L'État des Grands Lacs 1995

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

Canada États-Unis

COOPERATING TO IMPLEMENT THE GREAT LAKES WATER QUALITY AGREEEMENT
MISE EN OEUVRE DE L'ACCORD RELATIF À LA QUALITÉ DE L'EAU DANS LES GRANDS LACS

L'ÉTAT DES GRANDS LACS

Préparé par

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

Pour obtenir des exemplaires additionnels, veuillez communiquer avec :

ENVIRONMENT CANADA

867 Lakeshore Road
Burlington, Ontario
L7R 4A6
ISBN 0-662-61887-4
Cat No. En40-11/35-1995

ENVIRONNEMENT CANADA

867, rue Lakeshore
Burlington (Ontario)
L7R 4A6
ISBN 0-662 80477-5
N° catalogue En40-11/35-1995F

ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY

Great Lakes National Program Office
77 West Jackson Blvd.
Chicago, Illinois 60604
U.S.A.
EPA 905-R-95-010 - Juillet 1995

Table des matières

Sommaire i

1. Introduction 1

2. Santé et intégrité de l'écosystème 5

3. Indicateurs 8

4. Santé des communautés aquatiques 13
   - 4.1 État de santé des communautés aquatiques 13
   - 4.2 Principales contraintes sur les communautés aquatiques 17

5. Santé et bien-être des humains 27

6. Aspects socio-économiques 31

7. État de chaque lac 36
   - 7.1 Lac supérieur 38
   - 7.2 Lac michigan 42
   - 7.3 Lac huron 46
   - 7.4 Lac érié 49
   - 7.5 Lac ontario 53
   - 7.6 Voies interlacustres 56

8. Enjeux de gestion pour l'avenir 57

Source des données présentées dans les tableaux et les figures

Tableau 1 : Gouvernements du Canada et des États-Unis. 1995. Les Grands Lacs : Atlas écologique et manuel des ressources (ISBN 0-662-23441-3).
Tableau 2 : Comité directeur de la Conférence sur l'état de l'écosystème des Grands Lacs (CÉÉGL).
Tableau 3 : Koonce, J.F. 1994. *Aquatic Community Health of the Great Lakes* (document de travail élaboré en prévision de la CÉÉGL - modifié).
Tableau 4 : Comité directeur de la CÉÉGL.
Tableau 5 : Manno, J. *et al*. 1994. *Effects of Great Lakes Basin Environmental Contaminants on Human Health* (document de travail élaboré en prévision de la CÉÉGL).
Tableau 6 : Hartig, J.H. et N.L. Law. 1994. *Progress in Great Lakes Remedial Action Plans: Implementing the Ecosystem Approach in Great Lakes Areas of Concern* (EPA 905-R-24-020)
Tableau 7 : Même source que pour le tableau 6.
Tableau 8 : Même source que pour le tableau 6.
Tableau 9 : Même source que pour le tableau 6.
Tableau 10 : Même source que pour le tableau 6.
Tableau 11 : Même source que pour le tableau 6.
Tableau 12 : Même source que pour le tableau 6.

Figure 1 : Direction de la conservation de l'environnement, Environnement Canada
Figure 2 : Great Lakes National Program Office, U.S. EPA.
Figure 3 : Great Lakes National Program Office, U.S. EPA.
Figure 4 : Koonce, J.F. 1994. *Aquatic Community Health of the Great Lakes* (document de travail élaboré en prévision de la CÉÉGL).
Figure 5 : Pour la période 1940 à 1990 : Environnement Canada *et al*. 1991. Les produits chimiques toxiques dans les Grands Lacs et leurs effets connexes. Vol. II - Les effets des contaminants. p. 634.
Pour la période débutant en 1992 : Environnement Canada. 1995. Fiche d'information sur les Grands Lacs : L'essor du cormoran à aigrettes dans les Grands Lacs : une victoire sur la pollution (ISBN 0-662-23280-1).
Figure 6 : Environnement Canada *et al*. 1991. Les produits chimiques toxiques dans les Grands Lacs et leurs effets connexes. Vol. II - Les effets des contaminants. p. 638.
Figure 7 : Dodge, D. et R. Kavetsky. 1994. *Aquatic Habitat and Wetlands of the Great Lakes* (document de travail élaboré en prévision de la CÉÉGL).
Figure 8 : Même source que pour la figure 7.
Figure 9 : De Vault, D. *et al*. 1994. *Toxic Contaminants* (document de travail élaboré en prévision de la CÉÉGL).
Figure 10 : Même que pour la figure 9.
Figure 11 : Même que pour la figure 9.
Figure 12 : Neilson, M. *et al*. 1994. *Nutrients : Trends and System Response* (document de travail élaboré en prévision de la CÉÉGL).
Figure 13 : Même que pour la figure 12.
Figure 14 : Santé et Bien-être social Canada. 1992. La santé et l'environnement au Canada : un lien naturel (ISBN 0-660-9359-7)
Figure 15 : Allardice, D. et S. Thorp. 1994. *A Changing Great Lakes Economy : Economic and Environmental Linkages* (document de travail élaboré en prévision de la CÉÉGL).
Figure 16 : Même que pour la figure 15.

Figure 17 : Même que pour la figure 15.
Figure 18 : MacKay, D. *et al*. 1992. *Virtual Elimination of Toxic and Persistent Chemicals from the Great Lakes : The Role of Mass Balance Models*. Rapport présenté au Groupe de travail de la Commission mixte internationale sur l'élimination virtuelle.
Figure 19 : Great Lakes National Program Office, U.S. EPA.
Figure 20 : Commission des pêcheries des Grands Lacs. 1994. *Sea Lamprey Management Program : FY 1997 Program Requirements and Cost Estimates* (document de travail, version préliminaire)
Figure 21 De Vault, D. *et al*. 1994. *Toxic Contaminants* (document de travail élaboré en prévision de la CÉÉGL).

Source des photographies

Moules zébrées sur une écrevisse : Ministère des Richesses naturelles de l'Ontario
L'agriculture dans la région des Grands Lacs : Gouvernements du Canada et des États-Unis. 1995. *Les Grands Lacs* : Atlas écologique et manuel des ressources
Dunes de sable bordant le lac Michigan : Gouvernements du Canada et des États-Unis. 1995. *Les Grands Lacs* : Atlas écologique et manuel des ressources

Remerciements

Ce rapport a été préparé avec l'aide de nombreuses personnes qui ont participé à la Conférence sur l'état de l'écosystème des Grands Lacs ou qui ont fait des commentaires ultérieurement. Les gouvernements souhaitent remercier d'une façon particulière les personnes suivantes, sans lesquelles l'élaboration du présent rapport n'aurait pas été possible :

Environnement Canada

Harvey Shear
Nancy Stadler-Salt
Violeta Glumac
Maureen Evans

U.S. Environmental Protection Agency

Paul Horvatin
Kent Fuller
Bob Beltran
Philip Hoffman

SOMMAIRE

L'Accord canado-américain relatif à la qualité de l'eau dans les Grands Lacs a comme objectif premier de favoriser la restauration et le maintien de l'intégrité chimique, physique et biologique de l'écosystème du bassin des Grands Lacs. À cette fin, les gouvernements des États-Unis et du Canada ont organisé la Conférence sur l'état de l'écosystème des Grands lacs (CÉÉGL) en octobre 1994.

Deux des objectifs de la conférence étaient d'accroître l'efficacité des mécanismes de prise de décisions en facilitant l'obtention de renseignements et d'examiner l'information disponible afin de cerner les lacunes.

Six documents de travail portant sur la santé des communautés aquatiques, la santé humaine, les habitats, les contaminants, les éléments nutritifs et l'activité économique ont été préparés en prévision de la conférence. Ces documents sont annexés au présent rapport. Les faits saillants de la CÉÉGL ont également été incorporés au rapport.

L'état de la composante biotique du système, dont les humains font partie, constitue l'indicateur fondamental de sa santé, car il reflète l'effet global des contraintes qui s'exercent sur le système. Il est également important de mesurer les contraintes physiques, chimiques et biologiques qui influent sur le système, afin de décrire l'état des lacs et d'obtenir des renseignements essentiels au succès des programmes visant à restaurer et à protéger l'intégrité de l'écosystème.

Aux fins du présent rapport, on a sélectionné un nombre restreint d'indicateurs simples caractérisant de façon succincte l'état de l'écosystème et permettant d'évaluer les progrès réalisés jusqu'à maintenant dans la détermination des sources multiples de ces contraintes.

Selon le cas, la situation décrite par chaque indicateur a été qualifiée par un groupe d'experts techniques de «médiocre», «variable/se détériorant», «variable/s'améliorant» ou «bonne/restaurée». Le rapport incorpore des renseignements émanant de diverses sources.

De façon globale, l'état de santé de l'écosystème du bassin des Grands Lacs diffère selon les indicateurs considérés. D'après certains indicateurs, la situation est bonne ou restaurée; c'est notamment le cas de la communauté aquatique du lac Supérieur. À l'autre extrême, un certain nombre d'indicateurs révèlent que la santé de l'écosystème s'est détériorée à certains égards, en particulier pour ce qui est de la perte d'habitats, du développement empiétant sur les milieux humides et du déséquilibre des communautés aquatiques des lacs Michigan et Ontario et du bassin oriental du lac Érié. Enfin, d'autres indicateurs traduisent des conditions intermédiaires entre ces deux extrêmes.

En ce qui concerne l'état des communautés aquatiques, et tout particulièrement la disparition des espèces indigènes et le déséquilibre de l'écosystème (ces deux indicateurs prennent en compte certains effets associés à l'introduction d'espèces exotiques) ainsi que les problèmes de reproduction chez les espèces indigènes, les indicateurs témoignent de conditions variables ou d'une amélioration de la situation s'étendant à l'ensemble des Grands Lacs. Les lacs Michigan et Ontario et le bassin oriental du lac Érié ont reçu une note relativement faible, tandis que le lac Supérieur, relativement épargné par la disparition d'espèces indigènes et hébergeant des populations de touladis en meilleure santé, s'est vu attribuer une cote plus élevée.

Étant donné l'absence de données applicables à l'ensemble du bassin des Grands Lacs pour les indicateurs de la santé humaine, on a utilisé comme indicateurs de remplacement les niveaux de contamination de l'air, de l'eau et des sédiments, les mises en garde relatives à la consommation de poisson, les concentrations de contaminants dans les tissus humains de même que des indicateurs de l'état de santé et des effets sur la santé. De façon globale, la situation en ce qui concerne la santé humaine et les risques de contamination environnementale est variable ou, dans certains cas, s'est améliorée. Cette cote reflète la diminution généralisée des concentrations de substances toxiques persistantes dans tous les milieux à l'échelle des Grands Lacs.

Pour ce qui est des habitats aquatiques et des milieux humides, l'état de l'écosystème a été considéré comme médiocre. Cette évaluation s'explique par l'ampleur des pertes, tant sur le plan qualitatif que quantitatif. Certains résultats sont toutefois plus encourageants. Ainsi, la santé des cours d'eau formant l'habitat de la truite mouchetée dans la partie supérieure des Grands Lacs est relativement bonne, et des programmes ont été mis en oeuvre pour protéger les habitants restants.

Les éléments nutritifs comme le phosphore ne constituent plus un problème généralisé comme c'était le cas au début des années 1970. Cette amélioration est imputable dans une large mesure aux initiatives prises dans le cadre de l'Accord relatif à la qualité de l'eau dans les Grands Lacs. La situation a été jugée «bonne/restaurée» quant aux contraintes exercées par les éléments nutritifs dans le bassin des Grands Lacs. On est encore obligé de surveiller certains indicateurs tels que les concentrations et les apports de phosphore, afin d'empêcher qu'une hausse des concentrations d'éléments nutritifs ne vienne de nouveau déséquilibrer l'écosystème ou créer des problèmes à l'échelle locale.

La situation était variable ou s'était améliorée pour ce qui est des apports de contaminants toxiques persistants, des concentrations de contaminants chimiques dans les poissons et les goélands argentés et des concentrations de ces mêmes substances dans l'eau. Cette cote s'appuie sur les diminutions observées par rapport aux plus hauts niveaux jamais enregistrés. Toutefois, dans le cas de nombreux contaminants, la tendance à la baisse devra se maintenir durant un certain temps avant qu'on puisse considérer les niveaux de risque comme acceptables.

La situation a été jugée médiocre pour les indicateurs de l'activité économique, de l'investissement dans l'infrastructure et du changement de vocation des terres. L'emploi, la recherche et le développement, la croissance démographique et le revenu personnel ont reçu la cote «variable/se détériorant», tandis que pour la prévention de la pollution, l'adoption d'une approche de gestion, la conservation de l'eau et la consommation d'énergie, indicateurs reflétant un changement d'attitude au sein de la population, la situation a été qualifiée de «variable/s'améliorant».

Le présent rapport comporte des parties distinctes sur chacun des Grands Lacs. On y trouvera des renseignements plus complets concernant les caractéristiques, les problèmes et les secteurs de préoccupation propres à chacun des Grands Lacs ainsi que les progrès réalisés au chapitre de la restauration, notamment grâce aux plans d'aménagement panlacustre.

Le document se termine par une brève description des enjeux de gestion futurs liés aux aspects suivants : l'accès à une information adéquate, la gestion de l'information et la communication, la façon dont les décisions sont prises, l'adaptation du cadre institutionnel, la conservation de la biodiversité, l'adoption d'objectifs communs de restauration, le respect des priorités locales, l'effet subtil des substances toxiques sur les humains et les espèces sauvages, le lien entre les décisions et les résultats obtenus dans l'écosystème et la durabilité.

L'ÉTAT DES GRANDS LACS

1. INTRODUCTION

Le présent rapport décrit de façon succincte l'état des Grands Lacs tel qu'il apparaissait en 1994 aux gouvernements canadien et américain, cosignataires de l'Accord relatif à la qualité de l'eau dans les Grands Lacs. Une large part du contenu de ce rapport et des six documents d'orientation présentés en annexe a fait l'objet de discussions détaillées lors de la Conférence sur l'état de l'écosystème des Grands Lacs (CÉÉGL), rencontre bipartite tenue en octobre 1994. En prévision de cette conférence, on a préparé six documents de travail traitant des grands thèmes suivants : la santé des communautés aquatiques, la santé humaine, les habitats, les contaminants, les éléments nutritifs et l'activité économique. Ces documents sont maintenant disponibles dans leur version finale et ont été annexés au présent rapport. On trouvera également dans ce dernier des renseignements recueillis dans le cadre des discussions de la conférence.

Il convient de rappeler que le présent rapport traite de la santé des Grands Lacs, et non de l'état des programmes mis sur pied pour atténuer ou éliminer certaines des contraintes qui s'exercent sur le système. Pour obtenir des renseignements sur les programmes, le lecteur est invité à consulter une série de documents préparés par chacune des parties intéressées, dont les rapports conjoints Canada-Ontario et les U.S. Reports to Congress on the Great Lakes. Dans la présentation du Rapport sur l'état des Grands Lacs, nous voulons insister sur les progrès substantiels accomplis grâce aux mesures de nettoyage et sur les améliorations importantes qui restent à apporter.

Durant la préparation de la CÉÉGL et du présent rapport, une attention particulière a été accordée à certaines des questions fondamentales qui sont souvent posées par les preneurs de décisions et la population en général.

Peut-on nager en toute sécurité dans les Grands Lacs, manger le poisson qui y vit et boire l'eau?

Les Grands Lacs sont-ils une menace pour la santé humaine?

L'état des Grands Lacs s'améliore-t-il?

Les oiseaux et les poissons sont-ils en bonne santé?

Comment se portent les espèces en danger de disparition?

Que fait-on au sujet des espèces exotiques (non indigènes)?

L'objet du présent rapport est de répondre à ces interrogations et à des questions connexes concernant l'état des Grands Lacs et d'examiner les interactions complexes avec les nombreuses contraintes qui s'exercent sur le système.

Un écosystème est constitué de composantes interdépendantes, à savoir l'air, la terre, l'eau et les organismes vivants, dont les humains. L'écosystème du bassin des Grands Lacs est une mosaïque d'écosystèmes de moindre envergure, tous différents mais interdépendants. Chacun de ces écosystèmes est à son tour caractérisé par un assemblage de composantes interdépendantes physiques, chimiques et biologiques et fournit un habitat à des associations particulières d'organismes vivants. Ceux-ci forment le réservoir génétique de l'écosystème et déterminent la diversité génétique, résultat d'une longue évolution qui s'est déroulée sur des millénaires. Ce patrimoine génétique,

Caractéristiques physiques et populations							
		Supérieur	**Michigan**	**Huron**	**Érié**	**Ontario**	**Total**
Élévation	(pi)	600	577	577	569	243	
	(m)	183	176	176	173	74	
Longueur	(mi)	350	307	206	241	193	
	(km)	563	494	332	388	311	
Largeur	(mi)	160	118	183	57	53	
	(km)	257	190	245	92	85	
Profondeur moyenne	(pi)	483	279	195	62	283	
	(m)	147	85	59	19	86	
Profondeur maximale	(pi)	1 332	925	750	210	800	
	(m)	406	282	229	64	244	
Volume	(mi^3)	2 900	1 180	850	116	393	5 439
	($km^{3)}$	12 100	4 920	3 540	484	1 640	22 684
SUPERFICIE							
Eau	(mi^2)	31 700	22 300	23 000	9 910	7 340	94 250
	(km^2)	82 100	57 800	59 600	25 700	18 960	244 160
Surface du bassin versant	(mi^2)	49 300	45 600	51 700	30 140	24 720	201 460
	(km^2)	127 000	118 000	134 100	78 000	64 030	521 830
Total	(mi^2)	81 000	67 900	74 700	40 050	32 060	295 710
	(km^2)	209 800	175 800	193 700	103 700	82 990	765 990
Longueur du littoral	(mi)	2 726	1 638	3 827	871	712	10 210
	(km)	4 385	2 633	6 157	1 402	1 146	17 017
Durée de rétention	(années)	191	99	22	2,6	6	
Population : É.-U.	(1990)	425 548	10 057 026	1 502 687	10 017 530	2 704 284	24 707 075
Canada	(1991)	181 573		1 191 467	1 664 639	5 446 611	8 484 290
Total		607 121	10 057 026	2 694 154	11 682 169	8 150 895	33 191 365
Exutoire		Rivière Sainte-Marie	Détroit de Mackinac	Rivière Sainte-Claire	Rivière Niagara et canal Welland	Fleuve Saint-Laurent	

Tableau 1. Caractéristiques physiques des Grands Lacs et populations

assemblage de caractéristiques ayant survécu à des millénaires d'exposition à des conditions diverses, est la base même de la biodiversité de l'écosystème.

Dans le présent document, l'état de l'écosystème du bassin des Grands Lacs est évalué d'après la santé de ses composantes vivantes et, plus particulièrement, des communautés aquatiques et des humains. C'est dans ce contexte que seront examinées les principales sources de stress pour la santé du système. On trouvera des renseignements plus détaillés dans les documents présentés en annexe.

Comme on le verra dans les pages qui suivent, l'état de santé des populations humaines vivant dans le bassin des Grands Lacs est déterminé essentiellement par des facteurs exogènes (non liés aux conditions des Grands Lacs). Parmi les sources de stress propres aux Grands Lacs qui peuvent avoir un effet significatif sur la santé humaine, mentionnons les contaminants toxiques accumulés dans les tissus des poissons destinés à la consommation humaine et les microorganismes pathogènes susceptibles d'infecter les baigneurs ou rencontrés à l'occasion dans l'eau potable traitée incorrectement.

Contrairement à ce qu'on observe chez les humains, la santé des organismes aquatiques dépend essentiellement des nombreux facteurs physiques, chimiques et biologiques qui interagissent dans l'écosystème des Grands Lacs. Cette différence est imputable au fait que la majorité des organismes aquatiques obtiennent leur nourriture du système et y passent toute leur existence. La santé de ces organismes est donc déterminée par un ensemble de conditions et d'interrelations fort complexes.

Le contexte

À presque tous les égards, le bassin des Grands Lacs est riche en ressources. À eux seuls, les Grands Lacs constituent le cinquième de toute la réserve d'eau douce de surface du globe. Le bassin est parcouru de vastes étendues boisées, de grandes régions sauvages et de terres agricoles fertiles, et l'on y retrouve des centaines d'affluents et des milliers de petits lacs, d'importants gisements de minerai et une flore et une faune sauvages riches et diversifiées. Près de 33,2 millions de personnes y ont élu domicile, et l'on compte 28 villes de plus de 50 000 habitants. Le bassin demeure l'une des principales régions industrielles et agricoles de l'Amérique du Nord. Dotée d'un système de transport bien organisé, la région constitue un secteur touristique dynamique.

Pourtant, en dépit de ses richesses, ou plutôt à cause de ses richesses, le bassin des Grands Lacs subit d'énormes pressions en raison des activités humaines. Les pratiques industrielles passées et présentes, les apports d'éléments nutritifs, l'extraction des ressources, l'urbanisation, le déboisement, l'introduction d'espèces exotiques, la transformation et la destruction des régions naturelles, la contamination de l'air, de l'eau et du sol figurent au nombre des contraintes qui ont contribué au déséquilibre de l'écosystème.

Lorsque les premiers Européens ont commencé à s'établir dans la région il y a environ 400 ans, les Grands Lacs étaient fort différents de ce qu'ils sont aujourd'hui. La diversité biologique y était élevée et les substances toxiques et les pathogènes humains étaient pratiquement absents. La situation est tout autre aujourd'hui.

Grâce aux mesures prises par les gouvernements et la population au cours des 25 dernières années, l'état des Grands Lacs s'est amélioré sur bien des plans. Des progrès importants ont été réalisés au chapitre de la réduction ou de l'élimination des conditions nuisibles, des éléments nutritifs, des pathogènes humains et des contaminants entraînant un épuisement des réserves d'oxygène (demande biochimique en oxygène). On note également une amélioration sensible en ce qui concerne les contaminants toxiques, mais il reste encore beaucoup à faire dans ce domaine. Malheureusement, malgré les succès enregistrés au plan de la protection et de la restauration des habitats, les pertes continuent de dépasser de loin les gains. Dans le cas de la diversité biologique, les pertes sont cumulatives du fait de leur nature permanente. Un des grands enjeux associés à la restauration des

Grands Lacs consiste à freiner le plus possible ou à stopper complètement la disparition des espèces indigènes et à protéger la variation génétique chez ces dernières.

Comme l'indiquent les documents sur la santé des communautés aquatiques et sur les habitats aquatiques et les milieux humides, les pertes à long terme en matière de biodiversité et d'habitats sont importantes. S'il est vrai que des efforts constants ont permis de ralentir ce processus dans les deux cas, nous n'avons probablement pas encore atteint le creux de la vague. La survie de nombreux habitats dépend de notre capacité d'intensifier les efforts de préservation et de restauration des habitats essentiels au sein des écosystèmes prioritaires. Par ailleurs, on commence finalement à reconnaître l'importance de la biodiversité et à prendre les mesures voulues pour protéger les espèces menacées d'extinction et les écosystèmes essentiels à leur survie.

À la fin du XIX^{e} siècle, les Grands Lacs s'étaient dégradés au point de représenter une menace sérieuse pour la santé humaine. Dans les grandes villes, de nombreuses personnes sont mortes de maladies d'origine hydrique. La situation s'est améliorée à partir du moment où l'on a commencé à traiter l'eau potable de façon appropriée. Aujourd'hui, le risque d'infection causée par des agents pathogènes est faible et les risques d'une exposition ponctuelle à des substances toxiques sont pratiquement nuls. Les effets d'une exposition prolongée à de faibles concentrations demeurent toutefois incertains.

2. SANTÉ ET INTÉGRITÉ DE L'ÉCOSYSTÈME

Les concepts de maladie humaine et de bien-être sont relativement bien définis et bien compris par la plupart des gens. L'application de tels concepts à l'ensemble de l'écosystème est possible et, en dépit des problèmes qu'une telle entreprise soulève sur le plan des définitions, la santé de l'écosystème peut être mesurée à divers degrés à l'aide d'indicateurs. Ainsi, chez une population donnée, on peut déterminer l'âge, la taille, le succès de la reproduction, l'incidence des maladies et le taux de mortalité. On peut également évaluer l'état de santé d'un organisme en particulier d'après ses caractéristiques biochimiques, cellulaires, physiologiques et comportementales.

La notion d'intégrité reflète bien l'état de santé d'un écosystème. On retrouve cette expression dans l'Accord relatif à la qualité de l'eau dans les Grands Lacs, donc l'objectif premier est de favoriser «la restauration et le maintien de l'intégrité chimique, physique et biologique de l'écosystème du bassin des Grands Lacs.» Malgré l'absence de définition explicite, il est clair que la notion d'intégrité englobe la santé des populations faisant partie de l'écosystème, la diversité biologique des communautés écologiques et la capacité de l'écosystème d'absorber les sources de stress ou de s'adapter à ces dernières.

La notion d'intégrité de l'écosystème incorpore la santé des organismes vivants, la capacité des systèmes de s'organiser et l'environnement physique et chimique nécessaire au maintien de la santé. Ces facteurs s'opposent aux contraintes physiques, chimiques et biologiques qui menacent l'intégrité du système et qui, pour la plupart, découlent de l'activité humaine. Les principales sources de stress pour l'écosystème et leurs relations avec l'environnement physique, chimique et biologique sont présentées à la figure 2.

L'évaluation de la santé des écosystèmes fait intervenir un concept fondamental qui peut s'énoncer comme suit : les écosystèmes et les communautés écologiques sont dynamiques et se présentent sous des formes variées reflétant les diverses perturbations qui se produisent dans la nature même en l'absence de toute activité humaine. L'évolution des écosystèmes s'effectue en équilibre avec ces perturbations, les changements de composition déterminant des états successifs de plus en plus stables

et de plus en plus complexes. Les communautés matures et relativement stables contiennent habituellement un nombre proportionnellement plus élevé d'organismes, lesquels vivent plus longtemps et ont des exigences précises et spécialisées en ce concerne l'habitat. L'écosystème des Grands Lacs avait atteint ce stade avant l'arrivée des premiers colons européens.

3. INDICATEURS

Les médecins utilisent des indicateurs comme la tension artérielle ou le poids pour évaluer l'état de santé de leurs patients. Pour les économistes, les taux d'intérêt et les reprises de la construction constituent de bons indicateurs de la vigueur de l'économie. La santé de l'écosystème des Grands Lacs peut également être évaluée à l'aide d'indicateurs. Ces indicateurs reflètent toute une gamme de conditions allant de la santé des populations humaines et des autres composantes vivantes de l'écosystème aux sources de stress et aux activités engendrant ces contraintes. Les indicateurs de l'état de santé d'un écosystème permettent d'apprécier la qualité ou les fluctuations de qualité qui interviennent au sein de cet écosystème, informations indispensables pour les gestionnaires et les scientifiques. La figure 3 illustre le spectre de conditions associées à un ensemble d'indicateurs.

Pour être en mesure de déterminer si les conditions s'améliorent ou se détériorent, il faut se fonder sur des choses que les gens sont capables de mesurer et reconnaissent comme des indices de l'état du système. Si les conditions qu'ils reflètent paraissent acceptables aux diverses parties intéressées, ces indicateurs peuvent servir d'objectifs, de normes ou de critères pour les interventions visant à assurer la protection ou la restauration de diverses composantes du système.

On a souvent tenté et on s'efforce encore d'élaborer des indicateurs de l'état de santé des écosystèmes aux États-Unis, au Canada et dans d'autres pays. Mentionnons, à titre d'exemple, les indicateurs proposés dans le document de travail sur la santé des communautés aquatiques.

Les écosystèmes sont par définition complexes. Par conséquent, aucun indicateur ne peut rendre compte de toutes les conditions observées au sein d'un écosystème. Quelques indicateurs fort simples ont été élaborés en prévision de la CÉÉGL par un groupe d'experts techniques (voir le tableau 2). Chacun de ces indicateurs peut être décomposé en sous-unités de plus en plus précises et détaillées. Ces indicateurs nous renseignent sur l'état des communautés aquatiques, la santé des populations humaines et les risques pour la santé ainsi que les habitats aquatiques, ainsi que sur trois catégories de contraintes, à savoir les éléments nutritifs, les contaminants toxiques persistants et l'activité économique. L'activité économique du bassin est considérée comme une source de stress, car elle est à la base de la plupart des activités sous-tendant les contraintes sur l'écosystème. Les indicateurs élaborés en prévision de la conférence et utilisés dans le cadre du présent document sont qualifiés sur la base des renseignements recueillis aux fins de l'élaboration des documents de travail. Selon le cas, la situation décrite par chaque indicateur a été qualifiée de :

- médiocre : les répercussions négatives sont importante;
- variable/se détériorant : les répercussions sont modérées, mais on note de façon générale une détérioration des conditions;
- variable/s'améliorant : les répercussions sont modérées, mais on note de façon générale une amélioration des conditions;
- bonne/restaurée : les répercussions ou la source de stress est supprimée et les conditions se sont améliorées au point où la situation peut être considérée comme acceptable.

L'état des composantes vivantes du système, dont les humains, est le meilleur indicateur de la santé de l'écosystème, car il reflète l'effet global des contraintes sur l'écosystème. Les répercussions sur les

composantes vivantes, souvent assimilables à des obstacles à une saine utilisation, sont également les indicateurs les plus révélateurs de l'état de l'écosystème pour le public (p. ex., peut-on nager en toute sécurité ou boire l'eau des Grands Lacs?). Il est également important de mesurer les contraintes physiques, chimiques et biologiques qui s'exercent sur le système afin de décrire l'état des lacs et d'obtenir des renseignements essentiels pour les programmes visant à restaurer et à protéger l'intégrité de l'écosystème. Une analyse des contraintes et de leurs effets est fourni à la figure 2.

INDICATEURS	SITUATION SELON L'INDICATEUR			
	Médiocre	Variable/se détériorant	Variable/ s'améliorant	Bonne/ restaurée
ÉTAT DES COMMUNAUTÉS AQUATIQUES				
1. Perte d'espèces indigènes (n^{bre} d'espèces)				
Lac Supérieur				T
Lacs Huron, Michigan, Érié et Ontario			T	
2. Déséquilibre de l'écosystème (indice dichotomique du touladi)				
Lac Supérieur				T
Lacs Huron et Érié			T	
Lacs Michigan et Ontario	T			
3. Troubles de la reproduction				
Effets - tous les lacs			T	
Charges corporelles - tous les lacs			T	
CONTAMINANTS : RISQUES POUR LA SANTÉ HUMAINE ET L'ENVIRONNEMENT				
État général			T	
1. Contamination de l'air, de l'eau, du sol et des sédiments ● Tendances de contamination (O_3, SO_4, poussières) ● Taux d'hospitalisation et de mortalité imputables à des maladies respiratoires (p. ex., asthme) ● Fermetures de plages ● Maladies infectieuses liées à une utilisation à des fins récréatives ● Radioactivité atmosphérique et totale	-	-	-	-
2. Mises en garde relatives à la consommation de poisson ● Apports de contaminants	-	-	-	-
3. Charges corporelles de contaminants chez les humains	-	-	-	-
4. Mesures de l'état de santé et des effets sur la santé ● Malformations congénitales et cancer ● Longévité ● Poids corporel et développement chez les enfants	-	-	-	-
ÉTAT DES HABITATS AQUATIQUES ET DES MILIEUX HUMIDES				
1. Perte (en qualité et en quantité) d'habitats et de milieux humides				
É.-U. - Sondage pour le lac Michigan	T			
- Autres États	T			
Ontario - Milieux humides côtiers SCF	T			
- Cours d'eau formant l'habitat de la truite mouchetée (partie supérieure des Grands Lacs)				T
- Cours d'eau formant l'habitat de la truite mouchetée (partie inférieure des Grands Lacs)	T			
2. Envahissement et développement à l'échelle du bassin	T			
3. Gains (en qualité et en quantité) d'habitats et de milieux humides			T	
● Zones protégées en vertu du Plan nord-américain de gestion de la sauvagine				
● Effet net	T			
CONTRAINTES ENGENDRÉES PAR LES ÉLÉMENTS NUTRITIFS				

INDICATEURS	SITUATION SELON L'INDICATEUR			
	Médiocre	Variable/se détériorant	Variable/ s'améliorant	Bonne/ restaurée
1. Apports totaux de phosphore ● Objectifs atteints dans 4 des 5 lacs (1991)				T
2. Concentrations totales d'absorption de phosphore ● Objectifs atteints dans tous les lacs (1991)				T
3. Oxygène dissous dans le lac Érié (hypolimnion du bassin central)			T	
4. Chlorophylle *a* (comme indicateur de la prolifération des algues nuisibles) dans la partie inférieure des Grands Lacs				T
CONTRAINTES ENGENDRÉES PAR LES CONTAMINANTS				
1. Apports			T	
2. Résidus dans les poissons			T	
3. Résidus dans les oiseaux (goélands argentés)			T	
4. Charges corporelles - tous les lacs			T	
CONTRAINTES ENGENDRÉES PAR L'ACTIVITÉ ÉCONOMIQUE ET MESURES D'ATTÉNUATION				
1. Emploi (secteur manufacturier et autres)		T		
2. Investissements dans l'infrastructure (secteurs public et privé)	T			
3. Recherche et développement (mesures de l'innovation technologique)		T		
4. Changement dans l'utilisation et la réutilisation des sols (perte de terres agricoles et aménagement urbain)	T			
5. Croissance et stabilité des populations (par rapport aux autres régions)		T		
6. Prévention de la pollution (dépenses et résultats - apports/émissions/rejets)			T	
7. Revenu personnel (statistiques)		T		
8. Adoption d'une approche de gestion (secteurs public et privé)			T	
9. Économie de l'eau (industrie et par habitant)			T	
10. Consommation d'énergie (par habitant)			T	

Tableau 2. Indicateurs préliminaires de la santé de l'écosystème

4. SANTÉ DES COMMUNAUTÉS AQUATIQUES

4.1 ÉTAT DE SANTÉ DES COMMUNAUTÉS AQUATIQUES

Depuis 400 ans, l'intégrité physique, chimique et biologique des Grands Lacs s'est considérablement dégradée. La diminution spectaculaire de la biodiversité et l'établissement subséquent de populations d'espèces exotiques (non indigènes) sont les manifestations les plus frappantes de l'ampleur de la dégradation subie par les Grands Lacs. Au moins 17 espèces de poissons importantes du point de vue historique ont subi un déclin important ou sont complètement disparues dans au moins un des Grands Lacs. La diminution de la diversité génétique au sein des espèces survivantes vient amplifier encore davantage cette perte de diversité spécifique. Par exemple, avant 1950, les eaux canadiennes du lac Supérieur étaient habitées par environ 200 stocks distincts de touladis, dont une vingtaine frayaient dans les rivières. Bon nombre de ces stocks sont disparus, y compris tous ceux qui frayaient en rivière. Dans les autres lacs, la perte de diversité génétique chez le touladi est encore plus alarmante. Ainsi, tous les stocks indigènes sont complètement disparus des lacs Michigan, Érié et Ontario, et l'on n'en retrouve plus qu'un ou deux dans le lac Huron. On ensemence ces lacs avec des touladis provenant d'autres sources, mais les taux de reproduction naturels y demeurent très faibles.

Une série d'invasions successives et d'introductions volontaires d'espèces exotiques ont contribué à cette perte de diversité. On évalue à 139 le nombre d'espèces exotiques qui se sont établies dans les Grands Lacs depuis les années 1880. Au nombre des espèces qui ont établi des populations considérables, mentionnons la lamproie marine, le gaspareau, l'éperlan, l'alose à gésier, le baret (bar-perche), la carpe, les truites brune et arc-en-ciel, les saumons quinnat (chinook), coho et rose et le gobie *Neogobius melanostomus*. S'ajoutent à cette liste des introductions plus récentes telles que les moules zébrée et quagga chez les mollusques, la grémille, le rotengle, l'épinoche à quatre épines (et d'autres espèces) chez les poissons, et la salicaire chez les végétaux. Ces espèces ont eu collectivement un effet considérable et cumulatif sur la structure des communautés aquatiques des Grands Lacs.

L'impact des espèces exotiques sur les organismes indigènes s'exercent de diverses façons : prédation ou compétition directe pour la nourriture, bouleversement des chaînes alimentaires ou perturbation des habitats. Quel que soit le mécanisme en cause, la présence continue des espèces exotiques posent des problèmes considérables en ce qui concerne la rétablissement et le maintien des associations d'espèces indigènes.

Cette perte de biodiversité et l'établissement d'espèces non indigènes dans les Grands Lacs peuvent facilement être qualifiées de catastrophiques. L'évolution des Grands Lacs et l'effondrement de ses ressources halieutiques constituent une illustration tragique des effets de la surpêche, de la perte d'habitats, de la pollution et de l'introduction d'espèces exotiques. Les prédateurs indigènes situés au sommet de la chaîne alimentaire, autrefois dominée par le touladi, ont été remplacés par des espèces d'élevage piscicole. Une liste des nombreuses espèces des Grands Lacs qui ont été décimées ou éliminées totalement par les activités humaines est présentée au tableau 3. Ce que ce dernier n'indique pas, c'est la réduction fondamentale de la diversité génétique qui s'est produite chez les espèces indigènes qui sont parvenues à se maintenir. Aux États-Unis comme au Canada, des programmes visant à réintroduire dans les Grands Lacs le touladi et des salmonidés prédateurs non indigènes ont donné naissance à une pêche sportive recherchée offrant une grande diversité d'espèces aux pêcheurs. Toutefois, le succès de ces programmes repose sur un ensemencement régulier des lacs, et il est actuellement impossible de se prononcer sur la stabilité future des communautés de poissons et l'avenir des pêches dans les Grands Lacs.

Nous avons choisi trois indicateurs pour mesurer la santé des communautés aquatiques. Le premier, le nombre d'espèces indigènes disparues, nous révèle que la situation est bonne ou restaurée dans le lac Supérieur, mais variable ou en train de s'améliorer dans les autres lacs. Relativement épargné par le développement, l'activité industrielle et le peuplement, le lac Supérieur a été moins lourdement touché que les autres lacs par la perte d'espèces aquatiques. Même dans les lacs les plus dégradés, les tentatives de réintroduction d'espèces prédatrices en déclin comme le doré jaune et le touladi n'ont connu qu'un succès partiel. Il convient de rappeler que l'ensemencement s'effectue avec des poissons élevés en pisciculture, qui ne présentent pas la même diversité génétique que les populations sauvages.

Le deuxième indicateur, l'indice dichotomique du touladi, nous renseigne sur l'équilibre relatif des écosystèmes aquatiques. Cet indice complexe est calculé a partir des scores attribués à une série de questions portant sur le touladi et sur les conditions favorisant le succès de la reproduction chez les populations naturelles de cette espèce. En raison de son caractère binaire (oui/non), cet indice ne met pas nécessairement en évidence les changements ou tendances de faible amplitude. Le choix du touladi comme indicateur de la santé de l'écosystème se justifie par le fait que cette espèce dominait autrefois le réseau trophique des Grands Lacs et par les caractéristiques biologiques de l'espèce. Pour toutes ces raisons, le touladi constitue un bon indicateur de remplacement de l'évolution de l'état de santé de l'écosystème aquatique. Cet indicateur fait l'objet d'une analyse plus approfondie dans le document de travail sur la santé des communautés aquatiques.

La situation décrite par cet indicateur peut être qualifiée de bonne ou restaurée dans le lac Supérieur, de variable ou s'améliorant dans le lac Huron et de médiocre dans les lacs Michigan et Ontario (figure 4). Dans le cas du lac Érié, l'indice ne s'applique qu'au bassin oriental du lac, seule partie du lac assez profonde et assez froide pour soutenir une population de touladis. Dans le reste du lac, la cote serait plus élevée si l'on utilisait un indice semblable fondée cette fois sur la capacité du doré jaune (poisson prédateur dominant la chaîne alimentaire dans le reste du lac) de se reproduire de façon soutenue. Si les communautés aquatiques de tous les lacs ont grandement souffert des effets de la surpêche, de l'introduction d'espèces exotiques, de la destruction d'habitats, de l'enrichissement par les éléments nutritifs et de l'accumulation de substances toxiques persistantes, ce sont celles des lacs Michigan et Ontario qui sont les plus instables.

Nous avons choisi les troubles de la reproduction comme troisième indicateur. Cet indicateur révèle que les conditions sont variables ou se sont améliorées dans tous les lacs. L'exposition à une variété de contraintes environnementales, dont les organochlorés (certains sont largement répandus, d'autres sont présents localement seulement) a entraîné des troubles de la reproduction chez de nombreuses espèces sauvages, en particulier chez les oiseaux aquatiques. En fait, plusieurs études ont mis en évidence un lien entre l'exposition aux contaminants et des troubles de la reproduction chez deux mammifères piscivores (vison et loutre), un reptile (chélydre serpentine) et huit oiseaux piscivores (cormoran à aigrettes, bihoreau à couronne noire, pygargue à tête blanche (aigle à tête blanche), goélands argenté et à bec cerclé, et sternes caspienne, pierregarin et de Forster. Chez toutes ces espèces, mis à part le goéland à bec cerclé, on a décelé des preuves historiques de la présence de troubles de la reproduction imputables aux contaminants. Au cours des années 50, 60 et au début des années 70, des effets graves et un déclin des populations, souvent causé par un amincissement de la coquille des oeufs, ont été observés chez certaines espèces d'oiseaux aquatiques. Bien que ces problèmes ont souvent été attribués à une exposition à des contaminants de l'environnement, il convient de mentionner que certaines populations, par exemple celles du goéland à bec cerclé, ont augmenté durant les périodes où les apports de contaminants étaient le plus élevés.

Nom français	Nom latin	Lac Supérieur	Lac Michigan	Lac Huron	Lac Érié	Lac Ontario
Esturgeon jaune	*Acipenser fluvescens*	1	1	1	1	1
Cisco de lac	*Coregonus artedii*		1	1	1	1
Grand corégone	*C. clupeaformis*				1	
Cisco de fumage	*C. hoyi*				JP	2
Cisco de profondeur	*C. johannae*	JP	3	3	JP	JP
Cisco kiyi	*C. kiyi*		2	2	JP	2
Cisco à nageoires noires	*C. nigripinnis*	JP	3	3	JP	JP
Cisco à museau court	*C. reighardi*	JP	1	2	JP	2
Cisco à mâchoires égales	*C. zenithicus*	1	2	2	2	2
Lotte	*Lota lota*					1
Chabot de profondeur	*Myoxocephalus thompsoni*					2
Chabot à tête plate	*Cottus ricei*		2	1	2	2
Méné émeraude	*Notropis atherinoides*			2	1	
Saumon atlantique	*Salmo salar*	JP	JP	JP	JP	2*
Touladi	*Salvelinus namaycush*		2*	2*	2*	2*
Doré noir	*Stizostedion canadense*				2	
Doré bleu	*S. vitreum glaucum*				3	3

La présence d'un astérisque signifie qu'on a mis en oeuvre des programmes d'ensemencement à des fins de réintroduction. Code numérique correspondant au statut des espèces : 1 = en déclin; 2 = disparue localement; 3 = éteinte. L'absence d'indication signifie qu'il n'y a pas eu de déclin par rapport aux niveaux historiques. La mention JP indique que la présence de l'espèce n'a jamais été observée dans les Grands Lacs.

Tableau 3. Espèces disparues ou ayant subi un déclin important dans les Grands Lacs

La réduction des apports de contaminants toxiques persistants tels que les BPC a permis à la majorité des populations d'oiseaux piscivores de se rétablir, et des populations de goéland argenté, de sterne caspienne, de bihoreau à couronne noire et de cormoran à aigrettes (figure 5) sont revenues s'établir dans les Grands Lacs. Toutefois, on continue d'observer divers problèmes tels que des malformations congénitales et des troubles de la reproduction chez un faible pourcentage de la population dans certaines régions. Ainsi, dans les régions fortement contaminées (voir les secteurs critiques à la figure 6), de faibles taux de malformations du bec et d'autres anomalies du développement ont été signalés chez les populations de cormoran durant toutes les années 80. On croit que les oiseaux vivant dans ces régions étaient toujours exposés à des quantités excessives de BPC et d'autres organochlorés par le poisson contaminé qu'ils consommaient. Il convient de mentionner que la fréquence naturelle des malformations, d'après des études réalisées parmi d'autres populations d'oiseaux dans l'Ouest canadien, ne diffère pas de façon significative des taux observés dans la majorité des autres régions des Grands Lacs.

Le succès de la reproduction chez les pygargues à tête blanche qui consomment du poisson provenant des Grands Lacs demeure inférieur à celui des pygargues qui nichent à l'intérieur des terres. Le rétablissement de cette espèce est toutefois compromis par la présence de contaminants, l'absence d'habitats appropriés et, peut-être, le manque de nourriture. L'agriculture, l'étalement urbaine et d'autres perturbations associées à l'activité humaine ont entraîné la disparition des habitats favorables au pygargue à tête blanche sur plus de 80 p. cent du littoral du lac Érié et de vastes portions des rives des lacs Ontario, Michigan et Huron (figure 7).

L'exposition aux contaminants a également eu des effets néfastes sur le vison et la loutre. Ces deux espèces vivent en milieu humide, à proximité du littoral, et se nourrissent de poissons provenant des Grands Lacs. Le vison se nourrit essentiellement d'autres mammifères, mais il consomme souvent des oiseaux, des poissons et des invertébrés. Le vison est l'un des mammifères les plus sensibles aux BPC, l'exposition aux PCB entraînant chez cette espèce des troubles de la reproduction et la mort. La loutre semble moins sensible que le vison aux contaminants chimiques, mais son régime essentiellement piscivore l'expose à des concentrations de contaminants plus élevées. Les fluctuations de population observées chez le vison rappellent les tendances décelées chez les oiseaux piscivores. Le déclin s'est amorcé vers le milieu des années 50 et s'est poursuivi jusqu'au début des années 70. La situation semble toutefois s'être améliorée passablement au cours des années 80. Bien qu'on n'ait pas observé les mêmes tendances chez la loutre, la diminution du taux de reproduction a ralenti le rétablissement de cette espèce. Le vison et la loutre pourraient servir d'indicateurs biologiques des niveaux de contamination par les BPC des habitats humides du littoral des Grands Lacs. Le rétablissement des populations de ces mammifères pourrait indiquer que les BPC sont complètement disparus des Grands Lacs.

S'il est vrai que les communautés aquatiques sont aujourd'hui moins exposées à la majorité des contaminants toxiques connus, les effets d'une exposition prolongée à de faibles concentrations de substances toxiques persistantes demeurent incertains.

Dans l'ensemble, l'état des communautés aquatiques est variable ou s'est amélioré. Cette évaluation s'appuie sur le redressement de la situation observé par suite des campagnes de lutte contre la pollution entreprises au cours des années 70.

4.2 PRINCIPALES CONTRAINTES SUR LES COMMUNAUTÉS AQUATIQUES

Les communautés aquatiques des Grands Lacs demeurent exposées à toute une série de contraintes physiques, chimiques et biologiques. En ordre d'importance, les principales contraintes qui s'exercent sur ces communautés sont :

- l'introduction d'espèces exotiques, la surpêche et l'ensemencement excessif (comprenant des espèces non indigènes); ces facteurs contribuent au déséquilibre des communautés aquatiques et à la perte de biodiversité;

- la dégradation et la perte des habitats dans les affluents et à proximité du littoral, en particulier des milieux humides côtiers;

- les effets des contaminants toxiques persistants;

- l'eutrophisation dans certaines secteurs bien circonscrits.

Espèces exotiques, surpêche et perte de biodiversité

S'il est vrai que les contraintes physiques et chimiques ont contribué à miner l'intégrité de l'écosystème des Grands Lacs, les contraintes biologiques ont joué un rôle encore plus dévastateur. La surpêche et l'introduction d'espèces exotiques, en particulier, ont eu des répercussions extrêmement néfastes sur la structure et l'équilibre des communautés aquatiques. Cet aspect est étudié plus à fond dans la section traitant de la santé des communautés aquatiques.

Dégradation et perte d'habitats aquatiques et de milieux humides

La dégradation et la perte d'habitats sont l'une des principales sources de stress pour les communautés aquatiques. L'habitat global, avec ses caractéristiques physiques, chimiques et biologiques, constitue l'environnement ambiant de ces communautés (figure 2). Les hautes terres sont également une source de préoccupation, car elles ont un impact sur les écosystèmes aquatiques.

Les milieux humides, les affluents, les voies interlacustres, les lacs et les zones côtières jouent tous un rôle déterminant sur la santé de l'écosystème des Grands Lacs. En définitive, la santé de l'écosystème des Grands Lacs est étroitement liée à la santé, à l'accessibilité et à la capacité de support de ces composantes. L'habitat qui est important pour une espèce donnée est la portion de l'environnement qui influe directement sur sa survie durant toute la durée de son cycle évolutif. Aux fins du présent rapport, nous avons accordé une attention particulière aux habitats aquatiques qui sont associés directement aux Grands Lacs.

Les données sur la qualité et la quantité des habitats aquatiques à l'échelle du bassin sont peu nombreuses et, du reste, incomplètes. Les meilleures informations dont nous disposons concernent les milieux humides. Aux États-Unis, on est en train d'élaborer un programme d'inventaire national des milieux humides en vue de produire des cartes pour chaque bassin hydrographique sur la base des informations recueillies. Environnement Canada, en collaboration avec d'autres organismes et divers groupes, recueille des données sur les habitats dans le cadre d'un certain nombre de programmes. En dépit de ces initiatives, l'évaluation quantitative de l'état des habitats demeure largement descriptive et anecdotique, et il n'existe aucun système reconnu de classification valable pour l'ensemble du bassin qui permette d'intégrer tous les types d'habitats aquatiques et d'évaluer facilement leur état de santé. Les habitats aquatiques jouent un rôle déterminant à bien des égards, notamment en ce qui a trait au recyclage, à l'absorption et au transfert des éléments nutritifs. Ils comptent parmi les écosystèmes les plus productifs pour ce qui est de la croissance des organismes photosynthétiques (assimilation de l'énergie par les plantes). Ils interviennent dans le maintien de la qualité de l'eau et la régulation de la circulation et des niveaux de l'eau. Ils jouent un rôle indispensable et parfois très spécifique dans le déroulement du cycle de vie des organismes terrestres et aquatiques, dont les oiseaux, en leur fournissant des habitats pour pondre leurs oeufs, faire leur nid et élever leur progéniture, chercher leur nourriture ou s'abriter. Les habitats aquatiques et les espèces qui y vivent constituent la base d'une portion significative de la biodiversité totale de l'écosystème du bassin des Grands Lacs. Parmi tous les types d'habitats aquatiques, c'est la zone côtière (et les milieux humides qui s'y trouvent) qui joue le rôle le plus important en ce qui a trait aux fonctions susmentionnées. La figure 8 montre la répartition des milieux humides côtiers des Grands Lacs aux États-Unis.

On ne saurait trop insister sur l'importance des habitats aquatiques appropriés et diversifiés pour les communautés aquatiques en santé, car il s'agit de la composante la plus fondamentale de l'écosystème. Privées d'un habitat approprié pour pondre leurs oeufs, construire leur nid et élever leur progéniture, se reposer, chercher leur nourriture ou trouver un refuge, de nombreuses espèces de poissons et d'animaux sauvages ne peuvent survivre. Dans les lacs Ontario et Michigan et, dans une moindre mesure, dans les lacs Huron et Supérieur, l'introduction par ensemencement de prédateurs occulte les effets de la dégradation des habitats. Par exemple, les conséquences de la raréfaction des sites de frai deviennent moins évidentes, du moins en ce qui a trait à la production de poissons. Dans les zones extrêmement polluées des Grands Lacs, les communautés halieutiques ont peut-être déjà compensé partiellement ces effets en restructurant et en remplaçant les stocks qui dépendaient des affluents. Le manque de données sur le nombre et la qualité des habitats aquatiques à l'échelle du bassin est un obstacle important lorsqu'il s'agit d'évaluer l'état de santé des habitats, de quantifier leur statut et de favoriser le rétablissement des communautés aquatiques. La priorité en ce qui a trait à l'état de l'écosystème du bassin consiste à préserver la santé des habitats aquatiques et des milieux humides. Il est donc essentiel que l'on affecte plus de ressources à la protection de ces habitats qu'on l'a fait jusqu'à maintenant.

L'impact de la perte et de la dégradation des habitats physiques sur la santé des communautés aquatiques est perceptible à l'échelle de l'écosystème des Grands Lacs, mais il est particulièrement marqué dans les zones côtières et les milieux humides qui forment une bande relativement étroite le long du littoral. Ces habitats, fort diversifiés et complexes sur le plan biologique, contiennent des associations uniques d'organismes et fournissent de la nourriture et des refuges à de nombreuses espèces durant les périodes critiques de la reproduction et de la vie immature. Les hauts-fonds, particulièrement productifs, sont d'une importance cruciale pour les espèces de poissons fourrages et les échassiers.

La baisse de qualité des habitats situés en zone pélagique (en eau profonde) est moins bien documentée. La sédimentation semble toutefois avoir des effets néfastes sur les communautés benthiques et certaines zones de frai. L'anoxie observée dans l'hypolimnion du bassin central du lac Érié (couche profonde plus froide) continue d'affecter la communauté benthique, même si les mesures visant à réduire les apports d'éléments nutritifs ont permis de réduire la superficie de la zone touchée. L'anoxie observée dans le lac Érié pourrait être en partie imputable à des causes naturelles. Dans les zones moins profondes, par exemple certains secteurs de la partie occidentale du lac Érié et d'autres zones côtières, les communautés benthiques (ensemble des organismes vivant au fond du lac) ont été plus durement touchées par la pollution et la sédimentation. La situation semble toutefois en voie de s'améliorer dans la majorité de ces secteurs.

Dans la zone littorale, peu profonde et souvent caractérisée par la présence de végétation aquatique à racines, les communautés aquatiques ont subi des pertes importantes, tant sur le plan qualitatif que quantitatif. Bien que de nombreux facteurs soient en cause, il est clair que le drainage, la sédimentation, le remblayage et l'invasion par des espèces exotiques comme la carpe ont joué un rôle déterminant dans la destruction et la dégradation de l'habitat côtier. Ces mêmes facteurs ont également causé une dégradation importante et de lourdes pertes aux communautés aquatiques associées aux affluents et aux milieux humides. L'érection de barrages et de digues a entraîné la disparition d'autres milieux en les isolant des lacs. Enfin, un part de la dégradation de ces habitats est imputable à la modification de la séquence et de la durée des cycles d'inondation et d'assèchement engendrée par les fluctuations des niveaux d'eau des rivières et la régulation des niveaux d'eau des lacs. Ces perturbations ont détruit des communautés aquatiques qui s'étaient adaptées à des phénomènes cycliques bien établis depuis des centaines d'années.

La dégradation de l'habitat est également d'ordre chimique. Plusieurs facteurs ont contribué au phénomène : d'abord, l'épuisement des réserves d'oxygène dans les ports, puis la libération de quantités excessives d'éléments nutritifs et l'eutrophisation généralisée qui s'est ensuivie, et enfin, la contamination par des substances toxiques persistantes bio-accumulables et des produits toxiques non persistants.

La situation a été qualifiée de médiocre pour le premier facteur choisi comme indicateur de l'état des habitats aquatiques et des milieux humides, soit la perte d'habitats (tant sur le plan qualitatif que quantitatif). La perte de milieux humides aux États-Unis et dans certains secteurs côtiers de l'Ontario de même que la disparition des habitats riverains favorables à la truite mouchetée dans la partie inférieure des Grands Lacs ont été considérées comme des signes de détérioration. Dans le cas des milieux humides, notamment, les pertes à l'échelle du bassin ont été particulièrement lourdes. Selon certaines études, le développement aurait entraîné la disparition de tous les milieux humides dans certains secteurs côtiers des lacs Ontario, Érié, Michigan et Sainte-Claire. L'ampleur des pertes totales (tant en zone côtière qu'à l'intérieur des terres) est stupéfiante. Ainsi, dans les États du bassin des Grands Lacs, les pertes subies depuis les années 1780 s'élèvent à 60 p. cent. En Ontario, au sud du bouclier précambrien, on estime que ce pourcentage pourrait atteindre 80 p. cent. Ce processus de disparition ou de dégradation des milieux humides se poursuit, mais l'on ignore à quel rythme et dans quelle mesure ces pertes influent sur les taux de saine utilisation. Dans bien des cas, des milieux humides en apparence indemnes sont en réalité fortement dégradés sur le plan fonctionnel. Au nombre des facteurs en cause, mentionnons l'envasement, le développement dans les secteurs avoisinants, l'introduction de végétaux ou d'animaux non indigènes et d'autres sources de stress. On dispose de peu de données sur l'ampleur des pertes dans les autres types d'habitats, par exemple les hauts-fonds rocheux, les baies abritées, les estuaires et les affluents.

En revanche, pour ce qui est de la perte des petits cours d'eau formant l'habitat de la truite mouchetée dans la partie supérieure des Grands Lacs, on estime que la situation est bonne ou s'est améliorée. La faiblesse relative des taux d'urbanisation et de perturbations dues aux activités humaines dans cette région expliquent pourquoi la perte ou la dégradation des cours d'eau froide y est moins importante.

Le deuxième indicateur choisi, à savoir l'envahissement et le développement des milieux humides, indique que la situation est médiocre. Cette évaluation s'appuie sur l'ampleur des pertes et de la dégradation continues engendrées par l'aménagement urbain, l'utilisation des milieux humides à des fins récréatives, les pratiques agricoles et d'autres formes d'envahissement.

Les gains d'habitats et de milieux humides réalisés grâce aux mesures de protection, d'amélioration et de restauration étaient le troisième indicateur choisi. Tant à l'échelle du monde, des pays, des provinces ou des États, il existe des politiques et des programmes de protection des habitats et des milieux humides. De façon générale, l'effet net de ces mesures demeure limité, car les gains réalisés sont inférieurs aux pertes subies. Toutefois, dans certains cas, les résultats sont fort encourageants. À titre d'exemple, mentionnons le Plan nord-américain de gestion de la sauvagine, qui a permis de protéger plus de 17 500 hectares de milieux humides dans le bassin des Grands Lacs.

Substances toxiques persistantes

Comme nous l'avons déjà mentionné dans la section traitant de l'état des communautés aquatiques, la contamination du bassin par des substances toxiques persistantes a eu des conséquences néfastes pour les espèces de poissons et d'animaux sauvages qui y vivent. Au nombre des effets observés, mentionnons le dérèglement du fonctionnement biochimique et l'apparition d'anomalies pathologiques et de tumeurs ainsi que de troubles du développement et de la reproduction. Des études récentes donnent à croire que certains organochlorés à action estrogène sont impliqués dans la genèse d'anomalies de

développement chez les espèces sauvages. Ces manifestations pourraient à leur tour avoir pour effet de réduire la capacité des populations touchées de se maintenir. Chez les poissons, toutefois, il est difficile d'établir un lien de causalité entre l'exposition à un ou plusieurs produits toxiques et les effets. Des observations en laboratoire et sur le terrain semblent lier l'apparition de tumeurs chez les barbottes et les meuniers (deux espèces qui se nourrissent au fond) à la contamination des sédiments. En général, cependant, les effets d'une exposition à de faibles concentrations de contaminants sont moins évidents chez les poissons que chez les autres espèces d'animaux sauvages présentes dans le bassin. Le tableau 4 fournit une liste des contaminants d'intérêt prioritaire retrouvés dans le bassin des Grands Lacs. Pour évaluer l'impact des produits toxiques persistants, nous avons choisi trois indicateurs : les apports de contaminants toxiques persistants, les concentrations de contaminants chimiques dans le poisson et, enfin, les concentrations de ces mêmes produits chez le goéland argenté. Chacun de ces indicateurs nous révèle que la situation est variable ou s'est améliorée. Ainsi, les concentrations de substances toxiques persistantes ont nettement diminué depuis les années 70. Il est par contre plus difficile de se prononcer sur l'ampleur de la réduction des apports de produits toxiques persistants, faute de données détaillées valables pour l'ensemble du bassin. L'évolution de l'écosystème dans le temps nous indique toutefois que les concentrations de contaminants dans l'eau, les sédiments, le poisson et les autres espèces d'animaux sauvages ont diminué (figures 9, 10 et 11).

Les concentrations d'organochlorés dans les tissus des prédateurs dominant la chaîne alimentaire et des espèces de poissons fourrages ont fortement diminué entre la fin des années 70 et le milieu des années 80. Ce déclin semble toutefois moins prononcé depuis la fin des années 80 (figure 10). Les concentrations de certains contaminants ont cependant augmenté dans les tissus de certaines espèces de poissons dans certaines régions vers la fin des années 80, tandis que celles des métaux lourds sont demeurées relativement stables entre la fin des années 70 et le milieu des années 80. En dépit de cette tendance à la baisse généralisée, dans certaines régions des Grands Lacs, les concentrations de certaines substances toxiques persistantes demeurent suffisamment élevées chez certaines espèces de poissons pour en restreindre la consommation par les humains.

PRODUIT CHIMIQUE	RÉFÉRENCE							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Aldrine	T				T		T	
Benzo(a)pyrène	T		T		T		T	
Chlordane	T	T	T			T	T	
Cuivre	T	T	T					
DDT et ses métabolites	T	T	T		T	T	T	
Dieldrine	T	T	T			T	T	
Furane	T		T		T		T	
Heptachlore	T	T	T					
Époxyde d'heptachlore	T		T					
Hexachlorobenzène	T	T	T		T	T	T	
Plomb alkylé	T		T	T	T		T	
α hexachlorocyclohexane	T		T					T
ß hexachlorocyclohexane	T		T					T
Mercure	T	T	T	T	T	T	T	
Mirex	T		T		T		T	
Octachlorostyrène	T		T			T	T	
Biphényles polychlorés	T	T	T		T	T	T	
TCDD 2,3,7,8 (dioxine)	T	T	T		T	T	T	
Toxaphène	T	T	T		T	T	T	

1 = Accord relatif à la qualité de l'eau dans les Grands Lacs, annexe 1; 2 = Great Lakes Water Quality Initiative;
3 = Plan d'aménagement panlacustre, liste des polluants importants; 4 = Prévention de la pollution;
5 = Commission mixte internationale, liste de 11 polluants importants; 6 = Liste des substances d'intérêt prioritaire pour le lac Supérieur; 7 = Accord Canada-Ontario, liste des substances visées à l'étape 1; 8 = Accord Canada-Ontario, liste des substances visées à l'étape 2

Tableau 4. Contaminants d'intérêt prioritaire présents dans les Grands Lacs

Des changements de régime alimentaire pourraient expliquer pourquoi les concentrations de ces contaminants demeurent élevées, étant donné que les sources de nourriture varient tant sur le plan de la disponibilité que du niveau de contamination. Les fluctuations des taux de contamination observées chez les poissons pourraient donc être attribuables à des changements du comportement alimentaire chez les poissons ou chez d'autres maillons de la chaîne alimentaire.

Du fait qu'ils demeurent à l'année longue dans le bassin des Grands Lacs et qu'ils n'effectuent pas de migration contrairement aux autres espèces d'oiseaux piscivores, les goélands argentés adultes constituent de très bons indicateurs de la variabilité régionale des sources de stress qui s'exercent sur l'écosystème. Au début des années 70, le Service canadien de la faune a commencé de surveiller le succès de la reproduction du goéland en divers endroits des lacs Érié et Ontario et, en 1975, des lacs

Supérieur et Huron. Aucun fléchissement du succès de la reproduction n'a été observé dans la majorité des sites d'observation des lacs Supérieur et Huron depuis 1975. En revanche, dans les autres lacs plus fortement contaminés et densément peuplés, on a noté une augmentation du succès de la reproduction depuis le début des années 70. Après avoir atteint un sommet au début des années 70, les concentrations de résidus d'organochlorés dans les oeufs de goéland argenté ont commencé à diminuer à partir de 1974 (figure 11).

Les concentrations de résidus chimiques dans les oeufs de goéland argenté font l'objet d'une surveillance depuis 1974. Dans plus de 80 p. cent des stations d'échantillonnage, on a noté une réduction statistiquement significative des concentrations d'organochlorés, dont les BPC, le DDT/DDE, le mirex, la dieldrine et l'hexachlorobenzène. Des réductions comparables ont été enregistrées pour certains produits chimiques faisant l'objet d'une surveillance depuis moins longtemps, en particulier l'oxychlordane, le photomirex et la 2,3,7,8-tétrachlorodibenzo-*p*-dioxine. La plus forte diminution est survenue entre 1974 et 1981; depuis, les concentrations continuent de diminuer plus lentement ou se sont stabilisées. Entre 1991 et 1992, on a observé une hausse des concentrations de certains contaminants dans certaines régions. Le phénomène demeure inexpliqué mais pourrait être imputable à des modifications du comportement alimentaire induites par des perturbations dans la chaîne alimentaire.

Dans l'ensemble, les programmes de dépollution ont permis de réduire de façon substantielle les concentrations de contaminants dans le bassin, même s'il est vrai que cette décroissance est moins rapide depuis quelques années. Malgré les progrès réalisés à ce chapitre, il importe de réaliser qu'il faudra abaisser encore de dix fois les concentrations de nombreux contaminants avant d'atteindre des niveaux de risque acceptables. De plus, lorsqu'on comprendra davantage les effets d'une exposition prolongée aux contaminants toxiques et les répercussions d'une telle exposition sur le système endocrinien, il se peut que de nouvelles réductions s'imposent pour atteindre des niveaux de risque acceptables.

Eutrophisation

Même s'il ne s'agit plus d'un problème généralisé à l'échelle des Grands Lacs, l'eutrophisation continue d'avoir des effets importants sur les communautés aquatiques dans certains secteurs localisés. Le problème est particulièrement préoccupant dans les affluents, les baies, les marais côtiers et les milieux humides situés à l'intérieur des terres.

L'enrichissement en matières nutritives favorise la prolifération des algues, lesquelles, en se décomposant, épuisent les réserves d'oxygène nécessaires au maintien des autres organismes aquatiques. En restreignant la pénétration de la lumière, les algues peuvent également compromettre la survie des plantes à racines.

La situation peut être qualifiée de bonne ou de restaurée pour trois indicateurs. Dans le cas des apports de phosphore total, le premier de ces indicateurs, les objectifs prévus par l'Accord relatif à la qualité de l'eau dans les Grands Lacs ont été atteints dans les lacs Supérieur, Huron et Michigan et sont en voie de l'être dans les lacs Érié et Ontario. Pour les concentrations de phosphore total en eaux libres, deuxième indicateur, les objectifs de l'Accord ont été atteints dès 1990 dans tous les lacs. Il convient toutefois de noter que les concentrations ont oscillé autour des limites prévues dans le lac Érié en 1991 et en 1992 (figure 12). Enfin, la situation est également considérée comme bonne ou restaurée dans le cas du troisième indicateur, soit les concentrations de chlorophylle *a* dans la partie inférieure du bassin des Grands Lacs. Cette variable est un indice de la productivité du système (croissance des algues). Les faibles concentrations de chlorophylle *a* observées à l'heure actuelle correspondent à l'objectif fixé pour ces lacs dans le cadre de l'Accord, lequel prévoit une réduction de la biomasse algale jusqu'à un niveau

inférieur au seuil de nuisibilité. Toutefois, l'eutrophisation et/ou la prolifération des algues nuisibles demeurent un problème dans 21 des 42 secteurs de préoccupation.

Selon le quatrième indicateur choisi, soit les concentrations d'oxygène dissous dans les eaux profondes du lac Érié, la situation est variable ou s'est améliorée. Les concentrations y sont nettement plus élevées qu'il y a vingt ans.

Malgré les progrès et la réduction des apports de phosphore, des épisodes d'anoxie (raréfaction de l'oxygène) ont encore été observés à la fin de l'été entre 1987 et 1991 dans certains secteurs du bassin central. Cette anoxie soutenue pourrait être due à la libération continue de phosphore provenant de sédiments de fond plus anciens. Il se peut également que ces épisodes intermittents d'anoxie soient un phénomène naturel dans le bassin central du lac Érié.

Les nitrates et les nitrites sont également au nombre des éléments nutritifs qui font l'objet d'une surveillance dans les Grands Lacs. Les concentrations ont augmenté au cours des deux dernières décennies, en particulier dans le lac Ontario (figure 13). Les principales sources d'azote sont les écoulements provenant des terres cultivées, les rejets des installations municipales d'épuration des eaux usées et les retombées atmosphériques.

À l'heure actuelle, les concentrations en eaux libres ne constituent pas un problème de santé publique, car elles sont au moins 20 fois inférieures aux normes établies pour l'eau potable (10 mg/L). Toutefois, on continuera d'exercer une surveillance tant qu'on le jugera nécessaire.

5. SANTÉ ET BIEN-ÊTRE DES HUMAINS

À l'échelle du bassin, la situation relative aux contraintes exercées par les contaminants de l'environnement sur la santé humaine est variable ou s'est améliorée. Comme les données permettant d'étudier dans le temps les répercussions de ces contraintes dans la région des Grands Lacs sont relativement peu nombreuses, nous avons utilisé comme indicateurs de remplacement les concentrations de contaminants dans l'environnement ambiant ainsi que dans les poissons et le gibier. Ces variables nous indiquent que la situation est variable ou, dans certains cas, meilleure qu'elle ne l'était il y a quelques années. Cette évaluation s'appuie sur la diminution généralisée des concentrations de contaminants toxiques persistants observée à l'échelle des Grands Lacs dans tous les milieux, y compris les poissons, et tient compte du fait que la consommation de poissons est la principale voie d'exposition des humains aux contaminants dans les Grands Lacs.

Les indicateurs de l'état de santé des populations humaines peuvent être directs ou indirects. Au nombre des indicateurs directs, mentionnons l'incidence des anomalies congénitales et des cancers, la longévité, le poids corporel et le développement chez les enfants ainsi que l'incidence de diverses maladies associées à la pratique des sports nautiques ou à la consommation de l'eau potable. Les indicateurs indirects englobent la fermeture de plages et les mises en garde relatives à la consommation de poisson. Les données pour l'ensemble du bassin ne sont pas encore disponibles pour ces indicateurs, mais le document intitulé *Progress in Great Lakes Remedial Action Plans: Implementing the Ecosystem Approach in Great Lakes Areas of Concern*, rapport d'étape pour 1994, révèle qu'on a émis de telles mises en garde dans 35 des 42 secteurs de préoccupation des Grands Lacs et recommandé la fermetures de plages ou émis des directives restreignant la baignade ou d'autres activités récréatives dans l'eau dans 24 de ces 42 secteurs.

Comme la santé humaine reflète les effets des contraintes de tous genres et de toutes sources, il est extrêmement difficile et coûteux de mesurer directement les effets d'une source de stress en particulier ou d'une catégorie de sources. C'est la raison pour laquelle la majorité des indicateurs de la santé humaine sont exprimés sous forme de risques pour la santé imputables à un ensemble de contraintes. Un certain nombre de facteurs rendent difficile l'établissement d'un lien entre les contaminants de l'environnement et les effets sur la santé humaine. Parmi ceux-ci, mentionnons :

- le nature continue de l'exposition prolongée à de faibles concentrations de contaminants;
- l'exposition à un mélange de contaminants plutôt qu'à des composés particuliers;
- le grand nombre (et, dans certains cas, l'absence de définition précise) des effets sur la santé à examiner et les problèmes associés à la mesure de certains de ces effets;
- les difficultés entourant la planification des études expérimentales et, notamment, l'incapacité dans certains cas d'obtenir des échantillons d'une taille suffisante et des données suffisamment sensibles et précises pour détecter les changements;
- les relations dose-réponse;
- l'évaluation exacte de degré d'exposition;
- la présence de variables confusionnelles susceptibles de compromettre la validité des études.

Les contaminants de l'environnement ne sont qu'une des nombreuses catégories de variables qui influent sur la santé humaine. Jouent également un rôle déterminant à ce chapitre la nutrition, la qualité du logement, la constitution génétique, l'exposition à des agents pathogènes d'origine bactérienne ou virale ainsi que divers facteurs liés aux habitudes de vie, par exemple l'usage du tabac, la consommation d'alcool, la condition physique, le bien-être sur le plan social, etc.

Un certain nombre d'indicateurs permettent de mesurer indirectement les contraintes exercées par les contaminants de l'environnement sur la santé de la population du bassin des Grands Lacs. Des mesures de la qualité de l'eau ou de l'air, ou encore de la radioactivité atmosphérique ou totale en sont des exemples. Toutefois, même si l'on connaît l'ampleur des contraintes et des niveaux d'exposition, il est difficile de se prononcer sur les différences qui peuvent exister entre les seuils observés à l'échelle du bassin ou à l'échelle nationale ou globale. Pour pouvoir évaluer plus efficacement les répercussions des contraintes environnementales sur la santé humaine, il faudra obtenir de meilleures données sur les fluctuations dans le temps des charges corporelles, des niveaux d'exposition et des effets potentiels sur la santé.

Des centaines de produits chimiques ont été détectés dans l'écosystème des Grands Lacs. La Commission mixte internationale a classé onze de ces produits dans la catégorie des polluants critiques en s'appuyant sur les critères suivants : 1) présence dans l'environnement des Grands Lacs; 2) degré de toxicité; 3) persistance; 4) aptitude à la bioconcentration et à la bio-accumulation. Ces onze substances et plusieurs autres produits considérés comme d'intérêt prioritaire sont énumérées au tableau 4. Mis à part ces produits, de nombreuses substances méritent une attention particulière en raison de leurs effets, connus ou soupçonnés, sur l'écosystème et la santé humaine.

Pour les habitants du bassin des Grands Lacs, il existe plusieurs voies d'exposition aux contaminants toxiques persistants. La consommation de nourriture, en particulier de poissons contaminés, constitue la

principale voie d'exposition des humains aux BPC, aux dioxines, aux furanes, aux pesticides organochlorés et à certains métaux lourds. On estime que la nourriture représente entre 40 et 100 p. cent de l'apport total pour bon nombre de ces substances. Des études réalisés auprès de consommateurs de poissons vivant dans le bassin des Grands Lacs ont mis en évidence une corrélation entre la consommation de poissons de pêche sportive et la charge corporelle de BPC et de DDE dans le sang et le sérum. La consommation d'eau potable, l'inhalation d'air contaminé et l'exposition cutanée sont d'autres voies d'exposition. Dans le cas des contaminants de nature non chimique, tels les microbes, les principales voies d'exposition sont la consommation d'eau potable insuffisamment traitée et les activités récréatives comme la natation. Le protozoaire *Cryptosporidium*, par exemple, peut causer des problèmes importants lorsqu'il est présent dans l'eau potable. Ce pathogène a causé la mort d'une centaine de personnes et déterminé quelque 400 000 cas d'infection dans la région de Milwaukee en 1993.

Les habitants du bassin des Grands Lacs, comme ceux des autres régions, sont exposés à un grand nombre de polluants toxiques présents dans l'environnement. Parmi les produits qui suscitent une attention particulière en vertu de l'Accord relatif à la qualité de l'eau dans le Grands Lacs, mentionnons les dioxines et les furanes, les pesticides organochlorés et leurs sous-produits comme l'hexachlorobenzène, les sous-produits de combustion comme les hydrocarbures aromatiques polycycliques et certains métaux et leurs composés comme le cadmium, le plomb et le mercure. La figure 14 illustre les fluctuations dans le temps des concentrations de BPC et de DDT dans le lait humain. Les éléments radioactifs comme le radon et des contaminants de l'air comme l'ozone doivent également être considérés comme des contaminants.

Même si un grand nombre de données scientifiques confirme la nocivité de ces produits, on ignore encore l'ampleur de leurs effets sur la santé des habitants de la région des Grands Lacs. Plusieurs facteurs expliquent cette incertitude, notamment la rareté des statistiques valables sur la santé (indicateurs) permettant de comparer les fluctuations spatio-temporelles de l'état de santé des diverses populations habitant la région des Grands Lacs à celles des populations vivant ailleurs. On manque de données valables sur la croissance et le développement mental et physique normaux des enfants, l'état de santé général et la longévité des personnes vivant dans diverses régions ainsi que le nombre de personnes qui consultent pour une infection après s'être baignées ou avoir consommé de l'eau potable ou qui doivent être hospitalisées parce qu'elles souffrent des effets nocifs d'une exposition à des contaminants chimiques de l'environnement. On manque également de données sur les taux d'anomalies congénitales ou de cancer dans certaines régions du bassin. L'importance de l'exposition (types de contaminants en cause et degré d'exposition) est aussi difficile à évaluer. Un grand nombre de contaminants présents en faibles concentrations peuvent s'accumuler lentement dans l'organisme, tandis que d'autres sont excrétés sans laisser de trace, bien qu'il ait pu causer des dommages.

Jusqu'à présent, les chercheurs dans le domaine de la santé et les décideurs ont en général accordé la priorité aux événements dramatiques mettant la santé de la population en danger (p. ex., déversements massifs de produits chimiques, périodes de smog) ou aux troubles de santé particulièrement graves comme les cancers. Des observations scientifiques récentes, effectuées dans la plupart des cas sur des animaux, laissent craindre qu'une exposition à de faibles concentrations de certains contaminants puisse avoir des effets subtils sur la reproduction et le développement ainsi que des effets physiologiques imperceptibles à court terme, mais graves et cumulatifs à long terme. Ces effets se manifestent sur divers plans, notamment : immunotoxicité, neurotoxicité, mimétisme hormonal, effets subtils sur le développement prénatal et postnatal, baisse de la fécondité. Les gouvernements canadien et américain ont adopté une approche axée sur la pondération des données en vue d'évaluer les effets des contaminants sur la santé humaine. Cette approche prend en compte des renseignements émanant de diverses sources, en particulier des observations effectuées sur des animaux et des humains, et permet

de formuler des hypothèses éclairées qui pourront être vérifiées par la suite dans le cadre d'études médicales et scientifiques de longue durée.

La santé de la population du bassin des Grands Lacs s'est améliorée considérablement depuis le début de la colonisation, comme en témoignent l'augmentation de la longévité et la réduction des taux de maladies infectieuses mortelles ou incapacitantes comme la poliomyélite et la fièvre typhoïde. Toutefois, une bonne part des progrès réalisés sont imputables à l'amélioration des mesures d'hygiène, à la découverte des vaccins et à l'application de mesures de décontamination de l'eau potable. En revanche, l'incidence de certains types de cancers et de certaines maladies respiratoires augmente lentement mais progressivement, et nous ignorons l'ampleur du rôle joué par les nombreux contaminants de l'environnement à cet égard. En outre, il y a de bonnes raisons de croire que certaines catégories de contaminants chimiques peuvent entraver la reproduction et le développement chez les animaux et les humains. Il convient d'examiner plus à fond ces signes et les autres effets subtils des contaminants de l'environnement sur la santé humaine.

Si l'on compare le bassin de Grands Lacs à d'autres régions, les données existantes démontrent que les concentrations de contaminants d'intérêt prioritaire tels que les BPC, les dioxines et les furanes dans les tissus des personnes résidant dans la région des Grands Lacs sont semblables à celles décelées dans d'autres régions. Ces résultats portent à croire que le niveau d'exposition est également semblable. Le tableau 5 compare les concentrations de BPC détectées dans le lait humain à l'échelle du territoire continental américain et dans la région des Grands Lacs. Le fait que les taux observés dans la région des Grands Lacs ne diffèrent pas des taux observés ailleurs ne signifie pas pour autant qu'ils sont acceptables.

Région/Année	Nombre d'échantillons	% échantillons positifs	Moyenne arithmétique (ppm)	Intervalle (ppm)
Michigan (1976)	95	100	0,82 (médiane)	0,1-3,3
Michigan (1977-1978)	1 057	100	1,5	0,3-5,1
Michigan (1982)	138	100	0,74 (médiane)	
Caroline du Nord ('78-'84)	617	94	1,5 (médiane)	0,3-14,8
Binghamton, N.Y. ('85-'87)	7	Réunis	0,15	
St.-Laurent, N.Y. (1990)	57		0,405	0,25->1,0
États-Unis (1979)	50	2	>1 (médiane)	>1-3
États-Unis (1979-1980)	102	100	0,97	0,08-4,4

Tableau 5. Concentrations moyennes de BPC dans le lait humain dans diverses régions des États-Unis et dans le bassin du Saint-Laurent

6.0 ASPECTS SOCIO-ÉCONOMIQUES

La croissance de l'économie nord-américaine a suivi l'arrivée des Européens, qui ont apporté avec eux l'agriculture intensive, l'exploitation des ressources, l'urbanisation et une foule de plantes et d'animaux exotiques. Or, cette croissance a entraîné une perturbation importante de l'écosystème. La conversion des prairies et des forêts naturelles en terres agricoles a eu un impact énorme sur la flore et la faune

indigènes de toute la région. Les infrastructures de transport et les manières intensives d'utiliser le territoire qui accompagnent l'urbanisation ont aussi eu leur impact, et l'étalement urbain constitue aujourd'hui une source additionnelle de stress pour l'écosystème. Par contre, la vigueur de l'économie fournit les ressources et les capacités nécessaires à la restauration de l'écosystème et au maintien de son intégrité.

Les Grands Lacs et leurs affluents ont d'abord servi de voie d'accès et de transport pour la mise en valeur d'une partie importante de l'intérieur du continent. La richesse agricole et minière de la région a permis le développement d'une économie fortement axée sur la production de fer et d'acier et la transformation des métaux. De ces premières industries ont essaimé un grand nombre d'entreprises manufacturières, produisant principalement des machines, de l'équipement (transport, etc.), des appareils, des matériaux de construction et des véhicules automobiles. Aujourd'hui encore, les industries des Grands Lacs ont besoin d'eau pour fonctionner, et les cinq secteurs manufacturiers qui utilisent le plus cette ressource sont : la production d'acier; la transformation des aliments; le raffinage du pétrole; l'industrie chimique et la fabrication du papier. La demande d'eau industrielle est actuellement en déclin dans le bassin des Grands Lacs, mais ceux-ci fournissent encore plus des trois quarts de cette eau.

C'est dans le bassin des Grands Lacs que se trouvent près de 11 p. cent des emplois en tout genre et 15 p. cent des emplois manufacturiers du Canada et des États-Unis. Cependant, l'économie de la région a ralenti au cours des dernières décennies, et le secteur manufacturier perd peu à peu sa prédominance d'autrefois. De 1970 à 1990, le bassin a perdu près de 21 p. cent de ses emplois dans ce secteur (figure 15). À titre de comparaison, le nombre des emplois manufacturiers a progressé de 22 p. cent au Canada et est demeuré presque stationnaire (gain de 0,3 p. cent) aux États-Unis. Il y a donc eu une redistribution massive des emplois dans la région. Ainsi, durant la même période, plus de 2 millions d'emplois ont été créés dans le secteur des services, ce qui représente une augmentation de plus de 100 p. cent.

L'économie régionale est fortement intégrée et constitue le plus grand ensemble binational du genre au monde. En 1992, les échanges entre le Canada et les huit États des Grands Lacs se sont élevés à 148 milliards de dollars canadiens (106 G$US), ce qui équivaut à 56,2 p. cent de tous les échanges entre les deux pays (figure 16). Les automobiles, les pièces d'auto et les moteurs représentaient les trois cinquièmes de ces échanges. Par ailleurs, un cinquième de tous les échanges commerciaux des États-Unis s'effectuent avec son voisin du nord, tandis que les deux tiers des exportations du Canada sont destinées aux États-Unis.

La population de la région n'est pas répartie de manière uniforme, se concentrant dans les zones urbaines. Environ les trois quarts des habitants vivent dans le bassin des lacs Michigan et Érié, un cinquième dans celui du lac Ontario, et le reste (un dixième) dans le bassin des lacs Huron et Supérieur (figure 17).

La majorité des habitants vivent dans les 17 plus grandes zones urbaines du bassin des Grands Lacs, dont la plupart sont situées sur les rives des lacs. Six de ces zones renferment 75 p. cent de la population canadienne des Grands Lacs, tandis que les 11 autres renferment 81 p. cent de la population américaine du bassin. Au total, environ 33 millions de personnes vivent dans le bassin des Grands Lacs. Il convient toutefois de noter que les estimations peuvent varier selon qu'on utilise comme limite du bassin, dans la région de Chicago, la ligne de partage des eaux actuelle ou celle d'autrefois.

Au cours des dernières décennies, la croissance de la population a ralenti. En effet, bien que la population totale du Canada et des États-Unis ait augmenté de 22 p. cent entre 1970 et 1990, passant de

225 à 275 millions d'habitants, celle du bassin des Grands Lacs s'est accrue de moins de 1 p. cent. En Ontario, où vivent plus du tiers des Canadiens, la population a fait des gains presque deux fois plus élevés que dans les États américains des Grands Lacs, mais le taux de croissance ralentit également dans cette province. La population des États des Grands Lacs a augmenté de seulement 1,7 p. cent entre 1970 et 1990, alors que celle de l'Ontario a progressé de 31 p. cent entre 1971 et 1991. Cependant, dans les limites de ce cadre démographique relativement statique, une redistribution importante de la population s'opère, et le phénomène a un impact considérable sur l'écosystème. En effet, à mesure que le centre des grandes villes et les campagnes se dépeuplent, la population des banlieues augmente à un rythme très rapide, souvent attirée par les plaisirs de la vie riveraine. De même, les industries et les entreprises de services quittent les zones bâties du centre des villes pour s'installer dans les régions périphériques situées en banlieue ou plus loin encore et dans les corridors reliant deux zones urbaines. Cet étalement est favorisé par la disponibilité de l'eau et des terres, le coût moins élevé de la main-d'oeuvre, l'accès aux moyens de transport, la proximité de nouveaux marchés résidentiels et d'autres facteurs liés aux coûts et aux services.

En fait, les phénomènes de démographie et de développement connexe qui ont le plus d'impact sur le bassin des Grands Lacs et les régions voisines sont la croissance ininterrompue des grandes régions urbaines et l'étalement presque anarchique des quartiers résidentiels ou autres à faible densité. Les conséquences néfastes de ces tendances sont bien connues : pollution accrue de l'eau et de l'air, consommation plus grande d'énergie pour le transport et les besoins domestiques, empiétement accru sur les terres agricoles et les zones naturelles, coût plus élevé du logement, besoins onéreux en matière d'infrastructure, désinvestissement dans les vieux quartiers et perturbation des milieux sociaux. Ces effets laissent présager un avenir difficile, et peut-être non viable, pour l'écosystème du bassin des Grands Lacs. Il est cependant possible que le coût de plus en plus élevé d'étendre les services d'utilité publique et les services urbains de base aux secteurs à faible densité finisse par ralentir le processus et favoriser des modes de développement plus viables. Un des problèmes qui fait obstacle à un tel changement est l'absence de comptabilité indiquant de manière exacte et visible le coût réel de l'étalement des banlieues pour la société. Il faudrait donc une nouvelle philosophie d'aménagement du territoire, plus axée sur l'intensification du développement à l'intérieur de limites prescrites et sur le potentiel des infrastructures actuelles. Une telle philosophie est déjà appliquée dans certains pays.

L'agriculture du bassin des Grands Lacs, à la fois diversifiée et productive, représente une portion importante de l'activité économique du bassin et même des deux pays. En valeur et en volume, les ventes de produits laitiers, de céréales industrielles et de bétail sont les pierres d'assise du secteur agricole de la région. De plus, le territoire renferme quelques zones peu étendues dont le climat particulier favorise un grand nombre de cultures spéciales. Comme l'agriculture est une activité soumise aux caprices des conditions météorologiques, la productivité agricole du bassin serait gravement menacée en cas de changement climatique important. L'utilisation des produits chimiques et l'érosion des sols soulèvent également des préoccupations. En effet, dans la partie américaine du bassin, l'érosion emporte chaque année plus de 57 millions de tonnes métriques (63 millions de tonnes anglaises) de sol, ce qui entraîne une perte de rendement des cultures, une utilisation accrue d'engrais et un envasement accéléré des ruisseaux et des rivières se jetant dans le lac.

Heureusement, le développement a aussi des effets positifs sur le bassin des Grands Lacs. Celui-ci, avec ses 260 000 kilomètres carrés (100 000 milles carrés) d'eaux navigables et ses 16 926 kilomètres (10 579 milles) de rivage, soutient une industrie de récréation côtière en plein essor. Le secteur de la navigation de plaisance comprend les fabricants et vendeurs d'embarcations, les exploitants de port de plaisance, les fournisseurs d'équipement nautique et les millions de plaisanciers et de pêcheurs sportifs. On estime qu'entre 900 000 et un million d'embarcations de plaisance des deux pays parcourent les Grands Lacs chaque année, pour des retombées directes de plus de 2,8 milliards de dollars canadiens

(2 G$US). La pêche sportive dans les Grands Lacs, étroitement liée à la navigation de plaisance, est une composante importante des pêcheries de la région. Selon des enquêtes menées par le gouvernement des États-Unis, 2,55 millions d'Américains ont pratiqué la pêche sportive dans les Grands Lacs en 1991 et dépensé, en frais de voyage et en achats d'équipement, l'équivalent de 1,86 milliards de dollars canadiens (1,33 G$US), soit environ 700 dollars canadiens (500 $US) chacun.

L'activité économique crée à la fois des contraintes pour l'écosystème et des moyens permettant de lutter contre ces contraintes ou d'en atténuer les conséquences. C'est dans cette perspective qu'il faut envisager les indicateurs économiques.

Nous avons retenu dix indicateurs économiques. La situation a été qualifiée de «médiocre» pour deux d'entre eux, à savoir l'investissement dans l'infrastructure, d'une part, et la perte des terres agricoles et l'étalement urbain, d'autre part. La première de ces mauvaises cotes traduit les investissements peu élevés des gouvernements dans l'infrastructure de base (routes, égouts et systèmes d'approvisionnement en eau). Les deux pays ont cependant consacré quelque 14 milliards de dollars canadiens (10 G$US) au cours des vingt dernières années à la construction d'usines d'épuration des eaux et à l'amélioration des systèmes d'égouts, en conséquence directe de l'Accord relatif à la qualité des eaux dans les Grands Lacs. La situation relative aux changements dans l'utilisation des terres a également été qualifiée de «médiocre», en considération du rythme auquel se poursuivent l'étalement urbain et la perte des terres agricoles.

La situation a été qualifiée de «variable/se détériorant» pour quatre des indicateurs économiques, soit l'emploi, la recherche et le développement, le revenu personnel ainsi que la croissance de la population et sa stabilité. De 1970 à 1990, la croissance de l'emploi n'a pas progressé au même rythme qu'à l'échelle nationale, tant au Canada qu'aux États-Unis. Au cours de cette période, le taux total d'emploi a augmenté de 53 p. cent aux États-Unis, tandis qu'il n'a progressé que de 25 p. cent dans la partie américaine du bassin. De même, ce taux s'est accru de 15 p. cent au Canada, contre seulement 6 p. cent dans la partie canadienne du bassin. Par ailleurs, le secteur de la recherche et du développement, qui constitue un indicateur du degré d'innovation technologique, montre depuis peu des signes de faiblesse dans le secteur manufacturier. Cependant, la situation de ce secteur pourrait bientôt changer et justifier la cote «variable/s'améliorant», avec l'émergence d'une «industrie environnementale» vigoureuse exploitant les technologies de conservation des ressources, de décontamination et de lutte contre la pollution et produisant divers biens et services servant à atténuer les effets néfastes de l'économie sur l'environnement et la société.

Ces dernières années, la croissance du revenu personnel a ralenti considérablement dans le bassin des Grands Lacs, par suite d'une perte d'emplois dans le secteur de la fabrication et d'un accroissement de l'embauche dans le secteur des services. Ainsi, le revenu personnel a augmenté de 140 p. cent entre 1970 et 1980, mais de seulement 83 p. cent entre 1980 et 1990.

Pour les quatre autres indicateurs économiques (prévention de la pollution, adoption d'une approche de gestion, conservation des ressources aquatiques et utilisation de l'eau par les habitants), la situation a été qualifiée de «variable/s'améliorant», ce qui traduit un changement d'attitude du public à l'égard de la conservation des ressources et du développement durable. Les préoccupations croissantes que soulèvent les questions environnementales et une réglementation énergique à cet égard ont attiré l'attention du public sur les liens qui existent entre l'environnement et l'économie et sur la notion de développement durable. Les stratégies ayant pour objectif la viabilité de l'avenir des Grands Lacs doivent viser à corriger le déséquilibre passé entre l'économie et l'environnement et à appliquer dorénavant les principes de gestion écosystémique et de développement durable. D'ailleurs, dans le cadre de la gestion et de la protection des ressources du bassin des Grands Lacs, on admet de plus en

plus les liens qui existent entre l'économie et l'environnement. L'étape qui reste à franchir, soit l'application concrète du principe de développement durable, constitue cependant une tâche colossale.

7. ÉTAT DE CHAQUE LAC

Étant donné la vaste étendue du bassin hydrographique des Grands Lacs, ses caractéristiques physiques comme le climat, les sols et la topographie varient grandement d'un bout à l'autre du territoire. Dans le nord, les sols sont acides, généralement minces, et recouvrent les roches granitiques précambriennes du Bouclier canadien (ou Bouclier laurentien). Le climat est froid, et les forêts sont dominées par des conifères.

Dans le sud du bassin, le climat est beaucoup plus chaud. Les sols, plus profonds, sont formés de couches ou de mélanges d'argiles, de limons, de sables, de graviers et de boulders laissés par les glaciers, les lacs glaciaires et les rivières. Le relief est plutôt plat, les terres sont généralement fertiles, et de grandes surfaces ont été drainées pour l'agriculture. La forêt décidue qui couvrait le territoire a fait place à l'agriculture et à l'étalement urbain. Par ailleurs, même si les Grands Lacs font partie d'un même système, chacun a des caractéristiques qui lui sont propres.

Il est admis que tous les aspects de l'écosystème des Grands Lacs sont liés entre eux, mais les organismes chargés de son aménagement ont tendance à se donner des priorités, parce qu'ils n'ont pas les moyens de s'occuper efficacement de toutes les questions environnementales qui relèvent d'eux. De plus, le nombre de gouvernements et organismes participant à la gestion des Grands Lacs est fort élevé : deux gouvernements fédéraux, un gouvernement provincial, huit gouvernements d'État américain, sans compter les milliers d'administrations locales et les divers groupes d'intervenants. La gestion globale de l'écosystème des Grands Lacs est donc une entreprise très complexe. Enfin, les organismes responsables de cette gestion et les autres intervenants que sont les scientifiques, le public et les entreprises industrielles ne s'entendent pas toujours sur les buts et objectifs à fixer pour l'écosystème de chaque lac.

L'Accord relatif à la qualité de l'eau dans les Grands Lacs répond à plusieurs de ces préoccupations. En effet, par cette entente, le Canada et les États-Unis s'engagent à élaborer et à appliquer pour chacun des Grands Lacs un plan d'aménagement panlacustre visant à réduire les apports de polluants critiques de manière à rétablir les possibilités de saine utilisation (le tableau 6 énumère les divers problèmes nuisant à une telle utilisation). De plus, au moyen d'une approche écosystémique intégrée et coordonnée, les parties examineront les autres sources de stress, afin de permettre l'élaboration et l'application d'un programme d'aménagement vraiment axé sur les écosystèmes. Les parties s'engagent enfin à rédiger et à mettre en oeuvre des plans d'assainissement, en collaboration avec les gouvernements des provinces et des États, les administrations municipales et les autres intervenants locaux (le secteur privé, les autochtones et le public en général). Les plans d'assainissement visent principalement à rétablir la qualité environnementale des 42 secteurs de préoccupation relevés dans l'écosystème du bassin des Grands Lacs. Par ailleurs, sous les auspices de la Commission des pêcheries des Grands Lacs, les organismes de gestion des pêches de l'Ontario et des États riverains sont en train d'élaborer des plans d'aménagement conjoints. Cette commission a été créée en 1955, avec la conclusion de la Convention entre le Canada et les États-Unis sur les pêcheries des Grands Lacs. En 1980, les organismes de gestion des pêches ont donné un cadre officiel à leurs activités intergouvernementales en ratifiant un Plan stratégique conjoint de gestion des pêcheries des Grands Lacs les engageant à fixer un ensemble d'objectifs, pour les communautés de poissons et les facteurs environnementaux connexes, à l'égard de chacun des Grands Lacs. Or, ces objectifs cadrent bien avec l'approche écosystémique privilégiée par l'Accord relatif à la qualité de l'eau dans les Grands Lacs de 1978. En 1987, afin de renforcer les

possibilités de liens entre cet Accord et le Plan stratégique conjoint, on y a ajouté des dispositions prévoyant l'établissement d'indicateurs et d'objectifs écosystémiques.

PROBLÈMES NUISANT À UNE SAINE UTILISATION DES LACS, PAR CATÉGORIE			
État de l'environnement	Habitats	Santé humaine	Utilisation humaine
1 2 3 4 5 6	7	8 9	10 11 12 13 14
1. Dégradation des populations de poissons et d'autres espèces sauvages 2. Dégradation du benthos 3. Dégradation des populations planctoniques 4. Eutrophisation et apparition d'algues indésirables 5. Tumeurs et autres difformités 6. Difformités et problèmes de reproduction chez les oiseaux et les autres animaux	7. Destruction de l'habitat des poissons et des autres espèces sauvages	8. Restrictions à la consommation de poissons et d'autres espèces sauvages 9. Fermeture de plages	10. Altération de la saveur du poisson et du gibier 11. Restrictions aux activités de dragage 12. Restrictions à la consommation de l'eau, ou problèmes de goût et d'odeur. 13. Dégradation esthétique 14. Coûts supplémentaires pour l'agriculture et l'industrie

Tableau 6. Problèmes nuisant à une saine utilisation des lacs.

Les organismes de gestion des pêches et les organismes responsables de la qualité des eaux commencent à travailler ensemble à l'atteinte des objectifs communs fixés dans le cadre des plans d'assainissement, des plans d'aménagement panlacustre et des plans de gestion des pêches, mais il reste encore beaucoup à faire en vue d'intégrer les cheminements et attentes distincts de ces organismes et des professions concernées.

Les organismes de gestion des pêches participent depuis une centaine d'années à des programmes d'ensemencement. Au début, ces programmes constituaient une réponse directe à l'épuisement des stocks de poissons qu'avaient provoqué la surpêche puis, plus récemment, la destruction des habitats et, de manière encore plus catastrophique, l'invasion des lacs par la lamproie marine. L'ensemencement avait également pour but important de lutter contre les populations excessives de gaspareau. Outre le touladi, on a privilégié comme espèces d'ensemencement les saumons quinnat et coho. Ces saumons atteignent l'âge adulte, se reproduisent et meurent en quatre ans et résistent donc mieux à la pression de prédation de la lamproie marine que le touladi, dont la croissance est plus lente. En ce qui concerne les saumons, le programme d'ensemencement a été couronné de succès et a permis une pêche sportive très rentable. Cependant, même s'il arrive que les deux espèces se reproduisent naturellement dans les Grands Lacs, la pêche demeure grandement tributaire de l'ensemencement. Dans le cas du touladi, les résultats sont jusqu'ici moins convaincants. En effet, l'espèce se reproduit peu de manière naturelle, sauf

dans le lac Supérieur et chez les quelques stocks qui existent encore dans le lac Huron. La destruction des habitats de reproduction est sans doute un facteur important de cet échec.

7.1 LAC SUPÉRIEUR

Des cinq Grands Lacs, le lac Supérieur est celui qui a la plus grande surface et le plus grand volume. C'est également le plus profond et le plus froid. On pourrait y mettre toute l'eau des autres Grands Lacs, et il resterait assez de place pour trois fois le lac Érié. Le lac Supérieur est aussi le plus grand lac d'eau douce au monde en surface, et le troisième en volume. À cause de sa taille, il a une durée de rétention de 191 ans. La durée de rétention se calcule à partir du volume du lac et de son débit de sortie moyen. On trouvera au tableau 1 des données supplémentaires sur le lac Supérieur.

Environ 740 000 personnes habitent le bassin hydrographique du lac Supérieur, soit 2 p. cent de la population totale du bassin des Grands Lacs. De ce nombre, environ 75 p. cent vivent aux États-Unis. La région est peu peuplée et peu industrialisée, la majeure partie du territoire est boisée, et l'agriculture est peu développée, à cause du climat fais et des sols de faible qualité. Ainsi, une quantité relativement faible de polluants pénètre directement dans le lac, sauf par voie atmosphérique.

En matière d'environnement, le lac Supérieur se distingue par sa grande qualité, si on le compare aux autres Grands Lacs et à bien des régions des États-Unis et du sud du Canada. Cet avantage est en grande partie attribuable à la population relativement faible et à l'infrastructure industrielle très limitée du territoire. Font cependant exception à cette qualité générale les sept secteurs de préoccupation, où des problèmes nuisent à une saine utilisation du lac et à la santé des communautés aquatiques. Ces secteurs sont : le cours inférieur de la rivière St. Louis et la baie du même nom, près de Duluth (Minnesota) et de Superior (Wisconsin); la baie Thunder, en Ontario; cinq secteurs d'importance moindre, à savoir les baies Jackfish et Nipigon ainsi que le havre Peninsula, en Ontario, et les lacs Torch et Deer, dans le Michigan. Le rétablissement des possibilités de saine utilisation progresse bien pour tous ces secteurs de préoccupation, comme le montrent le document *Progress in Great Lakes Remedial Action Plans: Implementing the Ecosystem Approach in Great Lakes Areas of Concern* et le tableau 7.

LAC SUPÉRIEUR	CATÉGORIES DE PROBLÈMES			
Secteur de préoccupation	État de l'environnement	Habitats	Santé humaine	Utilisation humaine
Havre Peninsula	99:9		9	9 999
Baie Jackfish	99 :		:9	9 9 9
Baie Nipigon	9 :9		99	9 9
Baie Thunder	9 :			9 9
Rivière St. Louis	99 :			: 9 9
Lac Torch	9 9999	9	(9	99999
Lac Deer	999999	9	9	99999

= Utilisation entravée par le problème
: = Problème probable, présumé, en cours d'évaluation, ou à incidence inconnue
9 = Aucune entrave à l'utilisation
(= Utilisation rétablie
On trouvera au tableau 6 une liste des problèmes de chaque catégorie.

Tableau 7. Secteurs de préoccupation du lac Supérieur.

La plupart des pertes subies par les communautés aquatiques sont dues à l'exploitation des ressources naturelles au cours de décennies antérieures, et particulièrement à la surpêche. Le deuxième facteur en importance est l'invasion du lac par la lamproie marine. C'est le touladi qui a subi les pertes les plus graves et les plus durables : de nombreux stocks génétiques de cette espèce ont disparu, dont tous ceux qui se reproduisaient dans les affluents du lac. Les stocks qui ont survécu se reproduisent naturellement mais ne parviennent pas à se maintenir : il faut compléter la reproduction naturelle en relâchant des sujets élevés en pisciculture.

Malgré les pertes génétiques subies par les stocks de poissons, la biodiversité du bassin du lac Supérieur est relativement intacte par rapport à celle des autres Grands Lacs. Les habitats des affluents sont dégradés dans bien des régions, mais il reste encore de vastes zones où les habitats sont de très grande qualité. Dans le cas du lac Supérieur, il s'agit donc de préserver les régions de relativement bonne qualité qui existent encore dans l'ensemble du bassin hydrographique. En ce moment, les principales sources de stress pour la communauté aquatique sont la grémille et la lamproie marine. La grémille est un poisson exotique sans valeur commerciale ni sportive qui a été introduit dans le port de Duluth avec l'eau de ballast de cargos transatlantiques. Elle ne cesse de se répandre, empruntant les eaux côtières, et on craint qu'elle ait un impact grave sur la perchaude et d'autres espèces indigènes. La lamproie marine a envahi le système des Grands Lacs au XIX^{e} siècle, probablement par l'Erie Barge Canal. L'ouverture du canal Welland puis des écluses de Sault-Sainte-Marie a permis à la lamproie de pénétrer dans les cinq Grands Lacs. En l'absence de prédateur naturel, elle a ravagé les populations de touladi des lacs Ontario, Érié, Michigan et, dans une certaine mesure, Huron. Certains stocks de touladi

du lac Supérieur ont été éliminés, mais un programme de lutte contre les lamproies lancé en 1958 a permis d'arrêter les dommages et de réduire de 90 p. cent l'abondance des lamproies dans le lac. Sans un tel programme, la survie des populations de touladi serait fortement compromise.

Les sources chimiques de stress les plus préoccupantes sont les produits toxiques persistants qui s'accumulent dans les tissus vivants. Bien que le lac Supérieur reçoive peu de polluants eu égard à son volume, ces substances peuvent demeurer dans la chaîne alimentaire assez longtemps, car il y a peu d'algues et de particules en suspension qui puissent les absorber et les entraîner au fond. Dans le Plan binational du lac Supérieur, on mentionne neuf produits chimiques préoccupants, dont le mercure, le DDT, les BPC et les substances apparentées au toxaphène. Le toxaphène persiste très longtemps dans le milieu aquatique et constitue un problème surtout dans le lac Supérieur et le nord du lac Michigan. Bien que l'interprétation des données sur le toxaphène soit compliquée par des contraintes d'analyse, il semble que les concentrations de ce produit n'aient pas beaucoup diminué depuis qu'on en a interdit l'utilisation comme insecticide. La teneur en toxaphène de certains poissons est telle qu'on a décidé d'émettre des mises en garde relatives à leur consommation.

C'est l'atmosphère qui apporte le plus de polluants dans le lac Supérieur, sous forme de retombées sèches et humides. C'est également la source de pollution la plus difficile à éliminer, car les polluants peuvent provenir d'endroits situés à des centaines ou des milliers de kilomètres et avoir subi de nombreuses transformations chimiques avant de se déposer sur le lac. Les retombées atmosphériques représentent environ 90 p. cent de toute la pollution toxique du lac Supérieur. Cependant, dans le cas des BPC et autres composés semivolatils, une bonne partie des apports finit par quitter le lac sous forme d'émissions atmosphériques (figure 18). La teneur des eaux en azote fait aussi l'objet d'une surveillance. La tendance est à la hausse, mais les augmentations observées n'ont aucun effet sensible sur l'écosystème. On soupçonne qu'elles soient imputables principalement à un apport d'azote provenant de l'atmosphère, et on estime à 58 p. cent la proportion des apports d'azote dus aux précipitations. Les tendances des concentrations de polluants dans les poissons du lac sont illustrées à la figure 10. Les concentrations de BPC présentes dans le touladi ont diminué de manière appréciable de 1977 à 1990, dans le lac Supérieur comme dans les autres Grands Lacs. Cependant, ces déclins ne se sont pas poursuivis par la suite, comme le montrent les figures 10 et 11. On ne sait pas encore si le phénomène est causé par la persistance de sources, par une remise en circulation de rejets antérieurs ou par des changements dans la chaîne alimentaire.

Des mises en garde sur la consommation du poisson sont en vigueur pour plusieurs espèces du lac Supérieur, à cause de polluants. La province et les États riverains émettent ces mises en garde en fonction de l'espèce et de la taille des poissons. On conseille au public de ne jamais consommer la forme siscowet du touladi et de limiter sa consommation de touladi en général, de truites brune et arc-en-ciel, de saumons quinnat et coho, de grand corégone, de doré jaune, d'éperlan et de cisco de lac. Ces mises en garde varient selon les espèces et les entités politiques responsables. Il est donc important de consulter les guides publiés par l'État ou la province concernés.

Malgré les réserves qui précèdent, le lac Supérieur est toujours considéré comme le plus intact des Grands Lacs. En 1989, la Commission mixte internationale (CMI) a demandé au Canada et aux États-Unis de faire du lac Supérieur une zone où serait interdite toute nouvelle source ponctuelle de produits toxiques persistants. Les parties ont répondu à cet appel en 1991 en créant le Programme binational du lac Supérieur. Ce programme prévoit le maintien et l'amélioration de la qualité des eaux du lac, la protection et s'il y a lieu le rétablissement de l'intégrité de son écosystème et le lancement d'un projet pilote visant à éliminer complètement les rejets ponctuels de neuf substances toxiques. On a dressé un plan d'action et déjà entrepris de nombreuses mesures en vue d'une élimination totale.

Cependant, pour supprimer efficacement les effets dus aux produits toxiques persistants, il faut aussi lutter contre les retombées atmosphériques de ces substances.

Le Programme binational est en évolution. On cherche à y intégrer tous les éléments d'un plan d'aménagement panlacustre et certaines questions relatives aux ressources naturelles, aux habitats, aux espèces exotiques et à la biodiversité, en prenant comme point de départ les indicateurs et objectifs écosystémiques précisés dans l'Accord relatif à la qualité de l'eau dans les Grands Lacs ainsi que les objectifs fixés pour les communautés de poissons dans le cadre du Plan conjoint de gestion des pêcheries des Grands Lacs.

Certains volets du plan d'aménagement panlacustre traitant du contexte et de la définition des problèmes sont déjà presque prêts en ce qui concerne les polluants critiques, les autres sources de stress et les objectifs écosystémiques. Ces volets seront présentés à la CMI d'ici septembre 1995. Par ailleurs, un calendrier de réduction des polluants critiques est en préparation; il sera présenté au public, aux fins d'observations, puis remis à la CMI.

7.2 LAC MICHIGAN

Le lac Michigan, troisième des Grands Lacs quant à sa surface, est le seul à se trouver entièrement en territoire américain. 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.

Le nord du bassin hydrographique du lac Michigan se trouve dans le secteur supérieur des Grands Lacs, froid et peu développé. Cette partie du bassin est peu peuplée, sauf la vallée inférieure de la rivière Fox, qui se draine dans la baie Green. Cette dernière possède une des pêcheries les plus productives des Grands Lacs, mais reçoit les rejets de la plus grande concentration au monde de fabriques de pâtes et papiers. Le sud du bassin hydrographique du lac, plus tempéré, est une des régions les plus urbanisées du système des Grands Lacs et comprend notamment les zones métropolitaines de Milwaukee et de Chicago. Quelque huit millions de personnes vivent dans cette région, soit environ un cinquième de toute la population du bassin des Grands Lacs. La population totale du bassin du lac Michigan est d'environ 14 millions. Heureusement pour le lac, le drainage de la plus grande partie de la région de Chicago a été détourné vers un autre bassin hydrographique. On trouvera au tableau 1 des données supplémentaires sur le lac Michigan.

De manière générale, la qualité environnementale du bassin diminue à mesure qu'on se dirige vers le sud. La pire dégradation s'observe dans les dix secteurs de préoccupation énumérés au tableau 8. Les secteurs les plus vastes et les plus dégradés sont ceux du port Indiana Harbour, de la rivière Milwaukee et de la baie Green, mais la rivière Kalamazoo renferme des quantités énormes de BPC. Les secteurs de Manistique, Menominee, Sheboygan, Muskegon et du lac White sont moins dégradés, mais divers problèmes nuisent à leur saine utilisation.

LAC MICHIGAN	CATÉGORIES DE PROBLÈMES			
Secteur de préoccupation	État de l'environnement	Habitats	Santé humaine	Utilisation humaine
Rivière Manistique	9 9999			9 9 9
Cours inférieur de la rivière Menominee	9999			9 999
Partie sud de la baie Green et rivière Fox	:			: 9
Rivière Sheboygan			9	9 999
Estuaire de la Milwaukee				9 9 9
Port de Waukegan	: 99:			: :99
Rivière Grand Calumet et Indiana Harbour Ship Canal				
Rivière Kalamazoo	99999:		9	99999
Lac Muskegon	: 9:		9	9 9
Lac White	: 9:		9	9 9

= Utilisation entravée par le problème
: = Problème probable, présumé, en cours d'évaluation, ou à incidence inconnue
9 = Aucune entrave à l'utilisation
(= Utilisation rétablie
On trouvera au tableau 6 une liste des problèmes de chaque catégorie.

Tableau 8. Secteurs de préoccupation du lac Michigan.

La communauté aquatique du lac Michigan a subi des transformations énormes. Les pêches ont été très productives jusqu'à ce que les stocks soient décimés par la surpêche et les espèces exotiques. La lamproie marine a éliminé tous les stocks de touladi et réduit gravement ceux de grand corégone et d'autres espèces. Heureusement, les populations de lamproies ont considérablement décliné grâce aux mesures de lutte mises en oeuvre au cours des années 60, ce qui a permis la survie des touladis et des saumons issus de l'ensemencement. L'augmentation actuelle du taux de blessures dues à la lamproie chez les touladis du nord du lac s'explique sans doute par la proximité de la rivière Sainte-Marie.

Par ailleurs, les populations de gaspareau ont augmenté de façon spectaculaire, en l'absence de prédateurs; on a même estimé que cette espèce constituait jusqu'à 90 p. cent de la biomasse totale du lac lors des mortalités massives des années 50 et 60. On a ensemencé le lac de saumons coho et quinnat ainsi que de truites brune et arc-en-ciel, afin de soutenir la pêche sportive et d'augmenter la pression de prédation sur le gaspareau. Les populations de cette espèce ont baissé jusqu'à ne plus

représenter que 20 p. cent ou moins de leur effectif antérieur; ce déclin est imputable au faible taux de survie de l'espèce en hiver et à la prédation par les poissons issus de l'ensemencement. Cette diminution permet, depuis les années 80, un retour en force de trois espèces indigènes : la lotte, la perchaude et le cisco de fumage. Ce dernier est aujourd'hui plus abondant que ne l'était le gaspareau dans les années 70.

Les populations d'algues et de zooplancton ont aussi subi des modifications importantes, à cause de la prédation par les poissons, des changements dans la qualité des eaux et de l'invasion de celles-ci par des organismes exotiques, dont la moule zébrée et un petit crustacé, le *Bythotrephes caderstroemi.* On ne sait pas encore ce que deviendra à long terme la communauté aquatique du lac.

La pêche sportive est demeurée productive jusqu'au milieu des années 80. C'est alors qu'une épidémie de maladie rénale bactérienne a réduit de 50 p. cent ou plus l'abondance du saumon quinnat. L'effort de pêche sportive a lui aussi baissé de plus de moitié dans certains États, où ce saumon constituait la prise principale. On ne connaît pas encore la cause de l'épidémie. Par ailleurs, on a commencé à observer au début des années 90 un déclin marqué du taux de survie des oeufs de saumon coho en pisciculture. Le traitement des oeufs à la thymine permet d'enrayer ce «syndrome de mortalité hâtive», dont la cause écologique reste cependant inconnue. On n'arrive toujours pas à obtenir des populations de touladi se maintenant d'elles-mêmes par reproduction naturelle, mais les populations de grand corégone et de cisco de fumage ont augmenté, au point de soutenir aujourd'hui une pêche commerciale lucrative. La destruction des habitats et particulièrement des milieux humides touche une bonne partie du territoire, mais elle atteint des proportions très graves surtout dans le sud. Les pertes d'habitat et de biodiversité continuent de s'accumuler, sans que les principales sources de stress ne soient réprimées. Comme dans tout le bassin des Grands Lacs, les habitats et la biodiversité sont victimes de l'étalement urbain et de l'aménagement du territoire à des fins récréatives. L'inventaire des ressources actuelles avance, mais les pertes sont loin d'être compensées par les mesures de conservation et de restauration.

L'eutrophisation accélérée a été subjuguée, sauf dans certaines localités et dans la baie Green, où il reste beaucoup à faire malgré certains progrès. Sept des onze problèmes nuisant à la saine utilisation de ce secteur sont liés à un excès d'éléments nutritifs. La baie constitue un bon exemple de ce genre de problèmes et montre bien pourquoi aucune solution n'est envisageable sans une lutte contre l'érosion à l'échelle du bassin hydrographique.

En ce qui concerne les polluants persistants qui s'accumulent dans les organismes vivants, les tendances sont semblables à celles observées dans les autres Grands Lacs (section 4.2). Les concentrations de contaminants observées chez les poissons du lac Michigan sont parmi les plus élevées des Grands Lacs et se comparent à celles mesurées dans le lac Ontario (figure 10).

Des mises en garde relatives à la consommation de 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 et l'éperlan. Il est recommandé de ne jamais consommer les touladis ni les truites brunes de grande taille et de limiter sa consommation des autres espèces. Comme pour les autres Grands Lacs, les mises en garde varient selon l'espèce et de la taille des poissons et selon le lieu de pêche. Il est donc important de consulter les responsables de l'État concerné.

À l'échelle du lac, les polluants font l'objet de mesures dans le cadre du plan d'aménagement panlacustre et du Lake Michigan Mass Balance Study. En ce qui concerne les polluants critiques, une ébauche de plan d'aménagement panlacustre a été publiée vers le début de 1995. Ce document énumère les divers produits ainsi que leurs effets, précise les quantités pénétrant dans le lac et fixe cinq objectifs écosystémiques inspirés du plan d'aménagement panlacustre du lac Ontario. Le plan fera l'objet

d'audiences publiques et des modifications voulues, puis sera adopté. Il est principalement axé sur les produits toxiques, mais des travaux en cours permettront d'y intégrer les facteurs relatifs aux ressources naturelles et aux habitats. On mène par ailleurs des recherches visant à élargir les fondements scientifiques de la lutte contre les polluants.

La U.S. Environmental Protection Agency, en collaboration avec divers organismes fédéraux et d'État, a lancé le projet de recherches Lake Michigan Mass Balance Study, qui vise à enrichir les données actuelles sur les sources, les apports et le cheminement des contaminants toxiques. On cherchera à déterminer de quelle manière ces produits entrent dans l'écosystème du lac et y circulent. On établira également un modèle mathématique du lac, à partir d'un échantillonnage intensif visant l'eau des affluents, les retombées sèches et humides, l'enfouissement et la remise en suspension des sédiments ainsi que le mouvement des polluants dans les chaînes alimentaires (figure 19). On espère ainsi mieux prévoir dans quelle mesure une réduction des apports en polluants peut diminuer la concentration de ces substances dans les poissons. L'étude durera plusieurs années et améliorera la gestion des polluants à l'échelle du bassin hydrographique.

Des objectifs ont été approuvés en 1995 pour les communautés de poissons du lac Michigan, en réponse au Plan stratégique conjoint de gestion des pêcheries des Grands Lacs. Ces objectifs seront incorporés au plan d'aménagement panlacustre.

7.3 LAC HURON

Le lac Huron, qui comprend la baie Georgienne, est le deuxième des Grands Lacs en superficie. C'est aussi le troisième lac d'eau douce au monde en surface, et le sixième en volume. Son bassin hydrographique compte quelque 2,4 millions d'habitants, dont environ 55 p. cent vivent aux États-Unis. Comme dans le cas du lac Michigan, la partie nord du bassin est peu peuplée et très boisée. Cependant, le bassin de la rivière Saginaw fait l'objet d'une agriculture intensive et comprend les zones urbaines de Flint et de Saginaw et Bay City. La baie de Saginaw, comme la baie Green du lac Michigan, possède une pêcherie très productive. On trouvera au tableau 1 des données supplémentaires sur le lac Huron.

Le lac Huron a vraiment une situation médiane, tant par sa position géographique que par sa qualité environnementale. Les eaux du lac et les milieux humides du bassin sont de qualité relativement bonne, sauf dans les secteurs de préoccupation. La pêche se porte bien, mais il y a risque d'invasion par la lamproie marine à partir de la rivière Sainte-Marie, comme on le verra un peu plus loin. On a d'abord désigné cinq secteurs de préoccupation pour le lac Huron, mais un de ceux-ci, le port de Collingwood, a été nettoyé et rayé de la liste en 1994. Par ailleurs, la région de la rivière Sainte-Marie, située à cheval sur la frontière et à l'extrémité amont du lac, a d'abord été désignée comme secteur de préoccupation à cause de son degré de pollution. Il s'agit aussi d'une source importante et toujours croissante de lamproies. La lutte contre les rejets industriels progresse, et les apports de contaminants sont en régression. Les deux autres secteurs de préoccupation situés au Canada, la rivière Spanish et la baie Severn, répondent bien aux mesures d'assainissement et semblent se rétablir (tableau 9).

LAC HURON	CATÉGORIES DE PROBLÈMES			
Secteur de préoccupation	État de l'environnement	Habitats	Santé humaine	Utilisation humaine
Rivière et baie Saginaw	9			9
Port de Collingwood	(99(99	(	(9	99999
Baie de Severn	9 99		9	9 9 9
Rivière Spanish	::99:	:		9 99

= Utilisation entravée par le problème
: = Problème probable, présumé, en cours d'évaluation, ou à incidence inconnue
9 = Aucune entrave à l'utilisation
(= Utilisation rétablie

On trouvera au tableau 6 une liste des problèmes de chaque catégorie.

Tableau 9. Secteurs de préoccupation du lac Huron.

Le dernier secteur, celui de la baie Saginaw, est riche en ressources biologiques et constitue la plus vaste région côtière d'eau douce des États-Unis, avec ses 2 960 kilomètres carrés (1 143 milles carrés). La biodiversité de la baie et de son bassin hydrographique demeure très élevée, bien que 138 espèces animales et végétales y soient considérées en danger de disparition, menacées ou vulnérables. La région renferme toujours des habitats essentiels à des poissons et à d'autres espèces sauvages, et plus de trois millions d'anatidés (canards, oies, etc.) la traversent chaque année au cours de leur migration.

Environ 14 800 hectares (37 000 acres) de marais émergents bordaient autrefois la baie Saginaw. Il en reste moins de la moitié aujourd'hui. Les milieux humides, qui ont déjà couvert environ les deux tiers du bassin hydrographique, ne représentent plus qu'environ 15 p. cent de la superficie du bassin.

La baie Saginaw recueille les eaux de ruissellement d'un bassin de 22 530 kilomètres carrés (8 700 milles carrés), où vivent quelque 1,4 million de personnes, soit environ 35 p. cent de la population de tout le bassin du lac Huron. L'industrie et l'agriculture intensive occupant une place importante, la baie reçoit de grandes quantités de produits toxiques et d'éléments nutritifs. Ces apports ont diminué, mais la pollution et l'eutrophisation constituent toujours des problèmes, en partie à cause de la remise en circulation de dépôts antérieurs.

À ces sources anthropiques de stress s'ajoute un problème plus récent, l'invasion des eaux par la moule zébrée, qui risque d'avoir un impact important sur les communautés biologiques et le cycle des polluants.

Dans le reste du lac Huron, on estime que la communauté aquatique et la biodiversité sont dans un état satisfaisant, du moins dans le contexte actuel et par comparaison avec les autres Grands Lacs. Les populations de poissons fourrages semblent en santé. Les populations de doré jaune des baies Saginaw et Severn sont en voie de rétablissement, et le grand corégone a retrouvé ses grands effectifs d'antan. On craint cependant que le rétablissement du doré soit de courte durée, étant donné notamment la

croissance des populations de lamproie et les effets imprévisibles de la moule zébrée sur les chaînes alimentaires. Dans le nord du lac, la lamproie marine menace à long terme la santé des autres gros poissons. De plus, les populations de touladi ne se maintiennent pas encore d'elles-mêmes : elles sont appauvries sur le plan génétique et dépendent de la pisciculture pour leur reproduction. Le déclin des populations de doré jaune de la baie Georgienne soulève également des inquiétudes.

Des mises en garde relatives à la consommation du poisson (quantité et fréquence) sont en vigueur pour les saumons quinnat et coho, les truites brunes et arc-en-ciel, le doré jaune et la perchaude. Comme pour les autres Grands Lacs, ces mises en garde varient quant à l'espèce et à la taille des poissons et au lieu de pêche. Il est donc important de consulter les mises en garde émises par l'État ou la province concernés.

Le lac Huron est le plus important des Grands Lacs quant au nombre des oiseaux piscivores (se nourrissant de poisson) qui se reproduisent le long de ses côtes. Cette abondance s'explique par la superficie et la diversité des habitats disponibles. La plupart des populations nicheuses d'oiseaux piscivores sont en augmentation, dont celles de cormoran, de sterne caspienne et de balbuzard. Des couples de pygargue à tête blanche sont revenus nicher sur les rives du lac. La population de goéland argenté diminue dans quelques régions, mais cette baisse résulte sans doute plus de changements dans la structure des communautés de poissons que de la pollution. La sterne caspienne et le balbuzard ne manifestent plus de symptômes imputables aux polluants, mais ces espèces ne sont pas aussi sensibles que d'autres aux contaminants actuels. Les pertes de marais côtiers et d'autres milieux humides sont modérées par rapport aux pertes subies par les autres lacs, sauf en ce qui concerne la baie Saginaw. Cependant, cette destruction se poursuit sur les rives du lac et de ses affluents, ce qui constitue une grave menace pour les habitats, notamment pour les aires de repos et d'alimentation des anatidés migrateurs. Certains des milieux humides les plus utilisés comme aires de repos se trouvent près des baies Saginaw et Severn et de la rivière Sainte-Marie. Dans le passé, la mise en culture des terres et la construction de petits barrages à diverses fins ont entraîné la destruction d'une vaste superficie d'habitats humides dans le sud du lac Huron.

Les sources de stress qui menacent le plus le lac Huron sont des espèces exotiques comme la lamproie marine, la moule zébrée et la salicaire. Peu après son apparition dans le lac, la lamproie marine a connu une véritable explosion démographique et presque annihilé la pêche aux espèces indigènes dans les années 50 et 60. Vers la fin des années 50, sous les auspices de la Commission des pêcheries des Grands Lacs, le Canada et les États-Unis ont commencé à traiter les affluents et les eaux côtières au TFM, produit chimique servant à tuer les larves de lamproie dans les ruisseaux. Dès les années 70, on avait ainsi réduit de 90 p. cent les populations de lamproie de l'ensemble des Grands Lacs. Cependant, la lamproie constitue une menace croissante pour le lac Huron : sa population a doublé depuis 1985 dans le nord du lac, les méthodes de lutte actuelles ne permettant pas de détruire les populations qui se reproduisent dans la rivière Sainte-Marie, à cause du fort débit de ce cours d'eau et du grand nombre de ses baies et chenaux parallèles. Comme les saumons transportent les lamproies d'un bout à l'autre du lac, il est probable que le problème se répande.

Comme le montre la figure 20, la lutte contre la lamproie est essentielle et doit demeurer prioritaire si on veut éviter que les pêcheries du lac Huron disparaissent. On a besoin de données plus approfondies sur la répartition des lamproies larvaires et adultes, afin de trouver des méthodes de lutte non chimiques, non seulement pour traiter la rivière Sainte-Marie, mais également pour réduire l'utilisation du TFM, qui a des effets secondaires indésirables. Les travaux de recherche sont coordonnés par la Commission des pêcheries des Grands Lacs, mais leur coût risque d'augmenter de manière substantielle. Par ailleurs, l'invasion des eaux par la moule zébrée n'a pas encore atteint son point culminant, et on doit se contenter d'en surveiller la progression et d'étudier les liens de cause à effet qui caractérisent ce phénomène dont

on ne mesure pas encore l'impact futur sur les chaînes alimentaires, la communauté aquatique et la biodiversité.

Les concentrations de polluants dans les poissons et les oiseaux du lac Huron sont en baisse, comme pour les autres Grands Lacs (figures 10 et 11). Les principales sources de contamination qui demeurent sont les sédiments pollués par des rejets antérieurs, les retombées atmosphériques et les eaux de ruissellement.

Le développement riverain est une source de stress grandissante pour les habitats et les communautés aquatiques : les marais et autres milieux humides sont drainés ou comblés, souvent à des fins récréatives ou pour la construction de chalets et de résidences estivales. Les changements se produisent d'une façon graduelle, mais leur effet cumulatif est appréciable. Les zones les plus touchées sont celles qui subissent la pression des populations urbaines de Detroit et de Toronto.

On s'interroge de plus en plus sur la manière dont sont gérées les ressources naturelles du bassin, tant sur les terres publiques que sur les terres privées. Il arrive souvent que la gestion des terres relève d'un seul organisme, ayant un mandat unique et souvent étroit. Or, les mesures privilégiant au maximum la réalisation de ce mandat peuvent avoir un impact négatif grave sur l'ensemble de la communauté aquatique et sur ses composantes.

On risque par ailleurs d'adopter une attitude complaisante à l'égard du lac Huron. Vu sa situation «médiane», c'est le lac qui présente le moins d'enjeux spectaculaires et le moins d'intérêt pour les groupes de protection de l'environnement. Les problèmes sont pourtant réels, et il importe de cerner les secteurs du lac qui nécessitent une protection ou une restauration, puis de dresser un plan d'action permettant de résoudre les problèmes. Des objectifs sont déjà fixés pour les communautés de poissons, mais aucune structure n'a encore été créée en vue d'un plan d'aménagement panlacustre. Faute de ressources, l'élaboration d'un tel plan ne débutera sans doute pas avant 1998. En tout état de cause, le processus devra porter à la fois sur la qualité de l'environnement et sur la gestion des pêches.

7.4 LAC ÉRIÉ

Le lac Érié est le plus petit des Grands Lacs en volume, et le deuxième plus petit en surface. Il n'en demeure pas moins le dixième lac d'eau douce au monde en surface, et le seizième en volume. De tous les Grands Lacs, c'est le plus exposé au stress de l'urbanisation et de l'agriculture, car il recueille les eaux de ruissellement des riches terres agricoles du sud-ouest de l'Ontario et d'une partie de l'Ohio, de l'Indiana et du Michigan, et 17 zones urbaines de plus de 50 000 habitants se trouvent dans les limites de son bassin hydrographique. La population totale du territoire s'élève à environ 13 millions d'habitants, dont 88 p. cent vivent aux États-Unis. On trouvera au tableau 1 des données supplémentaires sur le lac Érié.

Le lac Érié compte huit secteurs de préoccupation (tableau 10), mais quatre autres secteurs, situés en amont près de Detroit et Sarnia, nuisent également à l'état du lac. Par contre, le secteur de la rivière Buffalo a peu d'incidence sur le lac Érié, car la plus grande partie de ses effluents sont entraînés vers la rivière Niagara et le lac Ontario. Les secteurs de la baie Presque Isle (Pennsylvanie) et du port de Wheatley (Ontario) sont d'importance relativement faible. Les autres secteurs (rivières Ashtabula, Cuyahoga, Black, Maumee et Raisin) posent des problèmes énormes, tout comme les secteurs situés en amont (rivières Sainte-Claire, Clinton, Detroit et Rouge).

LAC ÉRIÉ	CATÉGORIES DE PROBLÈMES			
Secteur de préoccupation	État de l'environnement	Habitats	Santé humaine	Utilisation humaine
Rivière Raisin	9 9999	9	9	9 999
Rivière Maumee	9 9	9		9 9
Rivière Black	: : :			: 9 :
Rivière Cuyahoga	: :			: : 9
Rivière Ashtabula	99 9		9	9 999
Baie Presque Isle	9 : 99 9	9	9	9 999
Port de Wheatley	9 : 9 : : 9		9 :	9 999
Rivière Buffalo	: 99 :		9	: 999

= Utilisation entravée par le problème
: = Problème probable, présumé, en cours d'évaluation, ou à incidence inconnue
9 = Aucune entrave à l'utilisation
(= Utilisation rétablie
On trouvera au tableau 6 une liste des problèmes de chaque catégorie.

Tableau 10. Secteurs de préoccupation du lac Érié.

Le lac Érié a une grande superficie, mais sa profondeur moyenne n'est que d'environ 19 mètres (62 pieds). C'est le moins profond des Grands Lacs. Les eaux se réchauffent rapidement au printemps, et il arrive souvent que toute sa surface gèle en hiver. C'est également celui qui a la durée de rétention la plus courte, soit 2,6 années. Le bassin occidental du lac, qui équivaut à environ le cinquième du lac, est particulièrement peu profond : 7,4 mètres (24 pieds) en moyenne. Tout comme les terres avoisinantes, les eaux du lac Érié sont très productives, nettement plus que celles des autres Grands Lacs.

Bien que le bassin du lac Érié soit le plus densément peuplé et le plus intensément exploité à des fins agricoles, l'effet des polluants est atténué par la sédimentation des algues productives et des fines particules de sol apportées par l'érosion des terres cultivées. C'est pourquoi les concentrations de polluants toxiques présentes dans les organismes ont toujours été plus faibles dans le lac Érié que dans les autres Grands Lacs. On craint cependant que le ralentissement de l'érosion, la baisse de concentration des éléments nutritifs et la réduction des populations algales par la moule zébrée n'entraînent une augmentation du taux de bio-accumulation.

En ce qui concerne la qualité de l'environnement, le lac Érié constitue un habitat fortement dégradé. Bien qu'il n'ait jamais été «mort» comme on le prétendait durant les années 60, le lac a été soumis à un stress intense par l'eutrophisation due à un excès d'éléments nutritifs. Les proliférations d'algues résultant de cette eutrophisation ont provoqué la fermeture de plages, la perturbation des chaînes alimentaires et

l'épuisement des réserves d'oxygène dans une bonne partie du bassin central du lac. Les investissements massifs dans le traitement des rejets municipaux et industriels et les programmes volontaires visant à limiter le ruissellement provenant des terres agricoles ont produit d'excellents résultats : on a atteint les objectifs fixés et obtenu sur le plan biologique les résultats escomptés. L'épuisement de l'oxygène grève toujours les eaux profondes du bassin central, mais l'étendue du problème est en régression. Dans le bassin occidental du lac, la teneur des eaux en phosphore a été pratiquement réduite au niveau cible, mais la remise en suspension des sédiments du fond pendant les tempêtes provoque un recyclage des éléments nutritifs qu'ils contiennent.

La communauté aquatique originale du lac a été dévastée par la pêche intensive, l'introduction d'espèces exotiques et l'élimination presque complète de la végétation indigène du bassin. Un certain rétablissement est observable, mais on ignore toujours quel type de communauté en résultera à long terme. Si certaines espèces comme les moules zébrées et les carpes ont un impact particulièrement grave, d'autres organismes, comme le gaspareau, l'éperlan, le baret, les saumons du Pacifique et un gobie introduit tout récemment, le *Neogobius melanostomus*, constituent des sources additionnelles de stress pour l'écosystème.

La moule zébrée et la moule quagga, deux mollusques exotiques, ont une prédilection pour certains habitats caractéristiques du lac Érié. Ces espèces sont semblables et très voisines, mais la moule quagga vit en eau plus profonde que la moule zébrée. En l'absence de prédateur ou de maladie naturels, leurs populations ont connu une croissance spectaculaire. Comme ces deux organismes filtreurs consomment une grande quantité de phytoplancton, ils ont eu des répercussions énormes pour l'écosystème, en modifiant de façon soudaine la qualité et la limpidité des eaux et en bouleversant les chaînes alimentaires.

Ainsi, de 1988 à 1991, la limpidité des eaux a augmenté de 77 p. cent, ce qui a eu pour effet de faciliter la pénétration de la lumière et de permettre aux plantes aquatiques enracinées de coloniser des milieux plus profonds. Le phénomène a été favorable à de nombreux organismes, mais a nui à la baignade et à la navigation de plaisance dans certains secteurs.

Les changements importants induits par les habitudes alimentaires des moules zébrées dans les chaînes alimentaires risquent de modifier profondément l'abondance future de diverses espèces de poissons. En effet, ces moules ont épuisé le phytoplancton servant de nourriture à d'autres filtreurs et ont par surcroît assimilé des produits toxiques. De plus, comme elles ont éliminé une bonne partie des particules qui absorbaient ou adsorbaient autrefois les polluants, une plus grande quantité de ces substances reste aujourd'hui dans l'eau. Il faut donc s'attendre à ce que les concentrations de polluants augmentent dans ce qui reste de phytoplancton et de zooplancton et même dans les poissons et autres espèces sauvages se nourrissant de plancton ou consommant directement les moules et d'autres organismes benthiques (vivant au fond). On conçoit donc que l'invasion des eaux par la moule zébrée ne fait pas qu'obstruer les prises d'eau et nuire au fonctionnement de diverses machines : les conséquences sont beaucoup plus complexes que ces seuls problèmes d'ordre mécanique.

Le grémille soulève également des préoccupations, même si ce poisson exotique ne s'est pas encore établi dans le lac Érié. L'espèce vit en eau chaude et peu profonde, habitat qu'on retrouve dans une grande partie du lac. Or, dans les Grands Lacs, plus de la moitié des habitats dont la température convient à la grémille se trouvent dans le lac Érié, et on ne connaît pas l'impact qu'une grande population de grémille pourrait avoir sur les communautés de poissons de ce lac. Cependant, si dans tous les habitats propices l'espèce y devenait aussi abondante qu'elle l'est aujourd'hui dans l'estuaire de la rivière St. Louis (se jetant dans le lac Supérieur), elle constituerait un problème important pour les pêches des Grands Lacs. Dans le cas de la perchaude, par exemple, un déclin aussi prononcé que dans l'estuaire

de la St. Louis aurait un effet désastreux sur cette pêche, dont les retombées sont de 141 millions de dollars canadiens (101 M$US) pour le seul lac Érié.

Autrefois, les principales espèces exploitées commercialement dans le lac Érié étaient le grand corégone, les dorés jaune et bleu, le touladi (présent uniquement dans les eaux froides et profondes du bassin oriental du lac) et l'esturgeon jaune. La disparition du touladi est essentiellement due à la surpêche et au stress environnemental. Les populations de corégone, de doré jaune et d'esturgeon ont diminué à cause de la surpêche, tandis que le doré bleu est disparu. En 1970, une forte concentration de mercure a entraîné la fermeture de la pêche commerciale au doré jaune, tant aux États-Unis qu'au Canada, et l'imposition de limites de possession pour les dorés capturés par les pêcheurs sportifs. Après 1972, comme la concentration de mercure avait diminué, on a rouvert la pêche sportive et permis la pêche commerciale avec certaines restrictions; dans le Michigan et l'Ohio, on n'a permis que la pêche sportive. Grâce à l'interruption de la pêche commerciale et aux limites imposées après sa réouverture, la pêche au doré s'est rétablie de manière spectaculaire dans le bassin occidental du lac .

Des mises en garde relatives à la consommation du poisson sont en vigueur pour le touladi, les saumons quinnat et coho, le doré jaune, l'achigan à petite bouche et le bar blanc. Comme pour les autres lacs, ces mises en garde diffèrent quant à l'espèce et à la taille des poissons et au lieu de pêche. Il est donc important de consulter les responsables de l'État ou de la province concernés.

Conformément à l'Accord relatif à la qualité de l'eau dans les Grands Lacs, les gouvernements du Canada, des États-Unis, de l'Ontario et des quatre États riverains (Ohio, Michigan, Pennsylvanie et New York) sont en train d'élaborer un plan d'aménagement panlacustre pour le lac Érié. Ce plan vise à rétablir et à protéger les possibilités de saine utilisation du lac, au moyen d'une démarche écosystémique. On tiendra compte des polluants critiques, des pertes d'habitat, des espèces exotiques et de la gestion des ressources naturelles, dont les communautés de poissons, pour lesquels des objectifs sont en préparation. Ces objectifs, découlant du Plan stratégique de gestion des pêcheries des Grands Lacs, font en ce moment l'objet d'une révision.

Quatre polluants critiques ont déjà été choisis en vue de mesures de lutte immédiates : les BPC, le DDT et ses métabolites, le chlordane et la dieldrine. La liste des autres polluants nécessitant des mesures de lutte sera établie dans le cadre de l'évaluation des problèmes nuisant à la saine utilisation du lac. Les activités résultant du plan d'aménagement panlacustre seront coordonnées étroitement avec les plans d'assainissement de tous les secteurs de préoccupation du bassin hydrographique du lac Érié et avec les programmes établis en aval, comme le Plan canado-américain de gestion des toxiques de la Niagara et le plan d'aménagement panlacustre du lac Ontario.

Lac Sainte-Claire

Le lac Sainte-Claire est peu profond et relativement petit : sa surface est de 1 114 kilomètres carrés (430 milles carrés) et son volume, de 4,2 kilomètres cubes (1 mille cube). Il est situé entre les lacs Huron et Érié, mais se trouve complètement à l'intérieur du bassin hydrographique du lac Érié. Il est entouré par une population humaine nombreuse et une infrastructure industrielle développée, ce qui a entraîné la destruction de la plupart des milieux humides et autres habitats riverains ainsi que la pollution des eaux et des sédiments. Ces pertes d'habitat constituent un problème important, car le lac Sainte-Claire et la rivière du même nom constituent des haltes importantes pour certains oiseaux et poissons migrateurs. Par ailleurs, l'introduction de la moule zébrée a eu des répercussions considérables sur l'écosystème du lac, même si on n'en connaît pas l'ampleur définitive. L'accroissement de la limpidité de l'eau induit par ce mollusque a modifié le cycle des éléments nutritifs, perturbé les chaînes alimentaires et permis à la

végétation aquatique d'envahir tout le lac. Cette végétation a amélioré les habitats, mais nuit à certaines activités récréatives.

Comme nous l'avons mentionné précédemment, quatre secteurs de préoccupation de la région du lac Sainte-Claire ont une incidence sur le lac Érié : il s'agit des rivières Sainte-Claire, Clinton, Detroit et Rouge. On n'a élaboré aucun plan d'aménagement panlacustre particulier pour le lac Sainte-Claire, mais il en sera tenu compte dans celui du lac Érié. On a fixé des objectifs pour les communautés de poisson du lac Sainte-Claire.

7.5 LAC ONTARIO

Le lac Ontario est légèrement plus petit que le lac Érié, situé juste en amont, mais il est beaucoup plus profond. Sa profondeur moyenne est de 86 mètres (283 pieds), et sa durée de rétention d'environ six ans. Parmi les lacs d'eau douce du monde entier, le lac Ontario est le treizième en superficie et le onzième en volume. Plusieurs grands centres industriels se trouvent sur ses rives, dont Hamilton, Toronto et Rochester. La rive américaine est beaucoup moins urbanisée que la canadienne, et l'agriculture n'y est pratiquée intensivement que sur une mince plaine côtière.

Quelque 6,6 millions de personnes vivent dans le bassin hydrographique du lac Ontario, dont près de 69 p. cent au Canada. La population vit principalement dans la moitié ouest du territoire, qui comprend la zone urbaine de Toronto-Hamilton et renferme plus de la moitié de la population canadienne du bassin des Grands Lacs. La population américaine se concentre dans les régions de Rochester et de Syracuse-Oswego. La région de Buffalo-Niagara a également un impact direct sur le lac Ontario, car ses rejets polluants aboutissent habituellement dans le lac Ontario, par la rivière Niagara, au lieu de se mêler aux eaux du lac Érié.

L'agriculture, le déboisement, l'urbanisation et la construction de barrages sur les ruisseaux ont eu des effets dévastateurs sur la communauté aquatique du lac Ontario, comme sur celle des autres Grands Lacs. Le saumon atlantique a été éliminé du lac par la surpêche et par l'envasement des habitats de reproduction.

Le lac Ontario compte sept secteurs de préoccupation (tableau 11), dont Toronto et le port d'Hamilton sont les plus importants. Les autres secteurs sont Port Hope et la baie de Quinte, en Ontario, ainsi que le ruisseau Eighteen Mile et les villes de Rochester et Oswego, dans l'État de New York. Un huitième secteur de préoccupation, celui de la rivière Niagara, est responsable d'environ 70 p. cent de l'apport de produits toxiques dans le lac Ontario. De plus, le secteur de la rivière Buffalo, qui se jette dans le lac Érié, a un impact principalement sur le lac Ontario, plutôt que sur le lac Érié.

LAC ONTARIO	CATÉGORIES DE PROBLÈMES			
Secteur de préoccupation	État de l'environnement	Habitats	Santé humaine	Utilisation humaine
Ruisseau Eighteen Mile	Toujours en cours d'évaluation			
Baie de Rochester	:			: 9
Rivière Oswego	: : : :		9	999 : 9
Baie de Quinte	: 9			9 9
Port de Port Hope	999999	9	99	9 999
Grande région de Toronto	: : :			9 9 9
Port d'Hamilton	9		(	9 9 9

= Utilisation entravée par le problème
: = Problème probable, présumé, en cours d'évaluation, ou à incidence inconnue
9 = Aucune entrave à l'utilisation
(= Utilisation rétablie
On trouvera au tableau 6 une liste des problèmes de chaque catégorie.

Tableau 11. Secteurs de préoccupation du lac Ontario.

L'eutrophisation du lac, jadis accélérée et généralisée, a fini par être contrôlée, mais ce phénomène constitue toujours un problème dans certaines baies et embouchures de rivière, notamment dans le port d'Hamilton et la baie de Quinte.

Les concentrations de polluants présentes dans les poissons suivent les mêmes tendances que dans les autres Grands Lacs (voir la section 4.2 et la figure 10), mais elles sont relativement élevées et comparables à celles observées au lac Michigan. La teneur en polluants est maintenue par un apport constant provenant de sources ponctuelles et diffuses, des retombées atmosphériques et, localement, des sédiments.

Les taux de polluants ont décliné rapidement pendant les années 70 et début des années 80, mais leurs concentrations dans les organismes vivants ont diminué beaucoup plus lentement par la suite et a même augmenté dans quelques cas (figure 21).

L'impact du mirex et du photomirex se limite principalement aux poissons et aux oiseaux piscivores du lac Ontario, mais des concentrations infimes (100 à 200 moins élevées) de ces polluants ont été relevées chez des poissons et des oiseaux des lacs Érié et Huron. La concentration de mirex dans les poissons du lac Ontario a diminué de manière appréciable depuis les années 80. On a observé des augmentations en 1991 et 1992, mais celles-ci sont sans doute plus imputables à des changements dans la chaîne alimentaire qu'à un apport plus grand de polluants dans le lac Ontario. Il n'en reste pas moins

que les concentrations sont toujours assez élevées pour qu'on émette des mises en garde relatives à la consommation de certaines espèces de poisson.

De telles mises en garde sont en vigueur pour le touladi, les saumons quinnat et coho, les truites brune et arc-en-ciel, le doré jaune, le meunier noir et le baret. Comme pour les autres lacs, ces mises en garde varient selon l'espèce et la taille des poissons et selon le lieu de pêche. Il est donc important de consulter les responsables de l'État ou de la province concernés.

En ce moment, on maintient les pêches du lac Ontario en y relâchant des poissons élevés en pisciculture, principalement des saumons du Pacifique. Ces espèces, d'abord introduites dans le cadre du programme de lutte contre le gaspareau, sont aujourd'hui la base d'une pêche sportive très importante sur le plan économique. On se demande cependant si une pêche fondée sur l'élevage d'espèces exotiques peut se maintenir naturellement à long terme.

En 1984, les organismes de gestion de la pêche ont relâché dans le lac Ontario 8,2 millions de poissons. Ils ont depuis reconnu que le lac ne peut pas nourrir une telle quantité de poissons élevés en pisciculture et évalué à 4 ou 5 millions de poissons l'ensemencement annuel qui peut être effectué aux fins de recapture. Ils ont donc réduit chaque année le taux d'ensemencement, de sorte qu'en 1994 le nombre de poissons relâchés n'était plus que de 4,5 millions, soit près de la moitié de ce qu'il était dix ans plus tôt. De plus, la province d'Ontario a encouragé la pêche au saumon et à la truite, afin de réduire la pression de prédation. On se demande aussi s'il y a lieu de rétablir dans le lac Ontario une pêcherie qui serait fondée sur un écosystème plus «naturel», ayant par exemple le saumon atlantique comme prédateur en bout de chaîne alimentaire. Il est vrai que cette espèce constituerait un bon indicateur de l'état de l'écosystème, puisqu'elle dépend des affluents pour sa reproduction. Cependant, la plus grande partie de cet habitat été détruit par le déboisement, la modification des cours d'eau, les barrages et les changement de pH. C'est d'ailleurs principalement à cause de ces facteurs que l'espèce est disparue du lac vers la fin du XIX^{e} siècle. Il faudrait donc plus qu'un programme d'ensemencement pour la rétablir.

Les pertes d'habitat et de biodiversité se poursuivent, notamment à cause de l'étalement urbain et des pratiques agricoles. Le pygargue à tête blanche illustre bien l'effet combiné de la destruction des habitats et de la contamination toxique sur les oiseaux de proie. Pendant les années 50 et au début des années 60, le pygargue a été éliminé de nombreuses îles et zones riveraines des Grands Lacs par le DDT, qui provoquait un amincissement de la coquille des oeufs. Cependant, les populations de pygargue étaient déjà en déclin avant que l'utilisation du produit soit répandue. Parmi les raisons de ce premier déclin, il faut mentionner la destruction des habitats de nidification, les changements dans les populations de poissons et la persécution par les humains. Ensemble, les concentrations actuelles de polluants et l'absence d'habitat (le pygargue se perche de préférence sur des conifères non exposés au dérangement par les humains) ont entravé le retour de l'espèce sur les rives du lac Ontario. La population de pygargue s'est mieux rétablie à l'intérieur des terres.

Le problème que pose la persistance des contaminants toxiques dans le lac Ontario a poussé les gouvernements fédéraux, provincial et d'État à élaborer le Plan canado-américain de gestion des toxiques de la Niagara, puis le Plan de gestion pour les toxiques dans le lac Ontario. Les deux plans visaient à réduire l'apport de polluants dans le lac.

On considère que les principales sources de produits toxiques pour le lac Ontario sont la rivière Niagara (y compris tout le bassin hydrographique des Grands Lacs en amont), les dix autres affluents importants, les sources diffuses (y compris les eaux de ruissellement et les retombées atmosphériques) et les sources ponctuelles (installations municipales et industrielles rejetant leurs eaux usées directement dans le lac). Comme la rivière Niagara représente près de 85 p. cent du débit total des affluents du lac Ontario

et que ses rives sont fortement industrialisées, elle constitue une source importante pour la plupart des produits toxiques pénétrant dans le lac.

Afin de protéger et de rétablir les possibilités de saine utilisation du lac, on a entrepris d'étendre la portée du Plan de gestion pour les toxiques dans le lac Ontario, de manière à en faire un plan d'aménagement panlacustre, mieux axé sur l'écosystème. Pour cerner les sources de pollution et délimiter plus précisément les secteurs dégradés, on utilisera des indicateurs caractéristiques d'un écosystème sain et durable. On a fixé des objectifs pour les communautés de poissons du lac, mais ces objectifs ont été soumis à un nouvel examen, à la suite d'observations du public. Ils formeront une partie des objectifs environnementaux du plan d'aménagement panlacustre.

7.6 VOIES INTERLACUSTRES

Comme ce type de cours d'eau est souvent le plus utilisé par les humains, il n'est pas étonnant que les cinq voies interlacustres soient des milieux altérés. D'ailleurs, dans les cinq cas, la totalité ou une partie de la voie interlacustre constitue un secteur de préoccupation (voir la section traitant de chaque lac ainsi que le tableau 12). En plus de subir les impacts de l'agriculture, de l'industrie et de l'urbanisation (qui touchent également les Grands Lacs), les voies interlacustres sont altérées physiquement par la navigation, la gestion du niveau des eaux et la production d'électricité, responsables de la destruction des habitats que renferment les milieux humides et les rapides.

VOIES INTERLACUSTRES	CATÉGORIES DE PROBLÈMES			
Secteur de préoccupation	État de l'environnement	Habitats	Santé humaine	Utilisation humaine
Rivière Sainte-Marie	9 9			9 9 9
Rivière Sainte-Claire	9 99 :			:
Rivière Clinton	9			9 9 9
Rivière Detroit	9 99 9			9 9
Rivière Rouge	9 9			9 9 9
Rivière Niagara (Ont.)	: 9			9 99
Rivière Niagara (N.Y.)	: 99 :		9	9 999
Fleuve Saint-Laurent à Cornwall (Ont.)	:			:
Fleuve Saint-Laurent à Massena (N.Y.)	: : : 9 : :		9	99999

= Utilisation entravée par le problème
: = Problème probable, présumé, en cours d'évaluation, ou à incidence inconnue
9 = Aucune entrave à l'utilisation
(= Utilisation rétablie
On trouvera au tableau 6 une liste des problèmes de chaque catégorie.

Tableau 12. Secteurs de préoccupation des voies interlacustres.

8. ENJEUX DE GESTION POUR L'AVENIR

À la lecture du présent rapport, on constate que l'état de santé de l'écosystème des Grands Lacs est variable. Dans les lacs Huron et Supérieur, dont les bassins sont les moins urbanisés et les moins industrialisés, la qualité de l'eau est bonne et les communautés et habitats aquatiques sont relativement sains; dans les autres lacs, les activités humaines ont entraîné une dégradation généralisée de l'environnement. Pourtant, même dans ces lacs, des progrès ont été accomplis, et on a arrêté ou réparé les dommages causés par des pratiques antérieures non durables. L'eau est plus propre : les apports et les concentrations de produits toxiques persistants ont diminué depuis les années 70, et les programmes de contrôle établis durant ces années à l'égard des éléments nutritifs ont atteint la plupart de leurs objectifs. Les apports de phosphore ont beaucoup baissé, et les proliférations d'algues ne constituent plus un problème; en fait, grâce aux excellents résultats obtenus à ce titre dans le cadre de l'Accord relatif à la qualité des eaux dans les Grands Lacs, le monde dispose maintenant d'un modèle de gestion binationale des ressources. De plus, l'état de santé des communautés de poissons et des autres animaux sauvages est meilleur qu'il y a vingt ans, et certains prédateurs indigènes de bout de chaîne alimentaire connaissent un retour. Enfin, on a réalisé des progrès dans le domaine de la protection et de la mise en valeur des habitats aquatiques. Par ailleurs, on a assisté dans le bassin des Grands Lacs à

une vaste prise de conscience quant à la fragilité de l'écosystème. La population s'est mobilisée au cours des vingt dernières années, et des mesures visant à conserver et à restaurer des écosystèmes importants sont prises à l'échelle de chaque province ou État riverain ainsi qu'au niveau local, dans le cadre des plans d'assainissement et d'autres initiatives locales.

Malgré les progrès des vingt dernières années, il faut reconnaître que beaucoup reste à faire en vue de rétablir l'état de santé des Grands Lacs. La société adopte peu à peu, trop lentement selon certains, les principes de durabilité, de réduction des déchets, de prévention de la pollution et de gestion efficiente des ressources. Cependant, les Grands Lacs sont assaillis de toutes parts par des polluants provenant d'endroits situés à des centaines ou même des milliers de kilomètres du bassin, et les particuliers, les municipalités, les installations industrielles et les exploitations agricoles rejettent toujours localement des polluants dans l'air, le sol et l'eau. Des contaminants persistants continuent de circuler dans l'écosystème et de nuire au poisson et à la faune, et on ne cesse de découvrir les effets de l'exposition prolongée à de petites concentrations de polluants. La destruction des habitats aquatiques a ralenti, mais elle se poursuit toujours à une échelle inacceptable. Enfin, les espèces exotiques continuent de déstabiliser les communautés aquatiques, de dégrader les habitats et de modifier le cycle des éléments nutritifs et des polluants.

La complexité de l'écosystème et des interrelations de ses éléments engendrent des défis énormes pour les gestionnaires des années 90. Leur capacité de relever ces défis, et d'autres encore, déterminera l'état de santé des Grands Lacs que nous laisserons aux générations futures. Passons en revue une dizaine de ces enjeux de gestion.

Une information adéquate

Le présent rapport et les documents de base sur lesquels il s'appuie citent de nombreux domaines nécessitant une recherche fondamentale et une collecte de données. Or, dans bien des cas, l'étendue de ces besoins dépasse largement les ressources disponibles. Il faudra donc donner la priorité à certaines questions, comme la qualité et la quantité des habitats aquatiques, la transformation et le dépôt des polluants atmosphériques (afin de préciser l'apport de ces substances dans chacun des Grands Lacs), le cycle des polluants, la dynamique des chaînes alimentaires, les aspects spatiaux et temporels de la santé des humains et des organismes aquatiques et les données économiques de base sur le bassin des Grands Lacs. La prise de décisions efficaces nécessite une information complète sur les sources de stress, les interactions et les effets, et il est essentiel que nous comblions les lacunes à cet égard.

La gestion de l'information et la communication

Des centaines de comités, d'organismes, de commissions et d'associations possèdent de l'information sur l'état environnemental du bassin des Grands Lacs, mais trop souvent ces données sont peu accessibles. Dans le cadre du processus de restauration de l'écosystème, il faudra tirer partie des progrès énormes réalisés en matière de réseaux informatiques, de systèmes intégrés d'information, de transmission par câble et d'autres moyens de télécommunications, afin d'améliorer la communication sur les questions environnementales. En effet, les décideurs doivent disposer de renseignements pertinents et faciles à comprendre sur ces questions, ce qui rend essentielle une communication efficace. Il faut donc que les données soient regroupées, normalisées et accessibles.

La façon dont les décisions sont prises

La méthode classique de prise de décisions est linéaire : la décision est d'abord formulée par une personne ou un organisme, puis transmise aux fins d'examen ou d'approbation par une filière hiérarchique. Le procédé est long, compartimenté et contraire à la démarche écosystémique, qui exige plutôt une prise de décisions interdisciplinaire, intergouvernementale et intersectorielle, fondée sur des

«tables rondes» et sur la recherche d'un consensus entre les intervenants, souvent au niveau local. Cette démarche a été adoptée pour les plans d'aménagement panlacustres et les plans d'assainissement.

L'adaptation du cadre institutionnel

La restauration de l'écosystème des Grands Lacs et le maintien de son intégrité présentent de nombreux défis pour les institutions, chaque organisme ayant ses propres buts, objectifs et mandats, qui ne sont pas toujours ceux qui conviennent le mieux à l'ensemble de l'écosystème. Dans le passé, on mettait l'accent sur la lutte contre la pollution d'un seul élément du milieu, comme l'air, l'eau ou les sédiments, alors qu'on privilégie aujourd'hui une démarche écosystémique où les organisations examinent l'effet combiné d'une variété de sources de stress sur l'environnement. Pour procéder de cette façon, il faut admettre que toutes les décisions ont un impact sur l'écosystème et que leurs effets dépassent le cadre d'une seule loi ou d'un seul règlement ou le mandat d'un seul organisme. Il faut également que les buts, objectifs et stratégies de tous les paliers de gouvernement, jusqu'au niveau local, ainsi que du secteur privé et des organisations non gouvernementales fassent l'objet d'un consensus sincère. Étant donné la complexité de l'écosystème des Grands Lacs et des problèmes qui menacent son intégrité, la création de partenariats et la coordination des mesures seront essentielles à la mise en oeuvre d'une gestion vraiment axée sur l'écosystème.

La conservation de la biodiversité

La nécessité de protéger les ressources génétiques et les habitats essentiels au maintien de chaque espèce, des communautés biologiques et de la diversité génétique des populations est un nouvel enjeu dont les multiples facettes cadrent bien avec une démarche écosystémique. L'adaptation des programmes pour qu'ils produisent les données voulues sur ces questions ainsi que l'élaboration de stratégies efficaces de protection de la biodiversité sont des enjeux connexes. Comme il est expliqué ailleurs dans le présent rapport, la destruction des habitats, la surexploitation des ressources et la compétition exercée par les espèces exotiques sont parmi les plus grandes sources de stress pour la biodiversité.

L'adoption d'objectifs communs de restauration

Comme une partie de la diversité génétique et des éléments physiques de l'écosystème est perdue à jamais et que certaines espèces exotiques semblent s'être établies en permanence, comment peut-on définir l'intégrité physique, chimique et biologique de l'écosystème? Quelles conditions mesurables les programmes doivent-ils viser à atteindre? On commence à peine à fixer des objectifs pour la restauration de l'intégrité physique, chimique et biologique des écosystèmes des Grands Lacs. Un repère historique, l'état de ces écosystèmes après la fonte des glaciers, demeure un point de comparaison important permettant de mesurer l'étendue de la dégradation et d'évaluer les divers niveaux de restauration possibles.

Les gouvernements du bassin des Grands Lacs doivent maintenant prendre des décisions quant à la restauration des communautés aquatiques et à la composition souhaitée pour ces communautés. L'analyse historique peut aider à justifier le choix de telle ou telle structure de communauté, mais on peut envisager d'autres possibilités, où les espèces introduites joueraient un rôle écologique semblable à celui de certaines espèces indigènes. Une des démarches possibles consiste à chercher à rétablir l'écosystème dans son état antérieur à la colonisation, tout en sachant que cet objectif ne sera jamais vraiment atteint. Le choix de la communauté écologique qui servira d'objectif de restauration dépend toujours des préférences de la société et des sommes qu'elle est prête à dépenser pour atteindre cet objectif, et l'avis de scientifiques doit éclairer une telle décision. Prenons comme exemple le lac Érié, dont l'écosystème ne reviendra sans doute jamais à son état original. L'écosystème actuel du lac est aujourd'hui plus fragile, et les objectifs de restauration doivent prendre en considération l'impact de la

moule zébrée, des polluants et de la destruction des habitats. Les vastes changements survenus dans la structure des communautés biologiques rendent très aléatoire toute prédiction sur l'avenir de l'écosystème.

Il est certes important de définir de tels points de repère et de réaliser un consensus dans la société quant aux objectifs de restauration, mais les gestionnaires doivent également savoir dans quelles circonstances il convient d'intervenir. Reprenons l'exemple du lac Érié. Vers le milieu des années 80, le niveau des eaux était assez élevé, ce qui provoquait à chaque tempête des dommages aux propriétés riveraines. Le public souhaitait donc que le niveau soit régularisé, mais les gestionnaires sont parvenus à convaincre la population qu'il valait mieux laisser l'écosystème régler lui-même le niveau de ses eaux.

Le respect des priorités locales
L'application d'une démarche écosystémique permettant de restaurer et de maintenir l'écosystème du bassin des Grands Lacs exige qu'on comprenne jusqu'à quel point les systèmes naturels varient d'un endroit à l'autre et comment chaque système local est relié aux systèmes voisins. Alors que les programmes et règlements environnementaux classiques faisaient appel à des objectifs et des normes s'appliquant à l'échelle d'un pays, d'une province ou d'un État, un des défis que doivent aujourd'hui relever les gouvernements et les autres intervenants consiste à envisager et à entreprendre la restauration en fonction des écosystèmes locaux (structure et fonctions) et de leurs liens avec d'autres écosystèmes.

L'effet subtil des substances toxiques sur les humains et les espèces sauvages
Les effets subtils d'une exposition prolongée à de faibles concentrations de produits toxiques posent un défi pour les gestionnaires et les chercheurs. Comment pouvons-nous éviter ou prévenir la production et l'utilisation des produits qui auraient un impact à des concentrations trop faibles pour que l'écosystème puisse les absorber ou qui se seraient déjà accumulés en concentrations nuisibles dans l'environnement de la planète?

Le lien entre les décisions et les résultats obtenus dans l'écosystème
Un élément important de cet enjeu consiste à comprendre les problèmes de l'écosystème et les sources de stress qui les provoquent. Un autre élément consiste à bien définir les objectifs de restauration et de conservation des écosystèmes et de choisir des indicateurs permettant de quantifier le succès des mesures de restauration ou de conservation. Ces indicateurs peuvent en outre aider à harmoniser des programmes apparemment sans lien ou à intégrer des programmes dont les objectifs premiers portaient sur des aspects différents de la qualité de l'environnement, de la gestion des ressources ou d'autres questions. Il faut cependant se rappeler que la complexité de l'écosystème fait que les résultats obtenus ne peuvent jamais être prédits de manière absolument certaine et sont parfois carrément imprévisibles.

La durabilité
La restauration et la protection de l'écosystème des Grands Lacs exige une détermination à assurer la durabilité de cet écosystème. Collectivement, nous continuons à épuiser certaines ressources non renouvelables, c'est-à-dire à dépenser notre «capital-nature». Pour obtenir un écosystème des Grands Lacs qui soit vraiment sain, il nous faudra intégrer les considérations environnementales et économiques de manière à satisfaire les besoins sociaux des humains d'une façon à la fois équilibrée et durable. Le bassin des Grands Lacs et les régions voisines ont un avenir à la fois prometteur et incertain. Pour assurer leur développement durable, il faudra lancer de nouvelles mesures favorisant la croissance économique et créer au même moment des mécanismes institutionnels servant à promouvoir, au sein des secteurs privé et public, la coopération et la coordination en matière de protection environnementale. En effet, il demeure toujours essentiel que les gouvernements et l'industrie préviennent les problèmes de pollution avant qu'ils n'apparaissent.

Certains admettent depuis longtemps que la viabilité des systèmes économiques est liée à la qualité de l'environnement, mais cette idée a pris un nouveau sens et une nouvelle pertinence en 1987, avec la publication du rapport *Notre avenir à tous* de la Commission mondiale de l'environnement et du développement. C'est dans ce document qu'est apparue l'expression *développement durable,* qui désigne un mode de vie répondant aux besoins du présent sans compromettre la capacité des générations futures de satisfaire leurs propres besoins. Cette façon de faire exige une gestion prudente des ressources, y compris le maintien de l'intégrité des écosystèmes.

La notion de développement durable s'est valu un appui et une reconnaissance à l'échelle internationale en 1992, lors de la Conférence des Nations Unies sur l'environnement et le développement. Par la suite, un certain nombre de pays, dont le Canada et les États-Unis, ont adopté le développement durable comme objectif et pris diverses mesures en vue de l'atteindre.

En 1991, le président du Council of Great Lakes Governors a énoncé sa vision selon laquelle la région doit être un modèle mondial de beauté naturelle et de puissance économique. Il reconnaissait ainsi que la restauration et la protection des Grands Lacs sont liées au maintien d'une économie de calibre international et que l'état de santé des Grands Lacs est un ingrédient essentiel de l'avenir économique de la région. Il admettait du même coup que les industries du bassin des Grands Lacs ne pourront être compétitives à l'échelle mondiale qu'en assumant un leadership mondial en matière de production propre et durable.