent temporairement pour chercher leur nourriture, s'abriter, frayer, élever et disperser leur progéniture ainsi que lors de leurs déplacements migratoires.



La communauté de poissons du lac Huron est en voie de rétablissement, mais elle demeure instable à cause de décennies de surpêche et des répercussions de l'introduction d'espèces étrangères. De petites quantités de

touladis stockés se reproduisent dans le lac et les populations de corégone sont plus abondantes qu'elles ne l'ont jamais été au cours du XXe siècle. On trouve de nouveau du doré et de la perchaude en grande quantité. À l'heure actuelle, les populations d'aloses et d'éperlans arc-en ciel sont stables bien qu'elles aient diminué par rapport aux niveaux records des années 70. Au cours des années 80, le nombre de lamproies marines a considérablement augmenté dans l'extrémité nord du lac, provoquant une mortalité élevée du touladi et annulant les gains réalisés à l'égard du rétablissement du touladi dans cette région.

Dans les endroits où des données sont disponibles, des restrictions à la consommation ont été mises en place pour le touladi (une espèce d'eau froide) sur toute la longueur de la côte orientale du lac Huron, depuis l'île Fitzwilliam jusqu'au nord de Grand

Bend. Les BPC sont le contaminant le plus préoccupant à l'origine de ces mises en garde relatives à la consommation. La seule restriction à la consommation de poissons d'eaux froides et tempérées concerne l'achigan à petite bouche et est due à la contamination par le mercure.

En ce qui concerne les quatre indicateurs utilisés dans chaque lac pour évaluer la santé de l'écosystème terrestre près des côtes, le lac Huron occupe la position médiane par rapport aux quatre autres Grands Lacs (voir le Tableau 8). La perte d'espèces et de communautés côtières continue mais certains signes indiquent que des améliorations ont permis de ralentir le taux de consolidation du littoral, réduisant du même coup le taux d'interruption des processus côtiers. La représentation de la biodiversité dans les aires protégées et les parcs du littoral a été qualifiée de *variable - s'améliorant* alors que les gains dans les aires d'investissement de biodiversité ont été qualifiés de *variable - se détériorant*.

## 7.4 Lac Érié

Le lac Érié est le quatrième des Grands Lacs en superficie (25 700 kilomètres carrés ou 9 910 milles carrés) et le plus petit en volume. Étant également le moins profond, sa durée de rétention n'est que de 2,6 ans. Près de 90 p. cent du débit entrant total d'eau provient des Grands Lacs situés en amont, de la rivière St. Clair et du lac du même nom via la rivière Détroit. Le reste est apporté par les précipitations et les affluents. La rivière Niagara et les canaux maritimes servent de décharges et se déversent dans le lac Ontario.

Ensemble, le lac Érié, la rivière et le lac S. Clair ainsi que la rivière Détroit ont un bassin hydrographique de 78 000 kilomètres carrés (30 140 milles carrés). Une grande partie du bassin est utilisée pour l'agriculture (59 p. cent) et le reste des terres est boisé (17 p. cent), résidentiel ou industriel (15 p. cent) ou utilisé à d'autres fins (9 p. cent). Plusieurs vastes

cordons sablonneux s'avancent dans le lac Érié, formant de précieux habitats. Il s'agit des pointes Longue et Turkey, de Pointe-Pelée, de la péninsule Rondeau et de Presque Isle. Le bassin du lac se divise naturellement en trois sous-bassins : le bassin occidental (à l'ouest de Pointe-Pelée), le bassin central (entre Pointe-Pelée et la pointe Longue) et le bassin oriental (à l'est de la pointe Longue), qui est le secteur le plus profond du lac.



De tous les Grands Lacs, c'est le lac Érié qui est le plus exposé aux stress engendrés par l'urbanisation et l'agriculture. Le bassin du lac Érié présente le plus grand pourcentage de terres agricoles de tous les bassins. L'agriculture subit toutefois la concurrence intense d'autres utilisations des sols, notamment celle de l'étalement urbain et du développement rural dispersé.

Dans le bassin du lac Érié, les économies sont de type et d'étendue très variés. Elles comprennent le complexe industriel et urbain de Détroit, les villages agricoles et ruraux, les pêches commerciale et récréative, les chalets du littoral et l'industrie des loisirs. Le long de la côte, l'économie repose en règle générale sur l'industrie des loisirs et du tourisme, y compris la pêche, les chalets et les ports de plaisance. Le lac Érié est le plus biologiquement productif des Grands Lacs et son industrie de la pêche représente environ 100 millions de dollars canadiens, dont 40 millions venant de la perchaude seule.

La population totale dans le bassin du lac Érié (du Canada et des É.-U.) s'élève à environ 13 millions d'habitants, dont près de 86 p. cent vivent aux États-Unis. Durant la dernière décennie, la population du côté américain a diminué alors que celle du secteur de l'Ontario est demeurée stable. Les influences les plus importantes du côté canadien du lac Érié sont celles dues à la croissance et à l'expansion des zones urbaines le long des ruisseaux et des rivières comme la rivière Grand. Le développement urbain a des conséquences néfastes sur le littoral en provoquant l'érosion, l'accroissement de la sédimentation et le déversement de polluants. Les problèmes reliés aux eaux usées traitées et non traitées et aux eaux de ruissellement figurent en tête de liste des répercussions nocives sur l'environnement du littoral du lac Érié. Les causes principales de ces problèmes sont l'aménagement résidentiel croissant ainsi que la conversion de chalets côtiers saisonniers en résidences permanentes qui utilisent des fosses sceptiques privées.

Bien que le bassin du lac Érié soit le plus densément peuplé, le plus intensément exploité à des fins agricoles et qu'il reçoive de grandes quantités de polluants, l'effet de ces derniers est atténué par la sédimentation d'algues et des fines particules de sol apportées par l'érosion des terres, deux éléments qui ont tendance à absorber les polluants présents dans l'eau (pour ensuite se déposer et être enfouis). En outre, la durée de rétention de l'eau relativement courte du lac Érié explique en partie le faible degré de pollution (une plus forte quantité de polluants est déversée dans le lac Ontario). C'est pourquoi les concentrations de contaminants toxiques dans l'eau et dans les poissons du lac Érié sont faibles. On a relevé sept secteurs de préoccupation dans la région même du lac Érié : les rivières Raisin, Maumee, Black, Cuyahoga et Ashtabula, la baie Presque Isle et le havre de Wheatley. Les sédiments contaminés ont des répercussions néfastes sur chacun de ces secteurs.

Cependant, en raison de sa profondeur réduite, de sa température relativement élevée et de la grande fertilité des sols de son bassin, le lac Érié est plus eutrophe que les autres Grands Lacs et permet aux bactéries de se développer pendant les mois chauds d'été. Même si des plages de l'ensemble du littoral ont connu des niveaux bactériens élevés ayant mené à leur fermeture, ce sont les plages des bassins occidentaux et centraux du lac qui ont été le plus touchées.

Bien que les investissements dans le traitement municipal et industriel des eaux usées et les programmes visant à contrôler les ruissellements des terres agricoles aient permis d'obtenir d'excellents résultats dans le domaine de la gestion des éléments nutritifs, l'élimination quasi totale de la végétation indigène du bassin et l'exploitation intensive des pêcheries, suivies de l'invasion d'espèces exotiques, ont dévasté la communauté aquatique d'origine du lac. Alors même qu'un certain rétablissement est peut-être en vue, on ignore tout de l'impact à long terme des espèces exotiques telles que la moule zébrée. Bien que les moules aient accru la limpidité de l'eau d'environ 75 p. cent de 1988 à 1991, les changements importants induits dans le réseau trophique par leurs habitudes alimentaires risquent d'avoir des conséquences néfastes sur les populations de poissons. Les moules zébrées nuisent également aux populations de moules indigènes et pourraient provoquer l'élimination totale de celles-ci.

La plus grande concentration de milieux humides côtiers se trouve dans les eaux peu profondes du bassin occidental du lac, en bordure des côtes basses et des estuaires du Michigan et d'Ohio. Le littoral américain du bassin central et oriental est principalement formé de falaises, ce qui limite les milieux



humides aux embouchures des rivières et à Presque Isle (un cordon sablonneux long de 10 kilomètres ou 6,3 milles). La côte américaine compte 87 milieux humides, qui recouvrent plus de 7 937 hectares (19 842 acres). La plupart des milieux humides ont été endigués et se trouvent ainsi isolés du lac du point de vue hydrologique. D'autres milieux humides, en nombre plus restreint mais de plus grande taille, sont abrités derrière les larges cordons sablonneux de la côte nord du lac Érié en Ontario, ainsi qu'aux embouchures des rivières et des ruisseaux. Le long du littoral canadien, on trouve 31 milieux humides, recouvrant une superficie totale de 18 866 hectares (47 165 acres). La superficie de chacun varie de 3 à 13 465 hectares (de 7,5 à 33 663 acres) et plus de la moitié sont des ensembles de milieux humides formés principalement de marais avec quelques marécages et de rares tourbières.

Les milieux humides côtiers du lac Érié soutiennent la plus grande variété d'espèces animales et végétales des Grands Lacs. Le climat tempéré du lac Érié et sa latitude plus méridionale assure l'existence de nombreuses espèces introuvables dans les Grands Lacs septentrionaux. De nombreuses espèces de plantes rares sont présentes dans les milieux humides du lac Érié, de même qu'au moins 37 espèces de plantes importantes. Les milieux humides sont également importants pour la production du poisson car ils constituent un habitat permettant à de nombreuses espèces dépendantes des milieux humides de frayer et d'élever leur progéniture; ils fournissent de plus des abris aux poissons juvéniles et aux poissons fourrages et des territoires de chasse aux poissons prédateurs. Quarante-six espèces de poissons ont été capturées dans les milieux humides du lac Érié et l'on a capturé, dans les eaux libres, 18 espèces supplémentaires dont on sait qu'elles utilisent les milieux humides durant une partie de leur existence.

Si l'on compare les situations actuelle et passée de la communauté de poissons du lac

Érié, on constate qu'une détérioration s'est produite et qu'elle persiste. Trente-quatre espèces de poisson du lac Érié sont rares, menacées, en voie d'extinction, disparues localement, éteintes ou font l'objet de préoccupations spéciales. Le touladi stocké et le saumon coho ne se reproduisent pas de façon satisfaisante et les niveaux autrefois abondants de poissons fourrages (l'éperlan arc-en-ciel, le méné émeraude, le baveux, l'alose à gésier et le gaspareau) sont en déclin. Le grand corégone continue de montrer des signes de rétablissement. Le doré et la perchade sont gérés de façon intensive afin de répondre aux besoins des pêches commerciale et récréative aux É.-U. et au Canada.

Le touladi est limité au bassin oriental du lac Érié, le plus profond et plus froid. Les niveaux de BPC sont à l'origine des mises en garde « limitées » relatives à la consommation du touladi à partir de la baie de la pointe Longue en direction de l'est. Aucune restriction à la consommation n'est en vigueur dans le lac Érié pour les espèces indicatrices de poissons d'eau froide ou tempérée, peu importe leur taille.

Durant les 10 dernières années, 25 zones de navigation ont été draguées dans ou près du lac Érié. Dans 12 de ces zones, l'élimination des déblais de dragage dans une installation d'élimination confinée est devenue obligatoire à un moment donné. À l'heure actuelle, l'élimination confinée est obligatoire pour les déblais de dragage dans sept secteurs de préoccupation : les rivières Détroit et Rouge, la rivière Raisin et la rivière Maumee dans le bassin occidental ainsi que les rivières Ashtabula, Cuyahoga et Black dans le bassin central. Les BPC sont les contaminants les plus communs qui rendent nécessaire l'élimination confinée des déblais de dragage.

La santé globale de l'écosystème terrestre côtier du bassin du lac Érié a reçu une des cotes les plus faibles des Grands Lacs (voir le Tableau 8). Les quatre indicateurs utilisés

pour évaluer l'état de santé terrestre côtier ont été qualifiés de *variable - se détériorant* ou *médiocre*. Des espèces et des communautés côtières ont été perdues et cette tendance persiste; de nombreux processus côtiers ont été interrompus par la consolidation des rivages.

## 7.5 Lac Ontario

Le lac Ontario est le douzième plus grand lac au monde, alors que sa superficie d'environ 18 960 kilomètres carrés (7 340 milles carrés) en fait le plus petit des Grands Lacs. Son bassin hydrographique est de 64 030 kilomètres carrés (24 720 milles carrés) et il est dominé par des forêts (49 p. cent) et par l'agriculture (39 p. cent). Environ 7 p. cent du bassin est urbanisé. Le niveau des eaux du lac est contrôlé par des barrages et des écluses dans la voie maritime du Saint-Laurent le long du fleuve du même nom. Près de 85 p. cent du périmètre du lac se caractérise par des côtes régulières (presque droites) dont l'inclinaison mène rapidement à l'eau profonde.

Le lac Ontario se divise en deux parties distinctes. Le bassin principal atteint une profondeur maximale de 244 mètres (802 pieds) et est bordé par la péninsule du Niagara à l'ouest et par les côtes de la baie Mexico à l'est. Bien que le bassin Kingston soit beaucoup moins profond et moins grand que le bassin principal, ses côtes irrégulières et accidentées représentent plus de 50 p. cent du total du littoral du lac Ontario. Ce littoral est



long de 1 146 kilomètres (730 milles) avec de nombreuses baies et de nombreuses péninsules dans le tiers oriental du lac. Les seules îles sont l'île Toronto et celles proches de la décharge située à l'extrémité orientale du lac.

Les milieux humides se rencontrent surtout dans le secteur oriental du lac, aux embouchures des rivières, dans les baies et derrière les barres et les cordons littoraux. Au total, 17 607 hectares (44 018 acres) de milieux humides ont été relevés le long du littoral du lac Ontario. Les plantes dominantes sont souvent des espèces envahissantes (introduites ou indigènes) telles que la salicaire, le myriophylle en épi, l'alpiste roseau et le roseau des étangs. Malgré cela, on a trouvé 17 espèces de plantes rares dans les milieux humides côtiers du lac Ontario.

Soixante-huit espèces de poissons utilisent les milieux humides côtiers du lac Ontario et les deux tiers d'entre eux y résident de façon permanente. L'autre tiers les utilise temporairement pour frayer, élever sa progéniture et se nourrir.

Les milieux humides du lac Ontario ont subi de lourdes pertes pendant les deux derniers siècles, principalement causées par le drainage agricole et l'empiètement urbain. Entre 1789 et 1979, une superficie de marais côtiers évaluée à 1 518 hectares (3 795 acres) a été perdue entre Toronto et la rivière Niagara. Ce total représentait entre 73 et 100 p. cent des marais présents à l'origine le long de ces côtes. On a évalué à près de 60 p. cent les pertes de milieux humides de l'ensemble du littoral américain du lac. La plupart de ces pertes sont imputables aux zones fortement peuplées situées aux alentours de Oswego et de Rochester.

La régulation du niveau des eaux est une source principale de stress pour tous les milieux humides côtiers du lac Ontario. Cette régulation remonte à la construction de la voie maritime du Saint-Laurent en 1959. Dans la

partie du XXe siècle antérieure à la régulation, la variation des niveaux de l'eau était d'environ 2 mètres (6,5 pieds). Entre 1960 et 1976, cette variation a légèrement diminué. Depuis 1976, elle a été réduite à environ 0,9 mètres (2,9 pieds). Le manque de cycles d'inondation et d'assèchement dans les bordures supérieures et inférieures des milieux humides a diminué l'étendue de ces derniers, provoquant ainsi une diminution de la diversité des communautés animales et végétales.

Il a été observé que les apports élevés de sédiments et l'excès de turbidité constituaient des sources de stress pour les milieux humides côtiers. Même si ces sources se limitent à des secteurs bien circonscrits, elles sont principalement liées au ruissellement urbain et agricole. Les carpes posent également un grave problème dans les marais et les zones d'eau peu profonde du lac Ontario car elles remettent en suspension les sédiments, augmentant de ce fait la turbidité, et détruisent les macrophytes aquatiques. Les problèmes de turbidité sont renforcés par les excédents d'éléments nutritifs qui favorisent la prolifération rapide des algues, ce qui réduit la limpidité de l'eau et limite la quantité de lumière atteignant les plantes enracinées et la communauté benthique. L'excès d'éléments nutritifs peut aussi provoquer des changements dans les espèces des milieux humides et réduire la diversité.

La communauté de poissons s'est considérablement rétablie par rapport aux faibles niveaux des années 60. Le nombre de gaspareaux et d'éperlans arc-en-ciel avait diminué dans les années 80 en raison de la prédation croissante de la truite et du saumon et de la réduction des éléments nutritifs ajoutés au lac. Au cours des années 90, on a réduit les activités d'ensemencement de la truite et du saumon afin d'obtenir des quantités plus équilibrées par rapport à leur source de nourriture. Certains poissons indigènes sont également en cours de rétablissement par rapport aux niveaux bas observés dans les années 60. Par exemple, le grand corégone

qui, généralement très abondant à l'extrémité orientale du lac, avait presque disparu dans les années 70, a commencé à réapparaître dans les années 80 et a augmenté de 30 à 40 fois dans les années 90. En outre, en 1995, le touladi, qui avait été éliminé du lac par la lamproie marine, la perte d'habitats et la surpêche, a commencé à se reproduire naturellement après une absence d'environ 45 ans.

Sept secteurs de préoccupation ont été relevés sur le lac Ontario : le ruisseau Eighteen Mile, la baie de Rochester, la rivière Oswego, la baie de Quinte, Port Hope, la région métropolitaine de Toronto et le port de Hamilton. Même si, techniquement parlant, la rivière Buffalo se jette dans le lac Érié, elle est considérée comme un secteur de préoccupation du lac Ontario étant donné qu'elle a davantage d'influence sur ce lac. La majorité de ces huit secteurs de préoccupation présentent des sédiments contaminés et font l'objet de restrictions à la consommation de poissons.

Une mise en garde « limitée » relative à la consommation du touladi est en vigueur à tous les endroits du lac Ontario et de la rivière Niagara pour lesquels l'information est disponible. Les BPC sont les principaux contaminants à l'origine de ces mises en garde; on entretient également des préoccupations à l'égard des niveaux de mirex et de dioxine à certains endroits. Des informations à long terme de qualité sont disponibles concernant les BPC et le mirex dans l'éperlan arc-en-ciel de la rivière Ganaraska, qui se jette dans le lac Ontario. Pour ces deux contaminants, les concentrations ont diminué de 1976 à la fin des années 80, mais les données ne révèlent aucune tendance précise depuis cette époque. Les BPC ont diminué de 3,9 mg/L en 1976 à 0,65 mg/L en 1994. La concentration de mirex a chuté de 0,26 mg/L en 1976 à 0,06 mg/L en 1994. De 1981 à 1994, la concentration moyenne de mercure dans le doré de l'est du lac Ontario a varié de 0,19 mg/L à 0,43 mg/L,

mais on n'a pas pu déterminer de tendance précise.

Au cours des 40 dernières années, le changement le plus important dans l'utilisation des sols du bassin du lac Ontario a été l'expansion urbaine de la région du Grand Toronto et cette situation se poursuit. Le faible taux d'accroissement net de la population a été remplacé par l'exurbanisation et la suburbanisation, l'agrandissement des limites urbaines et l'aménagement de zones rurales adjacentes.

La santé globale de l'écosystème terrestre côtier du bassin du lac Ontario a reçu une des cotes les plus faibles des Grands Lacs (voir le Tableau 8). Les quatre indicateurs utilisés pour évaluer l'état de santé terrestre côtier ont reçu la cote *variable - se détériorant* ou *médiocre*. Des espèces et des communautés côtières ont été perdues et cette tendance persiste; de nombreux processus côtiers ont été interrompus par la consolidation des rivages.

## 8. Voies interlacustres

Les voies interlacustres des Grands Lacs sont : la rivière St. Marys, la rivière St. Clair et le lac du même nom, la rivière Détroit, la rivière Niagara et le fleuve Saint-Laurent. Elles constituent des liens vitaux entre les lacs, portant le débit sortant d'eaux de surface d'un Grand Lac à un autre, et sont presque toujours considérées comme « littorales », selon la définition donnée préalablement dans le présent rapport. L'ensemble du lac St. Clair est considéré comme « littoral » en raison de sa profondeur très réduite (4,4 mètres ou 14,4 pieds en moyenne). Les voies interlacustres sont également importantes dans le transport de l'eau, des sédiments, des éléments nutritifs et des contaminants.

Les zones littorales des lacs et des voies interlacustres subissent le contrecoup de l'urbanisation, de l'industrie et de l'agriculture; en outre, les voies interlacustres sont sous l'influence des altérations physiques destinées au transport, à la gestion du niveau des eaux

**Tableau 10.** Caractéristiques des voies interlacustres des Grands Lacs

| Caractéristique                          | Rivière           |                   |                 |                 |                       |
|--|-------------------|-------------------|-----------------|-----------------|-----------------------|
|  | Rivière St. Marys | Rivière St. Clair | Rivière Detroit | Rivière Niagara | Fleuve Saint-Laurent* |
| Longueur (km)                            | 121               | 63                | 41              | 58              | 150                   |
| Baisse d'élévation (m)                   | 6.7               | 1.5               | 1.0             | 99.3            | 1.6                   |
| Déversement moyen (m <sup>3</sup> /s)    | 2,100             | 5,097             | 5,210           | 5,692           | 7,739                 |
| Bassin hydrographique (km <sup>2</sup> ) | 2,830             | 3,368             | 1,844           | 3,251           |                       |

Source : Edsall, T. et M. Charlton. 1997. *Nearshore Waters of the Great Lakes*. (Document de travail de la CÉÉGL de 1996)

\* Section internationale

et à la production d'énergie. Les voies interlacustres sont souvent les endroits les plus intensément utilisés par les êtres humains dans le bassin, ce qui provoque la détérioration des habitats dans toutes les voies, la présence de sédiments contaminés dans la plupart d'entre elles et la détérioration de nombreuses autres possibilités de saine utilisation. Pour cette raison, dans les cinq cas, la totalité ou une partie de la voie interlacustre constitue un secteur de préoccupation. Des plans d'assainissement sont en cours d'élaboration pour chaque voie interlacustre.

Les paragraphes suivants traitent brièvement de chacune des voies interlacustres ainsi que des problèmes communs à un grand nombre de de ces voies ou à leur ensemble.

## 8.1 Rivière St. Marys

La rivière St. Marys draine les eaux du lac Supérieur dans le lac Huron, perdant 6,7 mètres (22 pieds) en chemin, principalement le long des rapides St. Marys (1,2 kilomètre ou 0,75 mille) à Sault Sainte-Marie. La rivière a elle-même plusieurs affluents, mais l'eau en provenance de ses affluents ne représente qu'une petite partie de la décharge du lac Supérieur. La plus grande partie du bassin hydrographique est boisée (95 p. cent) avec de petites zones urbaines et industrielles concentrées à Sault Sainte-Marie (Ontario) et à Sault Ste. Marie (Michigan).

La partie de la rivière en amont des rapides St. Marys a des côtes sablonneuses et rocheuses; la partie en aval est bordée de vastes marais dans les zones peu profondes des baies, des îles et des lacs de grande étendue. Ces milieux humides semblent généralement être moins touchés que d'autres voies interlacustres en aval, mais le dragage, le remblayage et la contamination des sédiments ont provoqué la perte de zones humides dans des sites bien circonscrits le long du littoral de la ville de Sault Sainte -Marie (Ontario).

L'ensemble de la rivière a été déclaré secteur de préoccupation à cause de fortes concentrations de contaminants dans l'eau, de contaminants de sédiments localisés, de la présence de tumeurs chez les poissons, de la dégradation localisée du benthos et d'un nombre élevé de bactéries à certains endroits. Ces répercussions ont été particulièrement graves le long des côtes canadiennes, en aval de Sault Sainte-Marie (Ontario) jusqu'au Petit Lac Saint-Georges.

## 8.2 Rivière St. Clair

La rivière St. Clair draine les eaux du lac Huron jusqu'au lac St. Clair. Elle forme un vaste delta digité qui compte un grand nombre de voies de distribution, d'îles et de milieux humides situés à son point de rencontre avec le lac. Le delta est un milieu de transition entre la rivière et le lac. En amont du delta, le débit fluvial est relativement élevé, la voie étant uniforme avec très peu de courbes ou de méandres. Son élévation ne diminue que de 1,4 mètre (4,6 pieds) entre le lac Huron et le début du delta. Le littoral naturel présente une berge de 1,5 à 5 mètres (de 4,9 à 16,4 pieds) de hauteur, mais une grande partie du littoral est maintenant artificielle, notamment dans le secteur américain. La quasi totalité du littoral américain et la plus grande partie du littoral canadien présentent des développements résidentiels, récréatifs et industriels; par conséquent, les littoraux ont subi des modifications considérables. La rivière comporte également des installations portuaires importantes.

Bien que plusieurs petits affluents se jettent dans la rivière St. Clair, une grande partie du débit de celle-ci vient du lac Huron. Le bassin hydrographique est principalement agricole (69 p. cent) et comprend des zones urbanisées concentrées sur un secteur étroit le long de la rivière (les centres les plus importants étant Sarnia en Ontario et Port Huron au Michigan). L'industrie est principalement concentrée sur les 14 premiers kilomètres (8,75 milles) de la

rivière St. Clair entre Sarnia et Corunna en Ontario.

Le manque de complexité des côtes, le courant rapide, la profondeur de la rivière et les forces des vagues générées par le passage de grands navires de commerce limitent le développement de milieux humides le long des berges. En réalité, des indices révèlent que les milieux humides sont maintenant des habitats peu communs en amont du delta de la rivière St. Clair. Les milieux humides préservés constituent par conséquent des habitats particulièrement importants pour les plantes, les poissons et les autres animaux vivant dans la rivière.

La perte d'habitats et de milieux humides dans la rivière semble donc être en grande partie liée au cloisonnement, à la consolidation des rivages, au remblayage, à la canalisation et au dragage à grande échelle le long des côtes de la rivière. L'empiètement urbain continue de provoquer la perte et la dégradation de milieux humides dans le secteur canadien.

La rivière St. Clair a été déclarée secteur de préoccupation en raison des niveaux de substances toxiques dans l'eau, de sédiments contaminés, de la détérioration du benthos et de la contamination bactérienne. L'industrie constitue la source principale de pollution; toutefois, les usines municipales d'épuration d'eaux usées et d'autres sources diffuses et ponctuelles de polluants posent également des problèmes. Bien que des progrès aient été accomplis concernant le nettoyage de la rivière, les benthos détériorés continuent d'indiquer la présence de sédiments contaminés en aval des points de rejet industriels, surtout du côté canadien.

### 8.3 Lac St. Clair

Le lac St. Clair est un lac peu profond, en forme de coeur, d'une superficie de 1 115 kilomètres carrés (432 milles carrés), situé entre les rivières St. Clair et Détroit. La profondeur naturelle maximum est seulement

de 6,5 mètres (21,3 pieds), mais une voie maritime commerciale d'une profondeur de 8,5 mètres (28 pieds) a été creusée le long du lac. Celui-ci a un bassin hydrographique de 12 616 kilomètres carrés (4 890 milles carrés) à utilisation principalement agricole. Les eaux en provenance des affluents du lac ne représentent que 2 p. cent du débit de celui-ci, le reste venant de la rivière St. Clair.

Le lac St. Clair et le delta du même nom contiennent quelques-uns des plus grands milieux humides côtiers des Grands Lacs. Les évaluations concernant l'étendue de ces milieux humides varient. La topographie d'une grande partie des alentours du lac est presque plate, notamment dans le delta; les fluctuations du niveau des eaux modifient donc grandement l'étendue et la position de ces milieux humides. Le lac présente des variations d'étendue des milieux humides particulièrement élevées entre les années aux niveaux élevés et celles aux niveaux bas. Ces changements sont importants pour la diversité de l'habitat.

Du côté canadien du delta St. Clair, on a relevé au moins 12 769 hectares (31 923 acres) de milieux humides côtiers, dont un tiers a été endigué pour permettre la gestion intensive des oiseaux aquatiques. Du côté américain, on compte environ 3 500 hectares (8 750 acres) de milieux humides. À l'extérieur du delta, on trouve très peu de milieux humides le long des côtes méridionales et occidentales fortement développées. Au total, la surface totale de milieux humides a chuté de 41 p. cent entre 1968 et 1973.

Bien que la plus grande partie du littoral américain soit maintenant aménagée avec des développements urbains, de ports de plaisance et de chalets, la perte de milieux humides due à l'empiètement urbain et récréatif constitue toujours un problème. Le long du littoral ontarien, la plupart des pertes résultent de la conversion à grande échelle de milieux humides pour l'agriculture. Très récemment, les pertes ont été causées par le

drainage agricole et, dans une certaine mesure, par le développement de ports de plaisance et de chalets. L'aménagement du littoral, le dragage et le placement de déblais de dragage ont également eu des répercussions néfastes sur l'habitat.

Du côté occidental du lac, la rivière Clinton a été déclarée secteur de préoccupation en raison de la contamination des sédiments, des restrictions à la consommation de poissons, de la fréquence des tumeurs chez le poisson, de la dégradation du benthos, des niveaux élevés de phosphore, du nombre élevé de bactéries et de la perte d'habitats. La plupart de ces problèmes sont localisés. Les sources de pollution comprennent les sources ponctuelles industrielles et municipales, les sources non ponctuelles rurales et urbaines, les effluents d'égouts combinés et les sédiments contaminés.

## 8.4 Rivière Détroit

La rivière Détroit relie le lac St. Clair au lac Érié. Près de 95 p. cent du débit total de la rivière vient du lac St. Clair, alors que le reste est fourni par ses affluents. Le secteur canadien du bassin hydrographique est essentiellement agricole (90 p. cent), les 10 p. cent restants étant constitués des terrains urbains, résidentiels et industriels situés autour de Windsor dans les tronçons nord de la rivière. Le secteur américain du bassin est seulement à 30 p. cent agricole, tandis que le reste est utilisé à des fins résidentielles (30 p. cent), urbaines (30 p. cent) et industrielles (10 p. cent). Plus de 5 millions de personnes vivent dans le bassin hydrographique de la rivière Détroit.

À l'heure actuelle, 87 p. 100 des côtes américaines et 20 p. cent des côtes canadiennes ont été modifiées au moyen de revêtements et d'autres structures de consolidation du littoral. On a ainsi perdu de nombreux milieux humides côtiers historiques en raison du dragage, du cloisonnement ou du remblayage. Les milieux humides restants se

trouvent principalement sur des îles de la rivière. Pendant ces dernières années, la perte de milieux humides côtiers a diminué, mais on exprime des préoccupations à l'égard des pertes supplémentaires attribuables à la conversion agricole, la modification du littoral, l'aménagement de ports de plaisance et l'empiètement urbain. En outre, le canal maritime est dragué une fois l'an pour les besoins de la navigation, ce qui change considérablement la morphologie de la rivière.

Le trafic intense dans le port (le plus actif des Grands Lacs), les vastes zones urbaines et les nombreuses industries contribuent à la pollution de la rivière et de ses milieux humides. La rivière Détroit et la rivière Rouge ont été déclarées secteurs de préoccupation. Les sédiments de nombreuses lisières de terrain de la rivière sont contaminés par des métaux lourds, des huiles et des BPC, notamment le long des côtes américaines.

## 8.5 Rivière Niagara

La rivière Niagara achemine la décharge du lac Érié au lac Ontario. L'élévation de la rivière baisse de près de 100 mètres (328 pieds) en chemin, principalement aux chutes Niagara. Le littoral naturel de la rivière consiste en des berges basses dans le secteur en amont des chutes Niagara et d'une gorge profonde creusée dans des dépôts sédimentaires en aval.

Plusieurs affluents américains et canadiens se jettent dans la rivière mais ils ne représentent qu'une petite partie de son débit. Du côté canadien, l'utilisation des sols du bassin hydrographique est dominée par l'agriculture (32 p. cent), les terres agricoles abandonnées (23 p. cent), les terres urbanisées (23 p. cent) et les forêts (16 p. cent). Du côté américain, les terres agricoles et les forêts se trouvent dans les secteurs supérieurs du bassin, tandis que les secteurs inférieurs sont essentiellement urbains. Les vastes centres urbains du littoral sont Fort Erie et Niagara

Falls en Ontario et Buffalo et Niagara Falls dans l'État de New York.

Le débit rapide de la rivière a empêché le développement de milieux humides dans de nombreux tronçons de la rivière. Bien qu'aucune étude sérieuse n'ait été réalisée concernant la perte de milieux humides dans la rivière du Niagara, on a pu constater que nombre d'entre eux ont disparu ou ont diminué en superficie. La perte de milieux humides et les stress auxquels ceux-ci sont soumis en raison de la modification du littoral et de l'empiètement urbain continuent de poser un problème.

La rivière Niagara a été déclarée secteur de préoccupation en raison de l'excès de produits chimiques toxiques dans l'eau, de la contamination des sédiments, des restrictions à la consommation de poissons, de la fréquence des tumeurs chez le poisson, de la dégradation du benthos et des niveaux élevés de phosphore. Les sources de pollution comprennent les points de rejet industriels, les stations d'épuration d'eaux usées et d'autres sources ponctuelles, de même que des sources non ponctuelles. Les milieux humides situés près de ces sources sont vulnérables à l'eutrophisation et à la contamination par les produits chimiques toxiques.

## 8.6 Fleuve Saint-Laurent

Le fleuve Saint-Laurent constitue la décharge du système des Grands Lacs, drainant le lac Ontario et s'étendant sur 870 kilomètres (540 milles) jusqu'au golfe du Saint-Laurent. Ce rapport rend compte de la partie du fleuve longue de 186 kilomètres (116 milles) qui va de l'île Wolfe, située dans la décharge du lac Ontario, jusqu'à la frontière du Québec et qui comprend la section internationale du fleuve ainsi que la côte ontarienne du lac Saint-François.

Le niveau des eaux et les débits sont régulés dans cette partie du fleuve Saint-Laurent

depuis la construction de la voie maritime du Saint-Laurent en 1959. Avant cette époque, le fleuve ressemblait au large estuaire fluvial dans le secteur des Mille-Îles. Les sections intermédiaires et inférieures jusqu'à Cornwall faisaient partie du système fluvial avec un grand nombre d'îles et de hauts-fonds, ainsi que de nombreux rapides dans les tronçons inférieurs de la section internationale. La création du lac Saint-Louis et le dragage effectué pour les besoins de la navigation et de la production d'énergie ont profondément transformé le caractère du fleuve et modifié ces habitats.

Le secteur du fleuve Saint-Laurent en aval de Cornwall (Ontario) et de Massena (New York) a été déclaré secteur de préoccupation en raison des niveaux élevés de substances toxiques présentes dans l'eau, des sédiments contaminés, des mises en garde relatives à la consommation de poissons, des tumeurs chez le poisson près de Cornwall, de la dégradation du benthos, du taux élevé de bactéries coliformes fécales et de l'eutrophisation attribuable à la concentration élevée de phosphore en aval de Cornwall. On a observé une bioaccumulation très élevée des BPC chez les carouges à épaulettes et les hirondelles bicolores des milieux humides dans la réserve Akwesasne en aval de Cornwall et de Massena.

## 8.7 Sources de stress communes aux voies interlacustres

Il existe de nombreux exemples de sources humaines de stress ayant des répercussions sur les écosystèmes des voies interlacustres : l'érosion due au passage des navires, les activités de dragage et de canalisation, la modification du littoral, les centrales hydro-électriques, l'excès d'éléments nutritifs, la contamination de l'eau et des sédiments par des produits chimiques toxiques, l'empiètement agricole et urbain et les espèces envahissantes non indigènes.





Bien que l'on n'ait pas étudié en détail les répercussions, sur l'habitat et le biote des eaux du littoral des Grands Lacs, du passage de grands navires commerciaux, les zones où les problèmes se font le plus sentir sont celles où les navires empruntent une voie draguée occupant une grande partie de l'aire transversale de la voie interlacustre. Dans ces zones, les plus grands navires remplissent presque toute la voie et perturbent considérablement les conditions normales de niveau d'eau et de débit. Il semble que le mouvement de l'eau déracine ou fragmente les plantes aquatiques submergées et qu'il érode les sédiments sur lesquels ces plantes sont fixées. Une étude des rivières St. Clair et Détroit a révélé que la densité et la diversité des plantes aquatiques submergées étaient plus faibles dans les voies utilisées par les grands navires de commerce que dans les celles adjacentes qui n'étaient pas utilisées par de tels navires. Ces effets se font davantage sentir lorsque le fleuve est couvert d'un manteau de glace, par une augmentation considérable du nombre de plantes vivantes, de plantes en putréfaction et d'invertébrés benthiques emportés des secteurs côtiers peu profonds du lit de la rivière vers la voie principale où ils dérivent rapidement en aval. En hiver, alors que la production naturelle de plantes et d'animaux aquatiques est faible, le transport accéléré de ces éléments représente une perte considérable de matériau et d'énergie qui auraient autrement été recyclés pendant l'été pour aider à la subsistance de plantes et d'animaux dans ces secteurs de

l'écosystème. Les navires de commerce et de plaisance provoquent également une action excessive des vagues menant à une érosion et une turbidité accrues dans les milieux humides côtiers et dans d'autres habitats du littoral.

En hiver, les navires qui passent détruisent également les ponts de glace qu'empruntent les mammifères, particulièrement les loups et les orignaux, pour traverser la rivière St. Marys. Ils ferment également les ouvertures naturelles du champ de glace où les pygargues à tête blanche capturent le poisson en hiver. Par contre, il semble que les effets du passage hivernal des navires sur l'incubation et la survie des oeufs de harengs frayés dans la rivière St. Marys juste avant que le manteau de glace ne se forme au début de l'hiver soient moins importants que l'on ne pensait à l'origine.

Le lac St. Clair, certaines parties des voies interlacustres et d'autres secteurs abrités des eaux du littoral des Grands Lacs constituent d'importantes aires de repos et de nutrition pour les oiseaux aquatiques migrateurs. Néanmoins, la présence de plaisanciers peut lever et perturber les volées d'oiseaux en train de se reposer et de se nourrir, les faisant ainsi dépenser inutilement l'énergie dont ils ont besoin pour leur migration, leur survie et leur reproduction. Cette présence peut également les forcer à chercher un habitat moins propice au repos ou à la recherche de nourriture ou à modifier le rythme de leur migration. Afin de réduire cette source de stress, on a limité la navigation de plaisance, selon la saison, dans de vastes secteurs du lac St. Clair ayant été déclarés refuges d'oiseaux aquatiques migrateurs.

Non seulement l'empiètement urbain, récréatif et agricole provoque-t-il la perte d'habitats et de milieux humides, mais il constitue également une source de stress pour les habitats restants. Dans de nombreux cas, on résout les problèmes d'érosion en procédant à des travaux de consolidation du littoral (comme le cloisonnement et l'endiguement). Lorsque

ces ouvrages sont à proximité de milieux humides, ils restreignent les échanges avec les habitats des hautes terres et limitent le déplacement des milieux humides vers les terres en période de crue. Cet « effet d'écran » réduit la taille et la diversité des communautés des milieux humides. Des digues ont été érigées autour de près de la moitié des milieux humides du lac St. Clair et du delta du même nom. En outre, les développements urbains et récréatifs fragmentent les habitats restants.

Dans certains sites bien circonscrits, les habitats sont soumis aux sources de stress engendrées par le développement de chalets. Ces sources de stress résultent des travaux de dragage et de canalisation liés aux ports de plaisance et aux rampes de mise à l'eau des bateaux, ainsi que des ouvrages de consolidation du littoral.

Les niveaux des eaux et les débits dans les Grands Lacs et leurs voies interlacustres ont une importance considérable pour la production d'énergie hydro-électrique, la navigation de commerce et de plaisance et pour les propriétaires des commerces et des résidences situés dans des zones côtières basses. Le soutirage d'eau et la régulation du niveau des eaux constituent des stress supplémentaires pour les habitats et les milieux humides côtiers. Les niveaux d'eaux des lacs Supérieur et Ontario et les débits sortants de ces lacs sont régulés par des barrages dans la rivière St. Marys et dans le fleuve Saint-Laurent respectivement. Des propositions récentes qui ont été rejetées, visaient d'une part à accroître la régulation des niveaux et des débits du système dans l'intérêt de la navigation et de l'industrie hydro-électrique et d'autre part à réduire les inondations et l'érosion des côtes dans les zones commerciales et résidentielles pendant les années de haute crue. En prenant la décision de ne pas réguler davantage le système, on a tenu compte expressément de l'importance écologique de maintenir les fluctuations naturelles des niveaux et des débits.

L'effet écologique direct le plus néfaste de la régulation des niveaux et des débits se fait sentir dans les milieux humides côtiers. Ceux-ci s'adaptent aux inondations et au drainage temporaires provoqués par les oscillations importantes des eaux dues aux conditions atmosphériques (les seiches), ainsi qu'aux changements saisonniers et à long terme (sur une période de plusieurs années ou plusieurs décennies) du niveau du lac, ce qui limite l'invasion par la végétation arborescente et rajeunit la végétation des milieux humides.

L'effet des changements d'habitats causés par les barrages sur la communauté de poissons est difficile à évaluer étant donné le manque de données recueillies avant et après la retenue des eaux. Il est toutefois clair que le grand brochet, la perche-soleil, l'achigan et la barbotte continuent de se reproduire avec succès et de se développer dans le fleuve Saint-Laurent en amont des barrages, alors qu'il est possible que le maskinongé ait diminué.

L'esturgeon jaune s'est raréfié, probablement en raison de la perte d'habitat de frayage et/ou du blocage des voies migratoires. On sous-estime souvent l'importance du nombre d'esturgeons jaunes qui vivaient par le passé dans les eaux du bassin des Grands Lacs situées dans l'État de New York, car le déclin de leur exploitation et de leur population s'est produit avant 1950. À cette époque déjà, il restait peu d'esturgeons jaunes dans la région des Mille-Îles du fleuve Saint-Laurent; la seule population autosuffisante se trouvant en aval du barrage Moses-Sanders. Il n'existe aucune passe migratoire au niveau du barrage Iroquois, qui demeure ouvert la plus grande partie de l'année; l'ouvrage du barrage Moses-Sanders n'est pas conçu pour laisser passer l'esturgeon jaune. Il est possible que les barrages plus anciens construits sur tous les principaux affluents de la section internationale du fleuve Saint-Laurent aient contribué au déclin prématuré de ce poisson dans la région. On tente actuellement de rétablir l'esturgeon jaune dans les affluents américains du fleuve

Saint-Laurent et d'évaluer les possibilités d'y restaurer la population en amont et en aval du barrage Moses-Sanders.

Les dorés vivaient en abondance dans le fleuve Saint-Laurent jusqu'à l'aménagement de la voie maritime et des centrales hydro-électriques sur le Saint-Laurent en 1958, date à partir de laquelle leur nombre a considérablement diminué, probablement en raison de l'inondation des rapides et des zones rocheuses d'eau vive qui constituaient leur habitat de frayage de prédilection. Leur population montre maintenant des signes de rétablissement et leur nombre a augmenté irrégulièrement entre 1983 et 1993.

La construction (accompagnée de travaux de dragage et de remblayage) et l'exploitation de barrages ont transformé les écosystèmes locaux et continuent de constituer pour ceux-ci une source de stress. Par exemple, dans le lac Saint-François et le fleuve Saint-Laurent, des modifications du régime hydrologique ont provoqué une hausse de 36 centimètres (14 pouces) du niveau d'eau moyen et les fluctuations annuelles de niveau d'eaux ne se produisent plus.

Des centrales hydro-électriques ont été construites sur certaines voies interlacustres (dans les eaux américaines et canadiennes de la rivière St. Marys, dans la rivière Niagara et au barrage Moses-Sanders du fleuve Saint-Laurent). Les effets de ces centrales sur la communauté de poissons n'ont pas été complètement évalués; néanmoins, certaines pertes de poissons sont inévitables, car ceux-ci entrent en collision avec les ailettes de turbine et les autres surfaces internes (comme cela été expliqué dans la section 6.1). La superficie des rapides de la rivière St. Marys a été considérablement réduite en raison du détournement de la plus grande partie du débit pour les besoins de la production d'énergie. Dans le passé, les rapides soutenaient une pêche productive du grand corégone; les rapides actuels soutiennent maintenant une pêche récréative lucrative de la truite et du

saumon stockés. Plus de la moitié du débit de la rivière Niagara est détournée pour la production d'énergie, ce qui provoque l'assèchement de certaines zones marécageuses.

En dépit des contraintes auxquelles sont soumises les voies interlacustres, un vaste éventail d'espèces de plantes, de poissons et d'autres animaux dépendent de leur habitat côtier et de leurs milieux humides. Ces derniers contiennent des espèces de plantes importantes et rares. Par exemple, ceux de la rivière Détroit sont le seul endroit au Canada où l'on peut trouver le *carex suberecta*, une espèce rare. De nombreuses espèces de poissons utilisent de façon permanente ou temporaire ces habitats pour frayer, élever leur progéniture, s'abriter ou se nourrir. Le lac St. Clair est l'un des deux sites des Grands Lacs avec des populations importantes de maskinongés. La seule zone de frayage étendue utilisée par les maskinongés qui demeurent dans le lac St. Clair se trouve dans la baie Anchor au Michigan; leurs seules zones d'élevage connues dans tout le système formé par la rivière St. Clair, le lac St. Clair et la rivière Détroit sont les marais peu profonds du delta. La rivière St. Marys, en aval du barrage de Sault Sainte-Marie, et la rivière Niagara fournissent un habitat de frayage aux saumons du Pacifique et à la truite arc-en-ciel, qui frayent également dans de nombreux affluents des Grands Lacs. Plusieurs espèces de reptiles et d'amphibiens dépendent également de ces habitats. Les milieux humides de la rivière Niagara sont les seuls sites en Ontario où l'on ait signalé des salamandres sombres du nord.

Il a été déterminé que de nombreux milieux humides des voies interlacustres sont des zones importantes pour la production d'oiseaux aquatiques. C'est le cas en particulier du delta St. Clair, qui a été identifié comme une des aires les plus importantes des Grands Lacs pour la production, le repos et la migration des oiseaux aquatiques. Environ 16 p. cent du total des milieux humides des

Grands Lacs nécessaires aux oiseaux aquatiques se trouvent dans le delta St. Clair. Les milieux humides représentent d'importantes aires de repos migratoire et sont utilisés comme habitat ou comme aires de reproduction par d'autres oiseaux (non aquatiques). Les marais de l'île Walpole soutiennent également le plus grand nombre de paires nidifiantes de sternes de Forster des Grands Lacs et fournissent l'habitat de nidification de la guifette noire. Même les zones qui ne constituent pas des sites de reproduction ou des voies de migration d'importance peuvent être utiles aux oiseaux aquatiques si les milieux humides environnants, où il y a moins de courant, de navigation ou de pollution thermique, sont gelés. Parmi ces zones, on trouve par exemple les milieux humides des rivières Niagara, Détroit et St. Clair.

## 9. Défis pour la gestion

Le défi fondamental pour les gestionnaires et les décideurs consiste à comprendre le littoral en tant qu'écosystème et à obtenir une quantité suffisante de renseignements pertinents pour prendre des décisions éclairées. L'obtention et la communication de ces renseignements représentent un formidable défi pour les chercheurs et pour les responsables du suivi de l'état de l'écosystème.

Le cadre à trois niveaux de la santé, des facteurs de stress et des sources de stress de la CÉÉGL (voir la Figure 3) peut servir à la fois pour organiser la réflexion sur le système et pour concevoir des indicateurs en vue de définir les états désirés et mesurer le progrès à chaque niveau.

Bien que l'écosystème soit complexe, il est urgent qu'on s'entende sur son état actuel, sur les états désirés et sur les étapes clés à franchir pour arriver aux résultats voulus. Si les intéressés ne s'entendent pas sur ces

points, il sera difficile d'arriver à une prise de décision ou à une mesure des progrès qui soient rationnelles.

Les travaux d'élaboration de plans d'assainissement (PA) communautaires pour les secteurs de préoccupation, de plans d'aménagement panlacustre (PAP), de plans de gestion des pêches et de divers plans de récupération des espèces constituent l'occasion idéale de mobiliser les groupes d'intérêts nécessaires et de concevoir des plans pratiques, mais ces mécanismes de planification n'ont pas encore réalisé leur plein potentiel.

Au cours des deux prochaines années, il faudra relever des défis précis dans le contexte des questions prioritaires suivantes : gestion de l'information, intégration des programmes, intégration des efforts de gestion, utilisation efficiente des terres, identification des zones à préserver et à protéger en priorité et obtention d'un consensus sur les indicateurs.

### *Gestion de l'information*

Le défi consiste à recueillir l'information disponible sur l'état de l'écosystème du littoral sous une forme et dans le cadre d'un système accessible basé sur le SIG (Système d'information géographique). Cela est particulièrement important pour les ressources vivantes, comme les communautés végétales et les autres communautés biologiques; les divers types de terres humides côtières, à l'égard desquelles il faut notamment obtenir des renseignements sur la qualité des terres et sur les secteurs menacés de subir des pertes; et les pêches, pour lesquelles il faut de l'information sur les stocks de poissons et les habitats critiques.

### *Intégration des programmes*

Le défi consiste à intégrer les concepts de biodiversité et d'habitat dans les programmes existants, qui sont traditionnellement consacrés à la lutte contre la pollution ou à la

gestion des ressources naturelles en vue de leur exploitation.

#### *Gestion intégrative*

Ce défi consiste à intégrer les PAP, les PA, les plans de gestion des pêches et les autres activités de planification, de manière à produire des mécanismes de gestion dont les décideurs pourront se servir pour décider des mesures à prendre et évaluer les résultats pour tout l'écosystème du bassin des Grands Lacs.

On n'a pas encore atteint le consensus sur les indicateurs de la santé de l'écosystème des Grands Lacs notamment parce que les nombreuses compétences administratives du bassin des Grands Lacs se sont dotées d'ensembles d'objectifs conflictuels et de programmes incompatibles, et qu'elles ne s'entendent pas sur les objectifs à long terme pour les Grands Lacs. Par exemple, faut-il maintenir des chaînes alimentaires autosuffisantes ou optimiser les activités d'ensemencement et d'exploitation de la pêche sportive? Quelles sont les caractéristiques de l'écosystème dont il est le plus utile d'assurer le suivi? En outre, les autorités compétentes ont des mandats et des échéanciers incompatibles et la taille de leur territoire les oppose. Les défis qui en résultent pour la gestion consistent à trouver des moyens d'améliorer la communication et la coopération au sein de chaque instance, et entre les diverses instances ainsi qu'à intégrer leurs efforts de gestion. Le défi de concilier des objectifs multiples et parfois contradictoires s'inscrit dans le cadre de l'objectif général d'intégration de la gestion.

#### *Utilisation efficace des terres*

Le défi consiste à trouver des moyens de favoriser des utilisations des terres qui soient efficaces, tout en protégeant les habitats de grande valeur.

Comme on en a discuté à la CÉÉGL de 1996, le changement d'utilisation des terres est l'une des plus importantes causes de perturbation et de perte des écosystèmes. On s'attend à ce

que l'expansion démographique du bassin des Grands Lacs continue. Dans ce contexte, le défi consiste à trouver des moyens d'accommoder cette croissance tout en utilisant les terres de façon à maintenir leur santé tant économique qu'écologique. On aura fait un grand pas en ce sens si l'on trouve des exemples de succès et si l'on partage l'information pertinente.

#### *Zones prioritaires*

Le défi consiste à identifier les zones qui présentent une importance particulière pour la santé et l'intégrité de l'écosystème des Grands Lacs et de leur donner la priorité.

En se fondant sur les renseignements disponibles à l'époque, les auteurs du document sur les terres avoisinant les Grands Lacs, publié par la CÉÉGL en 1996, sont parvenus à identifier les zones terrestres prioritaires d'une importance écologique exceptionnelle. C'est ainsi qu'on a défini vingt Aires d'investissement dans la biodiversité (voir la Figure 17) offrant des occasions privilégiées de créer de grandes zones qui, protégées, pourraient préserver l'intégrité de l'écosystème des Grands Lacs et contribuer à protéger sa santé. Dans ce contexte, le défi consiste à se fonder sur ces travaux pour déterminer de façon plus précise les zones terrestres clés, ainsi que les zones d'importance cruciale des terres humides côtières et du littoral aquatique. On recueillera l'information propre à faciliter l'identification de ces zones et on l'ajoutera à la documentation pour la CÉÉGL de 1998.

Comme on a constaté que les programmes existants de protection et de restauration sont insuffisants pour résister aux sources de stress auxquelles les habitats et les processus physiques ne cessent d'être soumis, une stratégie de conservation des zones côtières des Grands Lacs s'impose d'urgence. Cette stratégie doit être conçue de manière à mobiliser tous les échelons gouvernementaux et les autres intervenants, refléter les engagements favorables à la conservation de

la biodiversité et au développement durable et obtenir l'appui général de la population du bassin des Grands Lacs. Elle doit privilégier la protection de vastes zones clés d'habitats littoraux dans les 20 aires d'investissement dans la biodiversité. Ces aires sont des groupes de zones littorales ayant une valeur exceptionnelle au chapitre de la biodiversité et offrant des occasions clés de créer de vastes zones protégées qui préserveront l'intégrité écologique des Grands Lacs et contribueront en définitive à protéger leur santé même.

#### *Indicateurs*

Le défi consiste à élaborer des indicateurs faciles à comprendre qui nous aideront à saisir l'état du système et à parvenir à une entente générale sur ce qu'il faut faire pour mesurer les progrès.

À l'heure actuelle, il n'existe aucun système ou ensemble d'indicateurs de l'état de l'écosystème des Grands Lacs qui fasse le consensus général, dont on assure le suivi et sur lequel on se fonde pour mesurer les progrès en vue de la réalisation des objectifs de l'Accord relatif à la qualité de l'eau dans les Grands Lacs. La réalisation d'un tel consensus est un grand défi à relever pour la gestion de l'écosystème du bassin des Grands Lacs.

Les indicateurs faisant le consensus général résident en ce qu'ils contribuent à définir le type et la quantité des données devant être recueillies. Les États-Unis et le Canada ont consacré des milliards de dollars et un nombre incalculable d'heures de travail à tenter de renverser les effets de la pollution causée par les produits chimiques toxiques, la surpêche et la destruction des habitats. Pour justifier les deniers publics engloutis dans les dossiers environnementaux des Grands Lacs, les organismes de gestion de l'environnement doivent être en mesure de démontrer les réalisations des programmes antérieurs et de faire en sorte que le succès des programmes permanents et futurs soit proportionnel aux ressources qu'on y consacre. La CÉÉGL de

1998 sera donc axée sur l'élaboration d'indicateurs de l'état des Grands Lacs qui contribueront à déterminer l'état de santé de l'écosystème et à jeter les bases des comptes rendus futurs.



**Figure 17.** Aires d'investissement dans la biodiversité du littoral  
Source : Reid, R. et K. Holland. 1997. *The Land by the Lakes: Nearshore Terrestrial Ecosystems*. (Document de travail de la CÉÉGL de 1996)





# 10. Glossaire

**adsorber** - Adhérer aux particules solides.

**alevin** - Poisson récemment éclos.

**alvars** - Zones naturellement dégagées de sol mince sur un soubassement calcaire ou marbrier et recouvertes d'une végétation distinctive, y compris d'un nombre considérable de plantes rares.

**anadrome** - Se dit d'une espèce de poisson passant la plus grande partie sa vie dans les eaux libres avant de migrer vers des tributaires pour y frayer, comme c'est le cas du saumon de l'Atlantique.

**bassin hydrographique** - Région qui achemine l'eau de ruissellement, les sédiments et les substances dissoutes vers un lac ou une rivière importants et ses tributaires.

**benthique** - Qui se produit au fond des eaux.

**bioaccumulation** - L'accumulation et la concentration de certains produits chimiques rémanents de l'eau ou du sédiment aux organismes d'une chaîne alimentaire.

**bioamplification** - Augmentation cumulative de la concentration d'une substance rémanente dans des niveaux trophiques progressivement plus élevés de la chaîne alimentaire (p. ex. de l'algue au zooplancton au poisson à l'oiseau).

**biodéposé** - Déposé en tant que résidus d'un organisme mort.

**BPC (biphényles polychlorés)** - Classe de composés organiques toxiques utilisés dans plusieurs procédés industriels. Les BPC contiennent un ou plusieurs atomes de chlore, résistent aux températures élevées et ne se décomposent pas dans l'environnement. Ils sont aussi largement distribués dans l'environnement et les chaînes alimentaires.

**chaîne alimentaire** - Cheminement spécifique d'éléments nutritifs et d'énergie dans un écosystème, passant du producteur au consommateur.

**changement du climat mondial** - Changement des régimes de température et de précipitation à l'échelle mondiale dû à l'activité humaine.

**charge corporelle** - La concentration de contaminants dans le corps.

**coffrage** - L'installation d'un mur bas construit de pierres, de béton ou de piliers en vue de protéger le rivage contre l'érosion due aux vagues; la structure ne s'étend pas jusque dans le lac.

**complexe de terres humides** - Groupe de terres humides étant biologiquement reliés par leur proximité, et produisant une mosaïque d'habitats pour espèces de terres humides.

**consommateurs primaires** - Le niveau de la chaîne alimentaire où les éléments nutritifs photosynthésés par les plantes sont consommés pour la première fois.

**courant littoral** - Courant parallèle à la côte ou au rivage.

**cryptosporidiose** - Maladie due à l'infection du protozoaire *Cryptosporidium*, provoquant la diarrhée, les crampes abdominales, la nausée, et la fièvre.

**cuirassement (durcissement du littoral)** - L'établissement de structures artificielles le long du rivage pour empêcher l'érosion et pour protéger les propriétés contre les ravages de l'eau.

**DDT (dichlorodiphényltrichloroéthane)** - Hydrocarbure chloré insecticide très toxique. L'utilisation de DDT est maintenant interdite, mais il en reste des vestiges dans les milieux aquatiques car on l'a employé pendant longtemps et ce produit persiste dans l'environnement.

**décharge** - L'ensemble de l'eau déversée par les cours d'eau dans les lacs.

**décharge confinée** - Installation offrant une aire de décharge confinée pour recevoir les sédiments de dragage contaminés.

**dérèglement hormonal** - Certains produits chimiques peuvent mimer les processus hormonaux ou leur nuire; leurs effets peuvent produire des altérations de comportement ou du système immunitaire, déséquilibrer les hormones, causer l'infertilité ou même se traduire par des tumeurs aux tissus reproductifs.

**dieldrine** - Insecticide persistant très toxique.

**diversité biologique** - L'ensemble des formes de vie et des processus écologiques qui les font vivre. La diversité biologique est un complexe de quatre niveaux interdépendants : la génétique, les espèces, la communauté et le milieu. On l'abrège souvent par « biodiversité ».

**dunes et baissières** - Dunes (ou crêtes) alignées parallèlement à un lac, sur l'ancien lit de celui-ci. Les dunes sont sèches et sablonneuses; les baissières sont humides.

**durabilité** - Gestion à long terme des écosystèmes en vue de répondre aux besoins des populations humaines actuelles sans interrompre, affaiblir ou diminuer la base des ressources des générations à venir.

**écorégion** - Grande région définie par le climat, les caractéristiques physiques ainsi que les plantes et les animaux capables d'y vivre.

**écosystème** - Communauté biotique et son milieu abiotique, considérés en tant qu'unité. Un écosystème est caractérisé par un cheminement d'énergie menant à une structure trophique et à des cycles matériels.

**espèce** - Groupe d'individus qui peuvent se reproduire ensemble mais non avec des membres d'autres groupes. La flore et la faune est répartie par espèces selon des caractéristiques semblables.

**espèce déracinée** - Une plante ou un animal qui a disparu d'une région.

**espèce exotique** - Espèce végétale ou animale non indigène.

**eutrophisation** - Processus de surfertilisation qui cause une élévation de la productivité et de la biomasse dans un écosystème aquatique. L'eutrophisation peut être un processus naturel, ou un processus anthropique accéléré par l'accroissement de la charge d'éléments nutritifs introduits dans un lac par les activités humaines.

**évapotranspiration** - Évaporation d'eau par le sol, et transpiration d'eau par les végétaux.

**habitat** - Lieu où évolue un organisme, y compris ses composantes biotiques et abiotiques. L'habitat comprend tout ce dont a besoin l'organisme pour vivre.

**HAP (hydrocarbures aromatiques polycycliques)** - Classe de composés organiques produits par une combustion incomplète et possédant des propriétés cancérigènes.

**indicateur** - Aspect mesurable qui, à lui seul ou en combinaison avec d'autres facteurs, fournit des indices réels et scientifiquement utiles de la qualité de l'environnement ou d'un écosystème, ou encore des tendances relativement à leur qualité.

**indigène** - Originaire d'une région.

**macrophytes** - Plantes suffisamment grosses pour être vues sans microscope.

**malignités** - Tumeurs cancéreuses.

**marais** - Terre humide surtout recouverte d'une végétation non ligneuse qui pousse dans le sol ou dans l'eau.

**marécage** - Terre humide où l'on retrouve surtout des arbres ou des arbustes.

**néoplasmes** - Croissances tumorales.

**Parties** - Les gouvernements du Canada et des États-Unis.

**parties intéressées** - Toutes les personnes ayant un intérêt dans une question particulière.

**piscivore** - Qui mange du poisson.

**Plan d'assainissement (PA)** - Plan comportant une approche systématique écosystémique globale pour restaurer et protéger les utilisations bénéfiques dans les secteurs préoccupants.

**poisson fourrage** - Poisson s'alimentant principalement de plancton et consommé par d'autres poissons plus haut dans la chaîne alimentaire.

**pollution de source non ponctuelle** - Pollution provenant de rejets issus de sources multiples et éparses, donc difficile à déterminer et à prévenir, comme le ruissellement de surface et les dépôts atmosphériques.

**pollution de source ponctuelle** - Source de pollution facilement repérable, comme un exutoire d'usine.

**rapace** - Oiseau de proie.

**revêtements** - Ouvrages de pierre, de béton ou d'autres matériaux, en fascine, conçus pour protéger les rives d'un lac ou d'une rivière contre les effets de l'érosion; ils sont généralement inclinés, contrairement aux coffrages qui s'élèvent verticalement.

**ruissellement de surface** - Eau coulant dans les cours d'eau ou à la surface du sol pendant un orage ou la fonte des neiges.

**secteur de préoccupation** - Zone du bassin des Grands Lacs identifiée par la Commission mixte internationale et dans laquelle 1 ou plusieurs des 14 utilisations bénéfiques sont dégradées ou dans laquelle soit les objectifs de l'AQEG, soit les normes environnementales locales ne sont pas respectées.

**terre humide** - Zone où l'eau demeure à la surface du sol, près de la surface ou par-dessus celle-ci assez longtemps pour y supporter une végétation aquatique ou hydrophyte et dont les sols sont indicatifs de conditions humides.

**tourbière basse** - Terre humide formée là où une eau souterraine alcaline filtre à la surface.

**tourbière haute** - Terre humide où il n'y a pas d'apport ni d'écoulement significatif, et où l'eau provient principalement de l'atmosphère.

**toxine** - Agent chimique, physique ou biologique qui cause une maladie ou l'altération de la structure et du fonctionnement normaux d'un organisme. Les effets peuvent être immédiats ou à retardement, et faibles ou graves.

**utilisations bénéfiques** - Les 14 utilisations que, lorsqu'elles sont altérées dans un secteur de préoccupation, les parties à l'AQEG s'engagent à restaurer par le processus des plans d'assainissement.

# 11. Figures et tableaux

|            |  |    |
|------------|--|----|
| Figure 1.  | Emplacement de l'écosystème du bassin des Grands Lacs .....  | 1  |
| Figure 2.  | Le bassin des Grands Lacs .....  | 2  |
| Figure 3.  | Modèle conceptuel des liens entre la santé de l'écosystème, les facteurs de stress et les sources de stress .....  | 4  |
| Figure 4.  | Eaux littorales des Grands Lacs .....  | 17 |
| Figure 5.  | Le phosphore et la chlorophylle forment un gradient dans le lac Ontario.....   | 19 |
| Figure 6.  | Concentrations de contaminants dans les queues à tache noire .....   | 21 |
| Figure 7.  | Sites évalués relativement à la présence de tumeurs chez la barbotte .....   | 22 |
| Figure 8.  | Densité du phytoplancton dans le lac Érié, un signe de l'impact des moules zébrées .....   | 25 |
| Figure 9.  | Types de terres humides côtières des Grands Lacs .....   | 29 |
| Figure 10. | Migration de la végétation dans les terres humides côtières .....  | 30 |
| Figure 11. | Écorégions du littoral des Grands Lacs .....   | 35 |
| Figure 12. | Perte potentielle d'habitats littoraux dans le lac St.Clair (par suite d'une baisse des niveaux d'eau du lac) résultant d'un changement climatique causé par une augmentation de 100 p. 100 des rejets de dioxyde de carbone ..... | 44 |
| Figure 13. | Concentrations totales de phosphore dans les Grands Lacs.....  | 45 |
| Figure 14. | Trajectoires du toxaphène d'une durée de cinq jours mesurées à Egbert, en Ontario. ....  | 47 |
| Figure 15. | Secteurs de préoccupation dans le bassin des Grands Lacs. ....   | 51 |
| Figure 16. | Secteurs de préoccupation des Grands Lacs : État des problèmes nuisant à une saine utilisation (daté du mois de décembre 1996, sauf indication contraire) .....  | 52 |
| Figure 17. | Aires d'investissement dans la biodiversité du littoral .....  | 77 |
|            |  |    |
| Tableau 1. | État global des données .....  | 14 |
| Tableau 2. | Prévalence de tumeurs dans les populations de barbotte dans les eaux du bassin des Grands Lacs .....   | 23 |
| Tableau 3. | L'état des populations d'oiseaux du littoral .....   | 26 |
| Tableau 4. | Indicateurs d'évaluation de l'écosystème aquatique du littoral et des sources de stress .....  | 28 |
| Tableau 5. | État des écosystèmes et des facteurs de stress des terres humides côtières .....   | 33 |
| Tableau 6. | État du littoral terrestre des écorégions des Grands Lacs .....  | 36 |
| Tableau 7. | État des communautés écologiques particulières des Grands Lacs dans l'écosystème terrestre du littoral .....   | 37 |
| Tableau 8. | Indicateurs de la santé globale de l'écosystème et des sources de stress pour les terres avoisinant les Grands Lacs .....  | 38 |
| Tableau 9. | Indicateurs de l'utilisation des terres .....  | 40 |
| Tableau 10 | Caractéristiques des voies interlacustres des Grands Lacs .....  | 66 |

## 12. Sources des photographies

Toutes les photos se retrouvent également à la page Web du Great Lakes National Program Office  
<http://www.epa.gov/glnpo/>

Page 9 : Don Breneman

Page 28 : Indiana Dunes National Lakeshore, National Park Service

Page 31 : Romy Myszka, USDA Natural Resources Conservation Service

Page 41 : Fairport Fisheries Station, Ohio Department of Natural Resources

Page 46 : Carole Y. Swinehart, Michigan Sea Grant Extension

Page 54 : Superior National Forest, USDA Forest Service

Page 57 : David Riecks, Illinois-Indiana Sea Grant

Page 59 : Michigan Travel Bureau

Page 60 : U.S. Fish and Wildlife Service

Page 61 : M. Woodbridge Williams, National Park Service

Page 64 : Dave Hansen, Minnesota Extension Service

Page 71 : Jerry Bielicki, U.S. Army Corps of Engineers

## 13. Renseignements sur les documents de travail de CÉÉGL 96

La CÉÉGL 96 s'est inspirée des documents de travail suivants :

Nearshore Waters of the Great Lakes (ISBN 0-662-26031-7),

Coastal Wetlands of the Great Lakes (ISBN 0-662-26032-5),

Land by the Lakes: Nearshore Terrestrial Ecosystems (ISBN 0-662-26033-3)

Impacts of Changing Land Use (ISBN 0-662-26034-1), et

Information and Information Management (ISBN 0-662-26035-X).

On peut consulter les documents de travail de la CÉÉGL 96 sur Internet à l'adresse suivante :

<http://www.cciw.ca/solec/>

On peut également se procurer des exemplaires imprimés aux adresses indiquées au bas de la page ii.

