

PLAN D'ÉTUDE CONCERNANT LA RÉVISION DES CRITÈRES

faisant partie des

ORDONNANCES D'APPROBATION

pour la

RÉGULARISATION DU NIVEAU ET DU DÉBIT

DU LAC ONTARIO ET DU FLEUVE SAINT-LAURENT

Extraits de document



PLAN D'ÉTUDE CONCERNANT LA RÉVISION DES CRITÈRES faisant partie des ORDONNANCES D'APPROBATION pour la RÉGULARISATION DU NIVEAU ET DU DÉBIT DU LAC ONTARIO ET DU FLEUVE SAINT-LAURENT

Préparé pour la Commission mixte internationale
par
le Groupe responsable du Plan d'étude
sur le fleuve Saint-Laurent et le lac Ontario

Septembre 1999

TABLE DES MATIÈRES

RÉSUMÉ

1 INTRODUCTION

2 HISTORIQUE

3 OBJET ET PORTÉE

3.1 Objet

3.2 Portée géographique

3.3 Données pertinentes

4 COORDINATION DES ÉLÉMENTS COMMUNS PAR LE CONSEIL D'ÉTUDE

4.1 Direction et coordination des travaux des groupes d'études

4.2 Besoins en données communes

4.2.1 Données topographiques et bathymétriques

4.2.2 Modèle altimétrique numérique

4.2.3 Modèles hydrodynamiques

4.3 Changements climatiques

4.4 Mesures d'atténuation et de recharge

4.5 Examen des critères de régularisation

4.5.1 Fondements des critères actuels

4.5.2 Évaluation et mise à jour des critères

4.6 Gestion du processus et intégration des travaux

4.7 Rapports d'étape et réunions

5 PARTICIPATION DU PUBLIC

5.1 Groupe consultatif sur les intérêts (GCI)

5.2 Diffusion aux responsables des gouvernements

5.3 Programmes d'information

5.4 Coûts et calendrier

6 ÉTUDES ET ÉVALUATIONS PROPRES À CHAQUE INTÉRÊT

6.1 Intérêts liés à l'environnement et aux milieux humides

6.1.1 Fluctuations du niveau d'eau

- 6.1.2 Études antérieures
- 6.1.3 Portée de la nouvelle étude, besoins en données et méthodes d'évaluation
- 6.1.4 Répercussions des changements climatiques, démographiques ou autres
- 6.1.5 Conditions optimales
- 6.1.6 Organisation, coûts et calendrier des études
- 6.2 Navigation de plaisance
 - 6.2.1 Fluctuations du niveau d'eau
 - 6.2.2 Études antérieures
 - 6.2.3 Portée de la nouvelle étude et besoins concernant la collecte de données
 - 6.2.4 Répercussions des changements climatiques, démographiques ou autres
 - 6.2.5 Conditions optimales
 - 6.2.6 Organisation, coût et calendrier de l'étude
- 6.3 Zone côtière – érosion et inondation des propriétés riveraines
 - 6.3.1 Fluctuations du niveau d'eau
 - 6.3.2 Études antérieures
 - 6.3.3 Portée de la nouvelle étude, besoins concernant la collecte de données et méthodes d'évaluation
 - 6.3.4 Répercussions des changements climatiques, démographiques ou autres
 - 6.3.5 Conditions optimales
 - 6.3.6 Organisation, coûts et calendrier de l'étude
- 6.4 Navigation commerciale
 - 6.4.1 Fluctuations du niveau d'eau
 - 6.4.2 Études antérieures
 - 6.4.3 Portée de la nouvelle étude, besoins concernant la collecte de données et méthodes d'évaluation
 - 6.4.4 Répercussions des changements climatiques, démographiques ou autres
 - 6.4.5 Conditions optimales
 - 6.4.6 Organisation, coûts et calendrier de l'étude
- 6.5 Hydroélectricité
 - 6.5.1 Fluctuations du niveau d'eau
 - 6.5.2 Études antérieures
 - 6.5.3 Portée de la nouvelle étude, besoins en données et méthodes d'évaluation
 - 6.5.4 Répercussions des changements climatiques, démographiques ou autres
 - 6.5.5 Conditions optimales
 - 6.5.6 Organisation, coûts et calendrier de l'étude
- 6.6 Utilisation domestique, industrielle et municipale de l'eau
 - 6.6.1 Relation avec les fluctuations du niveau d'eau
 - 6.6.2 Études antérieures
 - 6.6.3 Portée de la nouvelle étude, besoins en données et méthodes d'évaluation
 - 6.6.4 Répercussions des changements climatiques, démographiques ou autres
 - 6.6.5 Conditions optimales&
 - 6.6.6 Organisation, coûts et calendrier de l'étude
- 7 ÉVALUATION HYDROLOGIQUE ET HYDRAULIQUE**
 - 7.1 Modèle intégré du bassin des Grands Lacs et du fleuve Saint-Laurent
 - 7.2 Modélisation du fleuve Saint-Laurent, de la rivière des Outaouais et des autres affluents
 - 7.3 Scénarios d'apport des Grands Lacs
 - 7.3.1 Production de séries hydrologiques pour le climat actuel
 - 7.3.2 Changements climatiques
 - 7.4 Révision du plan de régularisation actuel et examen des nouvelles techniques
 - 7.5 Évaluation itérative des plans et des critères de régularisation
 - 7.6 Organisation, coûts et calendrier de l'étude
- 8 CALENDRIER ET COÛTS**

ANNEXES

- ANNEXE 1 Organisation de l'étude
- ANNEXE 2 Critères de régularisation des débits sortants du lac Ontario
- ANNEXE 3 Historique de la régularisation du lac Ontario
- ANNEXE 4 Documents de référence et correspondance
- ANNEXE 5 Collaborateurs
- ANNEXE 6 Références

□

PLAN D'ÉTUDE CONCERNANT LA RÉVISION DES CRITÈRES
faisant partie des
ORDONNANCES D'APPROBATION
pour la
RÉGULARISATION DU NIVEAU ET DU DÉBIT
DU LAC ONTARIO ET DU FLEUVE SAINT-LAURENT

Préparé pour la Commission mixte internationale
par
le Groupe responsable du Plan d'étude
sur le fleuve Saint-Laurent et le lac Ontario

Septembre 1999

RÉSUMÉ

En mai 1999, un groupe d'étude binational a été constitué par la Commission mixte internationale en vue de transformer le Plan de travail de 1996, préparé par le Conseil international de contrôle du fleuve Saint-Laurent, en un Plan d'étude détaillé visant à réviser le fonctionnement des ouvrages de régularisation du débit et du niveau d'eau du bassin du lac Ontario et du fleuve Saint-Laurent. Pour ce faire, on devra étudier les critères inclus dans les Ordonnances d'approbation de la Commission pour ces travaux et déterminer les exigences préalables à l'établissement de nouveaux critères pour une meilleure régularisation du lac Ontario, si la Commission le juge souhaitable. Le Plan de travail de 1996 mettait l'accent sur les facteurs environnementaux, notamment les milieux humides, et les intérêts de la navigation de plaisance, dont on n'avait pas tenu compte dans le plan initial. Le Plan de travail a également permis de conclure qu'il faut évaluer les critères actuels dans le cadre des études futures afin de déterminer si des modifications peuvent leur être apportées en tenant compte de l'expérience acquise sur le plan opérationnel et des préférences des divers groupes d'intérêts qui ont été relevées depuis l'adoption du plan original. La CMI désire que le Plan de travail serve de fondement à ce nouveau Plan d'étude. Au cours de l'élaboration du présent document, on a consulté des experts à propos des milieux humides, des pêches et de l'environnement, de la navigation de plaisance, des processus côtiers, y compris le potentiel d'érosion et d'inondation, de la navigation commerciale, de l'énergie hydroélectrique, des prises d'eau industrielles, municipales et domestiques, de l'éducation du public et de l'information qui lui est destinée ainsi que de la modélisation hydrologique. Le groupe d'étude a ensuite réuni les avis et les propositions de ces experts dans un Plan d'étude général comprenant l'établissement des coûts et les échéanciers. Les principaux faits concernant l'information obtenue sont fournis ci-après.

Collecte des données

L'évaluation des différents intérêts et critères exige une collecte de données exhaustive. Par exemple, les besoins en information pour les évaluations environnementales doivent être axés sur une collecte de données topographiques et bathymétriques plus poussée, comportant davantage de milieux humides, effectuée parallèlement à une collecte de données sur les communautés végétales si l'on veut faire ressortir les changements qui se sont produits depuis la cueillette des données menée dans le cadre de l'Étude concernant les fluctuations du niveau des eaux de 1991 ainsi que sur une cueillette des données concernant l'utilisation des poissons et l'accessibilité aux habitats palustres. L'examen des processus côtiers, entre autres les inondations et l'érosion, exige des renseignements très détaillés sur le littoral, y compris sur sa géomorphologie et sa géologie subaquatique ainsi que sa bathymétrie, les côtes d'émergence, la hauteur et la pente des falaises, l'utilisation des terres et la valeur des propriétés. L'évaluation de l'incidence sur la navigation de plaisance demande la consultation systématique de tous les exploitants de marinas si l'on veut connaître l'agencement matériel et le fonctionnement des installations ainsi que la gamme de tirants d'eau exigés par les utilisateurs des installations. Des enquêtes sont également nécessaires pour déterminer les caractéristiques des prises d'eau et des puits riverains, y compris des renseignements sur les utilisateurs et les changements qui se sont produits depuis 1956 et pour s'assurer que l'utilisation industrielle et domestique de l'eau est répertoriée.

La collecte des données doit être effectuée à des endroits précis ou sur un littoral continu, selon l'intérêt particulier examiné, le long des deux rives du lac Ontario et du fleuve Saint-Laurent, jusqu'à Trois-Rivières. On propose l'utilisation de techniques de collecte de données de pointe, telles que les techniques de levé par laser aéroporté, avec le système de positionnement global (GPS) et le système d'information géographique (SIG).

L'évaluation des effets découlant des fluctuations du niveau d'eau sera fondée sur les apports d'eau et les niveaux d'eau du lac consignés par le passé. Dans la mesure du possible, on prendra en considération les changements futurs probables liés au climat et à la démographie, et on utilisera des techniques de simulation pour évaluer les effets d'un scénario

hypothétique d'apport d'eau futur.

Évaluations

Plusieurs évaluations exigeront l'élaboration de modèles d'enquête et de prévision qui permettront de déterminer l'incidence des fluctuations du niveau d'eau sur un intérêt particulier. Les données produites par chacun de ces modèles seront évaluées afin que l'on puisse déterminer des méthodes de recharge qui satisfont, dans la plus grande mesure possible, aux besoins de tous les intérêts (y compris l'intégrité de l'écosystème), tout en respectant les exigences du Traité des eaux limitrophes, notamment celles énoncées à l'article VIII.

On se propose d'élaborer de nouveaux plans de régularisation et de les évaluer pour déterminer leur concordance avec les nouveaux critères ou ceux qui ont été modifiés par suite des études. Si, pour les conditions d'un processus hydrologique donné, les critères de régularisation doivent être satisfaits par le plan de régularisation, il sera peut-être nécessaire d'élaborer simultanément les critères et le plan de régularisation. Dans le cas où il n'est pas nécessaire que le nouveau plan satisfasse pleinement tous les critères, ceux-ci pourront être définis avant l'élaboration du plan. Enfin, si le plan ne peut satisfaire tous les critères, il faudra établir une méthode, outre celle prévue par le Traité, pour classer les critères proposés selon leur importance afin de mettre à l'épreuve les changements apportés aux plans et de déterminer le plan qui satisfait le mieux aux critères proposés.

Comme les besoins et les préférences des divers intérêts sont différents et parfois même conflictuels, il ne sera pas facile de mettre au point un ensemble de critères plus étendu et un plan de régularisation correspondant qui sera satisfaisant à tous les égards. Il faut démontrer les niveaux et les débits qu'il est physiquement possible d'atteindre en fonction des chenaux et des ouvrages régulateurs existants en effectuant des simulations de régularisation pour tout l'éventail de conditions hydrologiques possibles. La compréhension de la réalité ou du côté pratique de certaines conditions liées aux niveaux ou aux débits pourrait contribuer à favoriser le dialogue entre les groupes d'intérêts ainsi que l'acceptation des besoins des autres et l'atteinte du compromis qui sera tôt ou tard nécessaire entre les groupes. Les groupes intéressés devront comprendre que, entre les contraintes que constituent les ouvrages actuels et le possible apport d'eau futur, il est fort peu probable qu'un nouveau plan de régularisation puisse fournir des avantages supplémentaires à tous les intéressés.

Gestion du projet

On propose de confier la gestion intégrale du plan d'étude pluriannuel décrit dans le présent document à un Conseil d'étude créé à cette fin par la Commission. Le Conseil d'étude établira ensuite des groupes de travail binationaux spéciaux qui seront chargés de la collecte des données communes, comme le précise la section 4.2, en tirant parti de l'expertise disponible dans les deux pays et en distribuant les ressources en conséquence. Des groupes d'étude seront aussi créés pour chacun des « intérêts » précisés à la section 6 du présent Plan. Il s'agira dans chaque cas d'un groupe binational dont les membres proviendront, à tout le moins, des divers organismes énumérés à l'annexe 1. Le Conseil d'étude coordonnera les calendriers de travail des groupes d'études. Le Conseil d'étude sera ensuite chargé, avec la participation de chaque groupe de travail et du Groupe consultatif sur les intérêts décrit à la section 5.1, de prendre en considération les différentes conclusions concernant chaque zone d'étude et de les présenter d'une manière cohérente permettant la tenue d'un débat public sur l'incidence négative et positive des divers plans et critères de régularisation, tout en gardant à l'esprit les priorités déjà prévues à l'article VIII du Traité des eaux limitrophes.

Le processus d'évaluation sera itératif, car il commencera dès le début du processus d'étude et se poursuivra jusqu'à ce qu'il soit achevé. Il comprendra l'élaboration et l'amélioration de la méthodologie d'évaluation, la tenue d'ateliers et de réunions publiques ainsi que l'élaboration et l'essai d'un plan de régularisation. Certaines parties de l'étude générale exigeront une collecte de données s'étendant sur quatre ou cinq ans afin d'obtenir une base de référence appropriée, tandis que d'autres pourront être divisées en phases où la collecte de données s'effectuera au cours des premières années et les essais des scénarios, au cours des dernières. On s'attend à ce que les deux dernières années de l'étude soient fortement axées sur l'établissement de critères et d'un plan de régularisation acceptable. La difficulté résidera dans l'élaboration de critères et de plans de régularisation tenant compte des intérêts de chaque groupe, qui apporteront plus d'avantages à certains tout en évitant d'être considérablement désavantageux pour d'autres. Une méthodologie d'aide à la décision adaptée à la situation devra être conçue et intégrée aux études proposées; cette méthodologie devra tenir compte de la complexité des tentatives visant à répartir les effets positifs et négatifs inhérents à la régularisation du bassin du lac Ontario et du fleuve Saint-Laurent. On prévoit qu'il faudra élaborer un certain nombre de plans de régularisation d'essai qui devront être pris en considération par le Conseil d'étude si l'on veut s'assurer que les effets de tout nouveau critère ou critère révisé soient décrits de manière à ce que les représentants des différentes parties intéressées, le public en général et les membres de la Commission puissent pleinement les comprendre.

Participation du public

La consultation du public est essentielle à l'évaluation des critères du plan. En effet, les progrès dans le dossier des niveaux d'eau sont dans une large mesure fonction de la compréhension des causes des problèmes touchant les niveaux d'eau par le public et de la prise de conscience que la plupart des solutions proposées entraîneraient des conséquences pour les autres. Afin d'arriver à ce niveau de compréhension, il est recommandé que les principaux groupes d'intérêts et les représentants du public intéressé prennent part directement aux études, par l'entremise d'un groupe consultatif sur les intérêts, tel qu'il est décrit à la section 5.1. Ainsi, les divers intéressés pourraient parvenir à une entente sur de nombreux aspects du dossier. La participation continue de tous les intéressés au processus d'évaluation des critères est essentielle à la réussite de l'étude.

Une fois ces travaux achevés, le Conseil d'étude fera rapport à la Commission des travaux réalisés et recommandera tout ajout ou toute modification à apporter aux critères actuels ainsi que le plan de régularisation qui rendra exécutoires ces critères. La Commission pourra, quant à elle, tenir d'autres consultations publiques avant de prendre une décision concernant l'adoption ou non des recommandations du Conseil d'étude. Comme le délai supplémentaire nécessaire à la Commission pour prendre en considération les travaux du Conseil d'étude ou pour tenir d'autres consultations publiques ne peut être évalué avec précision en ce moment, il ne fait pas partie du calendrier général du projet qui s'étend sur cinq ans.

Sommaire du coût de l'étude

Grâce à l'étude proposée, le bassin du lac Ontario et du fleuve Saint-Laurent sera défini de façon exhaustive en tant qu'écosystème et, du point de vue hydrologique, on connaîtra l'histoire du bassin et son incidence potentielle, positive ou négative, dans l'avenir, mais à un coût considérable. L'étude complète de tous les facteurs prendra cinq ans; le coût de cette étude est évalué à **10,07 millions de dollars US** (soit 14,80 M \$SCAN) pour les travaux effectués aux États-Unis plus 15,79 millions de dollars CAN (soit 10,74 M \$US) pour les travaux exécutés au Canada, ce qui totalise, après conversion, 30,59 M \$SCAN ou 20,81 M \$US. Un ensemble de groupes binationaux mènera l'étude et sera responsable de l'emploi de cette somme. Les groupes seront formés de spécialistes qui mettront à profit leurs compétences personnelles et professionnelles. Ceux-ci proviendront d'organismes fédéraux, provinciaux et des États, d'universités et de firmes d'experts-conseils ainsi que des groupes d'intérêts touchés par la régularisation du lac Ontario et seront chapeautés par le Conseil d'étude binational.

Remerciements

Le présent document n'aurait pu être produit sans l'aide de nombreuses personnes qui ont répondu promptement à nos demandes en nous fournissant l'information nécessaire et en établissant rapidement des groupes chargés de définir les études requises.

Le tout respectueusement soumis par le Groupe d'étude :

Lieutenant-colonel Mark D. Feierstein

D^r Douglas A. Wilcox

M. Thomas E. Brown

M. Michael Turner

M. André Carpentier

M. Robert H. Clark

**PLAN D'ÉTUDE CONCERNANT LA RÉVISION DES CRITÈRES
faisant partie des
ORDONNANCES D'APPROBATION
pour la
RÉGULARISATION DU NIVEAU ET DU DÉBIT
DU LAC ONTARIO ET DU FLEUVE SAINT-LAURENT**

Préparé pour la Commission mixte internationale
par
le Groupe responsable du Plan d'étude
sur le fleuve Saint-Laurent et le lac Ontario

Septembre 1999

4 COORDINATION DES ÉLÉMENTS COMMUNS PAR LE CONSEIL D'ÉTUDE

4.1 Direction et coordination des travaux des groupes d'études

Étant donné la nature pluridisciplinaire de l'étude, il est proposé d'établir un Conseil d'étude pour diriger les travaux des groupes d'études. La fonction principale du Conseil consiste à s'assurer que l'étude demeure axée sur la résolution des questions soulevées dans la directive de la CMI. Les membres du Conseil doivent provenir en nombre égal du Canada et des États-Unis et être nommés par la Commission de manière à mettre à profit leurs compétences personnelles et professionnelles. Les membres des groupes d'études et d'autres groupes associés à l'étude doivent provenir aussi en nombre égal du Canada et des États-Unis et mettre leurs compétences personnelles et professionnelles au service de la Commission. Ils doivent être nommés par le Conseil, sous réserve de l'approbation de la Commission. Le Conseil s'acquittera des responsabilités suivantes.

- a. Constituer des groupes d'études appropriés et approuver leurs plans de travail.
- b. Examiner et approuver les méthodes d'évaluation et les programmes de collecte de données.
- c. Suivre l'avancement des travaux des groupes d'études pour s'assurer qu'ils sont exécutés dans les délais impartis et qu'ils sont fondés sur l'approche écosystémique à laquelle souscrit la Commission.
- d. Agir à titre de coordonnateur pour favoriser l'échange efficace de renseignements entre les groupes d'études et l'usage exhaustif des études et des renseignements provenant d'autres sources.
- e. Consulter le Conseil du fleuve Saint-Laurent au sujet de la régularisation du lac Ontario et du fonctionnement des ouvrages régulateurs.
- f. Tenir des réunions publiques pour documenter les fluctuations du niveau d'eau.
- g. Consulter des experts à propos de la variabilité et du changement climatiques.
- h. Proposer une méthode pour intégrer les besoins de tous les utilisateurs, qui tienne compte des besoins des écologistes et des plaisanciers, tout en respectant les exigences du Traité des eaux limitrophes et en particulier celles de l'article VIII.
- i. Examiner les critères de régularisation révisés et en proposer d'autres en fonction des responsabilités mentionnées ci-haut, tout en respectant les exigences du Traité des eaux limitrophes et en particulier celles de l'article VIII.
- j. Recommander des améliorations à apporter au plan de régularisation du lac Ontario.
- k. Préparer des rapports d'étape et un rapport final pour la Commission mixte internationale.

Les organismes participants ont souligné leur incapacité à entreprendre un travail de cette ampleur pour la Commission tant qu'ils ne disposeront pas de ressources spécialisées supplémentaires. En conséquence, on a demandé à tous les groupes de préciser avec le plus d'exactitude possible les ressources et des échéanciers requis pour les travaux qu'ils jugent nécessaires. De plus, l'ampleur et la complexité des études et des travaux présentés dans le présent Plan justifient l'embauche d'un gestionnaire à temps plein dans chaque pays, dont le coût a été inclus dans l'évaluation des coûts de la gestion générale de l'étude (voir le tableau 8).

4.2 Besoins en données communes

4.2.1 Données topographiques et bathymétriques

Des données topographiques et bathymétriques exhaustives sont nécessaires si l'on veut évaluer correctement l'incidence

des niveaux d'eau sur les milieux humides de même que les liens entre la topographie, la circulation de l'eau, les communautés végétales et les organismes clés utilisant des habitats essentiels. Les groupes voués à la protection de l'environnement et des milieux humides exigent de telles données pour les endroits situés le long des rives du lac Ontario et du fleuve Saint-Laurent. Dans certains cas, notamment dans les zones littorales peu profondes du Saint-Laurent, aucune carte bathymétrique n'a jamais été dressée, ces zones ne servant pas à la navigation maritime. Des données topographiques et bathymétriques sont également nécessaires pour que l'on puisse prévoir correctement l'incidence des fluctuations du niveau d'eau sur les intérêts côtiers. Des modèles perfectionnés de prévision de l'érosion et des crues le long de la zone côtière du lac Ontario et du fleuve Saint-Laurent seront élaborés, mais des données topographiques et bathymétriques exactes demeurent essentielles.

Les systèmes de cartographie à laser aéroporté offrent un excellent potentiel pour la cartographie de la topographie et de la bathymétrie côtières. Divers organismes américains, soit le Center for Coastal Geology du U.S. Geology Service (USGS), la NASA, la NOAA et le U.S. Army Corps of Engineers ont mis à l'essai ces systèmes pour étudier la bathymétrie des zones littorales, les milieux benthiques et le relief côtier. Des travaux semblables ont été réalisés au Canada par le Service hydrographique du Canada du ministère des Pêches et des Océans et le Centre canadien de télédétection. Les systèmes à laser aéroporté constituent la toute dernière innovation en matière de technologie de levé côtier. Montés sur des hélicoptères ou des aéronefs à voilure fixe, ils font appel au radar optique (lidar) pour recueillir des données bathymétriques dans la zone côtière. Les systèmes effectuent rapidement des levés hydrographiques et topographiques sur de vastes zones grâce à une capacité et à une efficacité grandement supérieures à celles des méthodes de levé habituelles.

La totalité du littoral (canadien et américain) de la région étudiée qui englobe le lac Ontario et le fleuve Saint-Laurent jusqu'à Trois-Rivières couvre 4350 km (ou 2610 milles). La résolution exigée est de ± 25 cm à la verticale et de ± 1 m à l'horizontale. Le coût global de la collecte de données topographiques et bathymétriques est estimé à **1 million \$US**; un système à laser aéroporté sera utilisé au besoin. Ce coût pourrait être partagé entre le Canada et les États-Unis (**500 000 \$US et approximativement 700 000 \$CAN**). La collecte devrait se dérouler au cours de la **première année** de l'étude. Elle constitue un poste distinct qui n'est pas abordé dans les autres sections du Plan d'étude, mais qui est inclus dans le tableau 8.

4.2.2 Modèle altimétrique numérique

Les données topographiques et bathymétriques serviront à élaborer un modèle altimétrique numérique (MAN) pour le littoral du lac Ontario et du fleuve Saint-Laurent au moyen du système d'information géographique (SIG). Le MAN sera utilisé dans le processus de modélisation pour prédire l'incidence de différents niveaux d'eau sur la zone côtière et les milieux humides à l'échelle panlacustre ou panfluviale. Il sera également très utile dans le cadre de l'évaluation des répercussions sur la navigation de plaisance. Les frais de développement et le financement du MAN sont inclus dans la section traitant des intérêts de la zone côtière du présent Plan d'étude.

4.2.3 Modèles hydrodynamiques

Les simulations par ordinateur du niveau et du débit des eaux du bassin des Grands Lacs et du fleuve Saint-Laurent jusqu'à Trois-Rivières sont essentielles à l'évaluation des plans de régularisation du lac Ontario, à la pertinence des critères proposés ainsi qu'à la compréhension de l'incidence des mesures prises sur les groupes d'intérêts. Les frais de développement et le coût de ces modèles de simulation sont traités dans la section 7.0.

4.3 Changements climatiques

On a constaté que les changements climatiques passés avaient eu des répercussions majeures sur les Grands Lacs. La formation des Grands Lacs découle en effet d'événements glaciaires et postglaciaires causés par des changements climatiques. Des études récentes du profil paléontologique des Grands Lacs semblent indiquer que les niveaux des lacs ont effectivement été de beaucoup supérieurs ou inférieurs à ceux du siècle dernier (Thompson et Baedke, 1997; Sellinger et Quinn, 1999). Il est presque certain que la variabilité climatique naturelle occasionnera un apport d'eau extrêmement élevé ou bas dans les lacs dans l'avenir.

Comme le réchauffement de la planète associé à l'augmentation de l'effet de serre occasionnera probablement d'autres changements de l'hydrologie du bassin des Grands Lacs, les dernières études dans ce domaine devront être révisées. Actuellement, les prévisions des modèles informatiques les plus avancés établissent que les changements climatiques projetés dans la région pourraient provoquer une baisse considérable du niveau et du débit des eaux dans l'ensemble du bassin des Grands Lacs et du fleuve Saint-Laurent. D'après les travaux du Laboratoire de recherche environnementale des Grands Lacs et d'Environnement Canada menés dans le cadre d'une étude récente préparée pour la Commission mixte internationale, l'apport d'eau total du lac Ontario déclinera d'environ 25 % en d'après le scénario transitoire, dont on

prévoit la réalisation d'ici 2050. Le plan de régularisation actuel ne serait plus valable dans l'éventualité d'un changement de cette ampleur. Selon la manière dont les débits sortants du lac Ontario seraient régularisés en fonction de cet apport d'eau beaucoup moins important, les changements climatiques pourraient provoquer une baisse de 0,6 m (2 pieds) du niveau moyen du lac et une réduction de 1 m (3 pieds) du niveau moyen du fleuve Saint-Laurent à la hauteur de Montréal.

Une modification considérable de l'apport d'eau à long terme du lac Ontario aurait une incidence sur tous les groupes d'intérêts du lac Ontario et du fleuve Saint-Laurent. Les changements climatiques à l'origine de cette modification pourraient également abaisser les niveaux d'eau, exposer les sédiments et favoriser la prolifération de la végétation émergente. Des bas niveaux prolongés pourraient aussi avoir des effets majeurs sur l'accessibilité des poissons aux milieux humides et autres habitats essentiels. Une forte baisse du débit dans le fleuve Saint-Laurent aurait une incidence considérable sur l'écosystème en aval de Montréal. Enfin, les changements dans l'apport d'eau qui entraîneront des niveaux considérablement plus bas auront une incidence marquée sur pratiquement tous les groupes d'intérêts du bassin du lac Ontario et du fleuve Saint-Laurent.

4.4 Mesures d'atténuation et de rechange

Dans certains cas, les mesures structurelles et non structurelles prises à l'échelle locale peuvent être plus efficaces que la régularisation des niveaux et des débits sortants des Grands Lacs. Dans le cadre de la présente étude, le Conseil déterminera et proposera les types de mesures appropriées. Il est proposé d'examiner, entre autres, les mesures suivantes.

- a. Dragage et autres améliorations visant à atténuer les problèmes liés aux bas niveaux d'eau dans les marinas ou les quais commerciaux.
- b. Gestion adéquate de l'utilisation des terres par l'administration locale pour réduire les dommages dus aux inondations et à l'érosion.
- c. Amélioration des techniques de gestion des glaces sur le fleuve Saint-Laurent.
- d. Dragage et autres mesures visant à résoudre les problèmes de navigation liés à la hausse et à la baisse des niveaux et des débits.
- e. Mesures pouvant être prises par les propriétaires, les industries et les municipalités pour accroître la fiabilité des prises d'eau et des puits riverains touchés par les fluctuations du niveau d'eau.

Comme le recommandait la Commission dans son rapport présenté en décembre 1993 aux gouvernements et qui portait sur les travaux du Conseil d'étude concernant les fluctuations, on favorisera les efforts visant à utiliser des pratiques raisonnables de gestion du littoral à tous les niveaux de gouvernement.

4.5 Examen des critères de régularisation

4.5.1 Fondements des critères actuels

Depuis la mise en place des ouvrages régulateurs dans le lac Ontario en 1960, diverses études ont été faites en vue d'améliorer leur efficacité. Ainsi, en 1980, le Conseil international de contrôle du fleuve Saint-Laurent a mené une étude dont les conclusions établissaient que l'utilisation du Plan de régularisation 1958-D conjointement avec un pouvoir discrétionnaire demeurait le meilleur moyen d'exploiter le projet. Plusieurs autres études ont été réalisées, dont celles entreprises dans le cadre de l'Étude concernant les fluctuations du niveau des eaux (1986-1993) et, plus récemment, celles menées par le Conseil du fleuve Saint-Laurent pour élaborer le Plan 35P (Plan 1998). Toutes ces études ont été effectuées en partant du principe qu'aucune modification ou aucun ajout n'allait être fait aux critères de régularisation de la CMI. La compréhension de l'élaboration des critères et des autres exigences énoncées dans les ordonnances de la CMI est préalable à toute révision et modification des critères de régularisation.

La révision des critères actuels de régularisation de la CMI comprendrait :

- a. un examen des événements qui ont mené à l'élaboration des critères de régularisation par la CMI en 1956, y compris les études et les travaux sur le terrain antérieurs, les facteurs qui ont guidé la conception du projet et l'amélioration des chenaux dans la section internationale du fleuve Saint-Laurent, les réunions publiques tenues par la CMI et les consultations gouvernementales;
- b. un examen du Traité des eaux limitrophes de 1909 et des autres accords entre le Canada et les États-Unis régissant les niveaux et les débits du bassin du lac Ontario et du fleuve Saint-Laurent;
- c. un examen de l'application des critères depuis l'instauration de la régularisation du lac Ontario en 1960, y compris l'utilisation du pouvoir discrétionnaire accordé par la Commission;
- d. la détermination des critères qui ne sont plus valides actuellement et de ceux qui doivent être mis à jour en raison de l'évolution des conditions.

4.5.2 Évaluation et mise à jour des critères

Les critères de régularisation actuels seront mis à jour, au besoin, pour satisfaire aux besoins de tous les utilisateurs du bassin. L'accent sera mis sur la possibilité d'ajouter des critères visant les intérêts environnementaux et ceux de la navigation de plaisance. Comme les besoins des utilisateurs sont différents et conflictuels, et qu'il existe également diverses méthodes pour mesurer l'incidence du niveau d'eau, des principes directeurs seront nécessaires pour favoriser une évaluation juste et équitable. Les critères seront évalués selon les principes suivants.

- a. Pertinence des critères et leur conformité avec les principes et les objectifs du Traité des eaux limitrophes (particulièrement avec ceux de l'article VIII) et ceux des autres accords bilatéraux.
- b. Faisabilité des critères et du plan de régularisation, selon les scénarios d'apport d'eau définis.
- c. Acceptabilité du plan de régularisation pour les groupes d'intérêts ainsi que sur le plan du coût (c.-à-d. le plan en vaut-il le coût?).
- d. Prise en considération des évaluations non monétaires et monétaires, le cas échéant.
- e. Tout autre principe précisé par la Commission au Conseil d'étude.

Ces principes directeurs constituent les fondements d'une méthode généralement acceptée pour intégrer les intérêts, et ils ont été appliqués dans des révisions précédentes. Cependant, comme les besoins et les préférences des divers groupes d'intérêts sont différents et parfois même opposés, il ne sera pas facile d'élaborer un ensemble de critères plus étendu et un plan de régularisation correspondant qui seront satisfaisants à tous les égards. Il est nécessaire de démontrer les niveaux et les débits qu'il est physiquement possible d'atteindre en fonction des ouvrages et des chenaux régulateurs actuels en effectuant des simulations de régularisation pour tout l'éventail de conditions hydrologiques possibles. La compréhension de la réalité ou du côté pratique de certains niveaux ou débits pourrait contribuer à favoriser le dialogue entre les groupes d'intérêts ainsi que l'acceptation des besoins d'autres parties et l'atteinte du compromis qui sera tôt ou tard nécessaire entre les groupes. Les parties intéressées devront comprendre que, entre les contraintes que constituent les ouvrages actuels et les apports d'eau passés, il est fort peu probable qu'un nouveau plan de régularisation puisse fournir des avantages supplémentaires significatifs à tous les intéressés.

4.6 Gestion du processus et intégration des travaux

Il est prévu que l'une des premières actions posées par le Conseil d'étude, comme il est précisé à la section 4.1, consistera en l'établissement de groupes de travail spéciaux qui seront chargés de la collecte des données communes, telle que le décrit la section 4.2, en employant l'expertise provenant des deux pays et en distribuant les ressources en conséquence. Par exemple, il est fort probable qu'il soit demandé au Service hydrographique du Canada et au U.S. Army Corps of Engineers de planifier et d'exécuter conjointement un programme coordonné de levé topographique et bathymétrique et de catalogage de données. Ces travaux doivent commencer dès le début du projet général pour assurer la disponibilité des données nécessaires à tous les participants au fur et à mesure que le projet général progressera. Comme il est recommandé à la section 5, il est essentiel que le public participe au projet dès le début et que le Groupe consultatif sur les intérêts soit également établi au plus tôt.

Des groupes d'études seront créés pour chacun des « intérêts » décrits à la section 6; chacun d'eux comprendra une équipe binationale dont les membres proviendront, à tout le moins, des organismes énumérés à l'annexe 1. Le Conseil d'étude coordonnera les calendriers de travail des divers groupes. Dans certains cas, notamment pour les « groupes d'intérêts liés à l'environnement et aux milieux humides », les experts en la matière prévoient que la collecte de données s'échelonne sur quatre ou cinq ans. En conséquence, les travaux commenceront dès que le projet aura été approuvé et aura reçu le financement nécessaire, pour se poursuivre ensuite. Pour d'autres groupes, comme celui de la « navigation commerciale », il sera nécessaire de recueillir des données dès le début du projet, puis d'analyser l'incidence potentielle des critères ou plans de régularisation modifiés, au fur et à mesure qu'ils deviendront disponibles. Enfin, d'autres groupes, tels que celui de « l'énergie hydroélectrique », considèrent qu'ils disposent déjà des données de référence appropriées et s'efforceront plutôt de déterminer l'incidence potentielle des nouveaux critères qui seront proposés ou de ceux qui seront modifiés.

Le Conseil d'étude général devra, avec la participation de chaque groupe de travail et du Groupe consultatif sur les intérêts décrits à la section 5.1, prendre en considération les différentes conclusions concernant chaque zone d'étude et les présenter d'une manière cohérente permettant la tenue d'un débat public sur les effets négatifs et positifs des divers plans et critères de régularisation, tout en gardant à l'esprit les priorités déjà prévues à l'article VIII du Traité des eaux limitrophes. En raison du coût considérable des activités du Plan d'étude général, le Conseil d'étude veillera à réduire au minimum les cas de double emploi des ressources et à s'assurer que toutes les équipes puissent disposer des données recueillies.

Le Conseil d'étude devra aussi s'assurer que chaque groupe d'étude effectue les travaux exigés d'une manière satisfaisante et que les effets entre les groupes d'intérêts ont également été pris en considération. Chaque groupe d'intérêts devra définir les effets positifs ou négatifs causés par la régularisation du bassin du lac Ontario et du fleuve Saint-Laurent. Pour chaque programme d'étude décrit à la section 6, il sera nécessaire d'évaluer l'incidence positive ou négative qu'ont sur les autres groupes d'intérêts les critères qui seraient proposés en faveur ou à l'avantage d'un groupe d'intérêts particulier.

Le processus d'évaluation sera itératif, car il commencera dès le début du processus d'étude et se poursuivra jusqu'à ce qu'il soit achevé. Il comprendra l'élaboration et l'amélioration de la méthodologie d'évaluation, la tenue d'ateliers et de réunions publiques ainsi que l'élaboration et l'essai d'un plan de régularisation. On s'attend à ce que les deux dernières années de l'étude soient fortement axées sur l'établissement de critères et d'un plan de régularisation acceptable. La difficulté résidera dans l'élaboration de critères et de plans de régularisation tenant compte des intérêts de chaque groupe, qui apporteront plus d'avantages à certains sans être considérablement désavantageux pour d'autres. Une méthodologie d'aide à la décision adaptée à la situation devra être conçue pour être intégrée aux études proposées, lesquelles doivent tenir compte de la complexité des tentatives visant à répartir les effets positifs et négatifs inhérents à la régularisation du bassin du lac Ontario et du fleuve Saint-Laurent. On devra aussi tenir compte des limites formulées dans le Traité et des contraintes énoncées dans les Ordonnances d'approbation de la Commission. Le Conseil d'étude explorera de nouvelles méthodes et techniques et élaborera des algorithmes d'aide à la décision appropriés et les mettra en œuvre, en ayant recours à diverses méthodes, notamment la méthode de hiérarchie multicritère, la méthode Delphi pour les politiques et l'analyse d'utilité par attributs multiples (voir Golden et coll., 1989, ou Saaty, 1994). Le coût de ces travaux décrits dans ce paragraphe figure sous la rubrique « Examen des interrelations » du tableau 8.

Il sera important que toutes les parties intéressées comprennent que l'objet de l'Étude ne consiste pas à ajouter uniquement un ou deux critères de régularisation. Comme les besoins des utilisateurs sont différents et conflictuels, des conflits au sujet des critères surgiront invariablement. Comme on l'a mentionné précédemment, l'enjeu de l'étude consiste à favoriser la compréhension et l'acceptation des limites de faisabilité étant donné les mesures institutionnelles et les ouvrages de régularisation existants. Le processus de définition des critères proposés comprendra des itérations dans l'établissement des critères possibles ainsi que des réunions avec les groupes d'utilisateurs et avec la Commission, qui pourra, quant à elle, entreprendre des consultations avec les gouvernements, comme ce fut le cas dans les années 1950.

Comme il est décrit à la section 7.5, le Conseil d'étude devra probablement élaborer et prendre en considération un certain nombre de plans de régularisation expérimentaux afin que les effets des nouveaux critères ou de ceux qui ont été révisés soient décrits d'une manière pleinement compréhensible pour le Groupe consultatif sur les intérêts, le public en général et les membres de la Commission. Les critères peuvent être décrits de plusieurs façons, y compris au moyen de limites supérieures et inférieures pour les niveaux et les débits ou, encore, de restrictions s'appliquant à la fréquence à laquelle certaines conditions peuvent être dépassées. Cependant, leur incidence ne peut être évaluée que si les critères servent de cadre à un nouveau plan de régularisation, dont les résultats seront ensuite évalués au moyen des données historiques afin d'être comparés avec ceux d'expériences antérieures. Le coût de ces travaux fait partie des divers volets présentés au tableau 7 « Modèle hydrologique et évaluations ».

Une fois ces travaux achevés, le Conseil d'étude, qui utilisera toujours les avis des experts de chaque groupe d'intérêts (les groupes d'études), du Groupe consultatif sur les intérêts et du public en général, fera rapport à la Commission des travaux réalisés et recommandera tout ajout ou modification à apporter aux critères actuels ainsi que le plan de régularisation qui rendra exécutoires ces critères. La Commission pourra, quant à elle, tenir d'autres consultations publiques avant de prendre une décision concernant l'adoption ou non des recommandations du Conseil d'étude.

4.7 Rapports d'étape et réunions

Il a été proposé que les membres du Conseil d'étude se rencontrent deux fois par année pour évaluer l'état d'avancement des travaux. Les membres de chaque Groupe chargé de l'évaluation des intérêts se réuniront plus souvent et présenteront des rapports d'étape mensuels au Conseil d'étude. Les rapports d'étape seront présentés à la CMI sur une base semestrielle. Les présidents de l'étude seront également chargés de renseigner les membres de la CMI lors des audiences semestrielles à Washington et à Ottawa.

□

PLAN D'ÉTUDE CONCERNANT LA RÉVISION DES CRITÈRES
faisant partie des
ORDONNANCES D'APPROBATION
pour la
RÉGULARISATION DU NIVEAU ET DU DÉBIT
DU LAC ONTARIO ET DU FLEUVE SAINT-LAURENT

Préparé pour la Commission mixte internationale
par
le Groupe responsable du Plan d'étude
sur le fleuve Saint-Laurent et le lac Ontario

Septembre 1999

6 ÉTUDES ET ÉVALUATIONS PROPRES À CHAQUE INTÉRÊT

La section suivante comprend la description de chaque intérêt visé par l'étude. Pour chacun d'eux, on décrit la ligne d'action à suivre et les organismes qui seront approchés. Des calendriers approximatifs ainsi que l'évaluation du coût sont également décrits. Une liste des personnes ayant contribué aux évaluations détaillées figure à l'annexe 5.

6.1 Intérêts liés à l'environnement et aux milieux humides

6.1.1 Fluctuations du niveau d'eau

Les fluctuations du niveau d'eau dans les Grands Lacs constituent un phénomène naturel attribuable à la variabilité climatique. Ainsi, depuis 3000 ans, la superficie du lac Michigan est inférieure de moitié au moins à celle d'il y a environ 8000 ans, lors de la période de réchauffement de l'Holocène moyen, et tous les 150 ans environ, le niveau du lac est soit extrêmement élevé soit extrêmement bas (Thompson et Baedke, 1997). Comme les débits sortants vers le fleuve Saint-Laurent dépendent également de l'apport en eau des Grands Lacs, le niveau d'eau du fleuve est donc soumis à cette variation naturelle. Les biocénoses des Grands Lacs et du Saint-Laurent ont dû nécessairement évoluer pour s'adapter à la gamme des niveaux d'eau et aux fluctuations qui surviennent à diverses échelles, allant des marées dues au vent ou seiches, qui peuvent se produire plusieurs fois par jour, aux variations saisonnières annuelles et aux épisodes plus longs.

Les effets biologiques des fluctuations du niveau d'eau dans les lacs et le fleuve sont plus marqués en eau peu profonde où même la plus faible fluctuation peut transformer un milieu d'eau stagnante en un autre où les sédiments sont exposés à l'air libre, ou vice versa. Ce sont dans les communautés végétales palustres relativement immobiles que les effets localisés sont les plus manifestes. En fait, les fluctuations du niveau d'eau déterminent la diversité et la situation générale des communautés végétales palustres ainsi que celles des habitats qu'elles fournissent à une multitude d'invertébrés, d'amphibiens, de reptiles, de poissons, d'oiseaux et de mammifères.

Sous l'effet de la régularisation du lac Ontario, les niveaux d'eau ont été abaissés pendant les périodes d'apport d'eau considérable et ils ont été haussés pendant les périodes de grande sécheresse. Il en est résulté l'établissement d'arbustes et de plantes de milieu sec dans les sols mouillés au-dessus de la ligne de rivage, le remplacement en eau peu profonde de certaines espèces de plantes émergentes par des plantes plus grandes, telles que les quenouilles, et la domination de quelques espèces végétales submergées concurrentes dans les eaux un peu plus profondes. Les hauts niveaux d'eau éliminent un grand nombre d'arbustes et d'espèces végétales de milieu sec envahissantes de même que d'autres espèces émergentes dominantes d'eau peu profonde comme les quenouilles. Lorsque le niveau d'eau descend, les sédiments dénudés sont exposés à l'air, ce qui favorise la germination et la croissance de nombreuses autres plantes émergentes. Les graines des espèces dominantes germeront tôt ou tard, mais la diversité de l'habitat assurée par une communauté végétale diversifiée demeurera pendant un certain nombre d'années. Les plantes sont ainsi en mesure de compléter leur cycle de vie et de reconstituer la banque de semences, jusqu'au prochain cycle de niveaux d'eau bas et élevés. Les niveaux d'eau extrêmement bas exposent les zones riveraines plus profondes et détruisent la végétation submergée concurrente. Les graines des plantes émergentes provenant de la banque de semences exposées peuvent alors germer. Lorsque le niveau d'eau monte à nouveau, de nombreuses plantes émergentes disparaissent, une multitude de plantes submergées refont apparition et, tôt ou tard, les espèces submergées concurrentes dominent de nouveau; mais l'habitat des poissons et de la faune aquatique s'est diversifiée pendant un certain nombre d'années et le cycle de régénération des milieux humides a encore une fois suivi son cours (Comité de travail 2, 1993).

Les variations du caractère saisonnier des fluctuations du niveau d'eau (assèchement hivernal, crues hivernales, absence de crues printanières) observées tout particulièrement dans le fleuve Saint-Laurent modifient la composition, l'abondance et la distribution des espèces palustres. Ces variations affectent ont fort probablement les milieux humides, notamment lorsque les fluctuations des niveaux d'eau sont rapides et imprévisibles.

Les fluctuations du niveau d'eau ont des effets saisonniers sur la faune, qui s'étendent au delà de l'habitat que procure une communauté végétale diversifiée. De bas niveaux d'eau, particulièrement au début du printemps, peuvent empêcher les poissons d'accéder aux aires de fraye, d'alimentation et de grossissement. Au printemps ou à l'automne, ils peuvent empêcher les oiseaux aquatiques d'utiliser les milieux humides pour se reposer. S'ils surviennent en hiver, ils peuvent restreindre l'accès des milieux humides aux rats musqués. Même si, certaines années, de bas niveaux d'eau occasionnels peuvent empêcher les poissons et la faune d'accéder aux milieux humides, ils constituent un facteur naturel qui, par le passé, a influé sur la vigueur des classes d'âge et la dynamique naturelle des populations. De bas niveaux d'eau occasionnels améliorent en outre l'habitat. Cependant, l'occurrence de bas niveaux d'eau saisonniers tous les ans, qui empêchent l'accès aux habitats essentiels ou leur utilisation à des moments précis, se soldera tôt ou tard une diminution générale des populations de toutes les espèces tributaires des milieux humides.

Les fluctuations du niveau et du débit d'eau touchent également la faune des habitats lotiques du fleuve Saint-Laurent. Elles ont notamment une incidence sur les frayères dont les bancs de gravier sont envasés en raison du ralentissement de l'écoulement et de la réduction des apports d'eau printaniers. Les variations de la circulation de l'eau, de l'écoulement, du temps de renouvellement des eaux et des zones de rétention peuvent aussi avoir une incidence majeure sur les composantes de la zone pélagique (phytoplancton, zooplancton et larves de poisson). La propagation et la transmission de parasites aquatiques aux poissons et aux oiseaux via la chaîne alimentaire pourraient être accrues par un écoulement lent. Ce dernier favorise également l'établissement et le recrutement des moules zébrées. En outre, il peut influencer sur la dérive des larves ou des jeunes poissons d'espèces qui, comme l'esturgeon, suivent les courants pour se rendre jusqu'à leurs aires de grossissement.

6.1.2 Études antérieures

D'après les études sur le terrain menées sous la direction du groupe d'étude des ressources naturelles du Comité de travail 2 de l'Étude concernant les fluctuations du niveau des eaux de la CMI, diverses communautés végétales palustres sont établies à différentes altitudes dans le lac Ontario en fonction des niveaux d'eau passés. Les communautés établies dans la zone la plus élevée, qui n'avait pas été inondée depuis 1952, étaient dominées par des plantes herbacées, des plantes d'anciens champs et des arbustes; plus de la moitié des taxons appartenaient à des espèces de milieu sec. Les communautés végétales de la zone la plus basse, qui n'avait pas été asséchée depuis 1964, possédaient le plus petit nombre d'espèces et étaient dominées par plusieurs espèces submergées. Ce sont aux altitudes fréquemment inondées et asséchées en alternance que se trouvaient les taxons typiques des milieux humides les plus diversifiés. Néanmoins, pour toutes les altitudes, un grand nombre des taxons dominants consistaient en des espèces introduites (exotiques) ou en d'autres espèces indésirables. On a attribué la domination des taxons émergents envahissants aux bas niveaux du lac ces dernières années, et celle des espèces submergées aux niveaux d'eau élevés. On a également observé une modification du cycle saisonnier des fluctuations du niveau d'eau (c.-à-d. un rabattement hivernal excessif occasionnant des niveaux d'eau printaniers trop bas pour que les milieux humides soient inondés) qui empêche les poissons d'accéder aux milieux humides pour frayer au printemps.

Afin de diminuer l'incidence environnementale de la régularisation, le groupe d'étude des ressources naturelles a tenté d'élaborer un plan de régularisation du lac Ontario de manière à augmenter la fréquence et l'amplitude des niveaux élevés et bas du lac pour qu'ils se rapprochent le plus possible des conditions naturelles. Une recommandation préliminaire avait été élaborée en fonction de la variabilité des niveaux du lac avant la régularisation. En modélisant ce plan de régularisation en fonction des débits entrants passés, on a obtenu des niveaux modélisés dont certains (au cours des années 1970 et 1980) auraient fort probablement été jugés inacceptables par certains groupes d'intérêts. C'est pourquoi on a formulé une autre recommandation qui, tout en intégrant les contraintes du plan de régularisation existant liées aux niveaux maximum et minimum, permettait une plus grande variabilité interannuelle. Comparativement aux autres plans de régularisation évalués par rapport à la réaction potentielle des communautés végétales palustres, ce plan affichait une certaine amélioration en ce qui a trait à l'accroissement de la superficie des milieux humides soumise aux inondations et aux sécheresses et, donc, de la diversité des habitats. Toutefois, l'élaboration et l'essai de ce plan étaient fondés sur une collecte de données biologiques et topographiques qui s'était déroulée à un nombre restreint d'endroits. De plus, la fréquence des épisodes de niveaux élevés et bas avait été déterminée à partir de relevés récents, qui couvrent une période trop courte pour permettre de dégager des tendances à long terme. Enfin, le processus d'élaboration du plan n'a pas permis de résoudre le problème de saisonnalité : de nombreux milieux humides sont asséchés pendant des périodes critiques où ils sont fréquentés par la faune aquatique et terrestre, car les données topographiques ne sont guère appropriées.

Les études antérieures sur les ressources et les secteurs préoccupants du lac Ontario ont donné lieu à l'élaboration et à la mise en œuvre de plans d'assainissement, dont certains (Cornwall, baie de Quinte, port de Hamilton) visent des problèmes précis liés aux effets des fluctuations du niveau d'eau sur les milieux humides et d'autres projets de restauration. Le Plan d'action Saint-Laurent et celui des Grands Lacs comportent diverses études qui fournissent des données de référence dont on peut se servir pour déterminer les effets des fluctuations du niveau d'eau sur l'environnement., notamment les propriétés limnologiques, un inventaire détaillé des rives du fleuve Saint-Laurent qui caractérise les habitats riverains, et un atlas régional des zones sensibles du tronçon fluvial entre Cornwall et le golfe du Saint-Laurent. On peut également trouver des renseignements utiles sur divers éléments de l'environnement (habitats, poissons, oiseaux aquatiques) dans les rapports publiés par suite de la demande de nouveaux permis concernant le projet hydroélectrique St. Lawrence-FDR. Les besoins en matière d'habitats saisonniers de nombreuses espèces de poissons, d'oiseaux aquatiques et de mammifères qui, à différents moments de leur cycle de vie, sont tributaires des milieux humides lacustres et des habitats riverains à débit rapide, peuvent être documentés, soit directement grâce aux études menées dans le bassin des Grands Lacs et du fleuve Saint-Laurent, soit indirectement, en fonction des études menées dans des bassins voisins.

6.1.3 Portée de la nouvelle étude, besoins en données et méthodes d'évaluation

Les études requises pour déterminer les effets de la régularisation passée du niveau d'eau sur les organismes biologiques et leurs habitats, les exigences des espèces végétales, halieutiques et fauniques relativement à la profondeur et au débit de l'eau ainsi que les effets potentiels du nouveau plan de régularisation proposé sur le biote et l'habitat sont similaires dans le lac Ontario, la section internationale du fleuve Saint-Laurent et du cours inférieur du Saint-Laurent. La même méthode est utilisée dans toutes les régions. Cependant, même si elles sont semblables à maints égards, elles diffèrent pour ce qui est des niveaux d'eau régularisés en amont du barrage de Cornwall et des niveaux et débits régularisés du cours inférieur du Saint-Laurent, étant donné que les écosystèmes étudiés sont différents. Par conséquent, les détails propres aux études recommandées sont fournis dans des sous-sections traitant des régions situées en aval et en amont du barrage.

Totalité des régions

Pour toutes les régions, les variations saisonnières des niveaux d'eau, la gamme d'amplitudes multidécennales des niveaux et la fréquence des épisodes de niveaux d'eau élevés et bas constituent les principales considérations liées aux fluctuations des niveaux d'eau. En eau peu profonde, les fluctuations du niveau d'eau ont un effet sur la profondeur de l'eau, lequel peut être déterminé en combinant les données sur le niveau du lac ou du fleuve et les données bathymétriques et topographiques. C'est pourquoi il est impératif, pour toutes les régions, de dresser des cartes bathymétriques et topographiques dont les courbes de niveau sont rapprochées. L'établissement de telles cartes a été abordé à la section 4.2, « Besoins en données communes », mais il faudra recueillir des données détaillées additionnelles sur les milieux humides et ce, dans toutes les régions. La composition et la diversité des communautés végétales palustres du lac et du fleuve seront étudiées et corrélées aux variations chronologiques de la profondeur de l'eau, ce qui permettra de modéliser et de prévoir les effets de différents régimes de fluctuation des niveaux d'eau sur l'habitat des milieux humides. On évaluera également l'accessibilité et la disponibilité des habitats pour les poissons, oiseaux aquatiques et mammifères importants dans le lac et le fleuve. L'un des principaux volets de ces travaux consiste à déterminer l'altitude des voies d'accès entre les milieux humides et le lac ou le fleuve afin de fixer les niveaux d'eau requis pour permettre l'accès aux milieux humides, à recueillir des données sur l'utilisation des milieux humides par les poissons et la faune, à obtenir des données sur les exigences saisonnières des différentes espèces en ce qui a trait à la profondeur de l'eau et à l'habitat, et à évaluer la disponibilité potentielle de ces profondeurs d'eau et de ces habitats au moyen des données bathymétriques et topographiques et d'analyses des communautés végétales.

Les études sur la faune traiteront dans une large mesure des niveaux d'eau requis par les espèces au fil des saisons. Celles consacrées aux plantes palustres examineront la gamme des niveaux requis pour assurer le maintien, sur plusieurs décennies, de milieux humides viables. Afin de tracer une courbe des niveaux à long terme pour le lac Ontario, on déterminera la fréquence des années de bas et de hauts niveaux qui est requise pendant plusieurs décennies au moyen de techniques géologiques. Ce profil à long terme des niveaux d'eau peut ensuite être appliqué aux caractéristiques du débit du fleuve Saint-Laurent pour fournir des renseignements sur la variabilité naturelle des niveaux et des débits d'eau dans le fleuve. L'influence de l'hydrologie sur les milieux humides comporte deux éléments, soit l'amplitude et la fréquence. Le profil à long terme des niveaux d'eau est également essentiel, car il permet de déterminer les caractéristiques de ces deux éléments qui assurent le maintien des communautés palustres dans le lac Ontario; il constitue aussi le fondement des recommandations sur les conditions optimales qui permettraient de garantir l'existence d'habitats palustres diversifiés et de biocénoses qui leur sont associées.

Les résultats des études décrites ci-dessus permettront d'établir des scénarios de régularisation des niveaux d'eau qui répondront le mieux aux besoins des biocénoses du lac Ontario et du fleuve Saint-Laurent en ce qui a trait à l'amplitude, à la fréquence ainsi qu'à l'accessibilité et à l'utilisation des habitats. Comme les habitats et les communautés du lac et du

fleuve différent, les scénarios optimaux peuvent être différents. Les apports d'eau en provenance du lac Ontario détermineront en grande partie les conditions en aval du barrage, dans le fleuve Saint-Laurent; or, les apports d'eau optimaux ne sont pas nécessairement identiques de part et d'autre du barrage. C'est pourquoi les groupes d'étude coordonneront leurs efforts dans l'élaboration des scénarios de manière à obtenir des solutions optimales qui n'auront aucune répercussion préjudiciable sur les écosystèmes du lac Ontario et du fleuve Saint-Laurent. Pour ce faire, il faudra recourir à la modélisation hydrodynamique, dont on traite à la section 7.0, « Évaluation hydrologique et hydraulique ».

Outre l'élaboration de scénarios, les résultats des études serviront à construire des modèles qui seront utilisés pour évaluer les scénarios proposés par d'autres groupes d'intérêts. Ces modèles s'intéresseront notamment au cycle saisonnier des fluctuations du niveau d'eau dont dépendent les poissons et la faune, à l'amplitude des fluctuations qui favorisent la création d'habitats et à la fréquence des épisodes de niveaux et de débits d'eau élevés et bas qui déterminent le cycle des changements dans l'habitat et favorisent la diversité des habitats.

a. Lac Ontario et section internationale du fleuve Saint-Laurent

Pour établir de meilleurs critères et un nouveau plan de régularisation du lac Ontario et des sections du fleuve Saint-Laurent en amont du barrage de Cornwall, il faut notamment recueillir des données topographiques et bathymétriques plus exhaustives dans un plus grand nombre de milieux humides ainsi que des données sur les communautés végétales afin de bien refléter les changements qui se sont produits depuis l'Étude concernant les fluctuations du niveau des eaux de 1991. Il faut aussi recueillir des données sur l'accessibilité des milieux humides pour les poissons, les oiseaux aquatiques et les mammifères ainsi que sur leur utilisation et établir le profil des niveaux d'eau du lac à long terme pour déterminer la variabilité et la fréquence naturelles des fluctuations des niveaux d'eau. De cette manière, nous disposerons de données fondamentales qui nous permettront de bien comprendre les conditions qui régissent l'évolution et la conservation des systèmes naturels. Les sites d'étude des milieux humides existants seront choisis en fonction de différents critères : milieux humides protégés de l'action des vagues par des cordons littoraux ou situés à l'embouchure de cours d'eau - avec accumulation de sédiments organiques et terrain plat; milieux humides exposés aux vagues - avec prédominance de sédiments inorganiques et terrain abrupt; milieux humides reconnus comme étant d'importants lieux de fraye potentiels de certains poissons, comme le grand brochet qui les fréquente au début du printemps; milieux humides utilisés comme aires de repos privilégiées par la sauvagine ou comme aires d'alimentation par les oiseaux de rivage; milieux humides utilisés pendant l'hiver par les rats musqués; milieux humides ne présentant aucun signe évident de perturbation causée par l'homme; et, si possible, milieux humides répartis autour du lac et dans la section internationale du fleuve.

La collecte de données topographiques consistera à dresser des cartes détaillées des petits milieux humides ou de portions représentatives de milieux humides plus vastes et comprendra, dans le cas des milieux humides protégés par des cordons littoraux ou situés à l'embouchure de cours d'eau peu profonds, la topographie et la bathymétrie de la portion qui est reliée au lac et qui constitue une voie d'accès pour les poissons. Les données sur les communautés végétales seront recueillies grâce au prélèvement d'échantillons le long des courbes de niveau qui correspondent à différents épisodes d'assèchement et d'inondation liés aux fluctuations antérieures du niveau du lac. Les besoins des poissons, des oiseaux aquatiques et des mammifères en matière d'habitat seront documentés à partir de la littérature existante. Par ailleurs, divers organismes fédéraux, provinciaux et des États fourniront des renseignements sur l'utilisation des milieux humides par ces communautés. En l'absence de renseignements essentiels, des données seront recueillies sur le terrain.

Les plans de régularisation proposés qui profiteront aux milieux humides seront fondés sur les données et évaluations de l'amplitude et de la fréquence des fluctuations du niveau d'eau tirées d'études des niveaux du lac à long terme. Pour tous les plans de régularisation proposés, on évaluera la réaction éventuelle de la végétation palustre et des habitats connexes du lac Ontario et de la section internationale du fleuve Saint-Laurent et ce, tant pour les milieux humides protégés constitués de sédiments organiques que pour ceux qui sont exposés et constitués de sédiments inorganiques. Ces évaluations seront fondées sur des données montrant les réactions passées des communautés végétales établies à des altitudes précises aux fluctuations du niveau du lac, qui seront ensuite superposées sur des modèles topographiques/bathymétriques de façon à pondérer la répartition potentielle des communautés végétales en fonction des divers intervalles de profondeurs d'eau rencontrés dans la région.

Le cycle saisonnier des fluctuations du niveau d'eau dans les plans de régularisation proposés sera évalué en fonction des données sur l'accessibilité pour les poissons tirées des levés topographiques et bathymétriques et des données sur la superficie des milieux humides qui, en raison de leur profondeur, procurent des aires de repos aux oiseaux aquatiques, des zones d'alimentation aux oiseaux de rivage ou des lieux d'hivernage aux rats musqués. Ces données seront incorporées au modèle topographique et bathymétrique.

La reconstitution des niveaux à long terme du lac Ontario nécessite la collecte de données sur l'altitude topographique du lac dans le passé. Ces données peuvent provenir de sites submergés ou non. Le relèvement isostatique du lac Ontario due à la fonte des glaciers fait en sorte que les caractéristiques des niveaux du lac sont majoritairement submergées, même si certaines caractéristiques peuvent être observées au-dessus de la ligne des eaux (cordons littoraux, flèches et crêtes de

plage). Les caractéristiques submergées sont des dépôts sédimentaires dans les lagunes et l'embouchure inondée de cours d'eau se déversant dans le lac. Des carottes de sédiments seront recueillies afin que l'on puisse reconstituer le profil des niveaux antérieurs du lac. Les indices témoignant des niveaux du lac peuvent être de nature physique, biologique ou chimique; en outre, les données nécessaires diffèrent d'un site de l'étude à l'autre. Les données concernant les éléments submergés peuvent être l'emplacement des sédiments dans d'anciens cordons littoraux, qui témoigne du niveau du lac au moment de la formation de la plage, ou l'élévation des terrasses fluviales. Les données touchant les éléments submergés peuvent être l'emplacement des différents horizons pouvant être datés et qui contiennent des indicateurs pour évaluer le niveau de l'eau au moment du dépôt. Pour une étude des niveaux du lac à long terme, il faut recueillir les données provenant de divers endroits, les utiliser pour tracer des courbes « relatives » des niveaux d'eau particulières à chaque site, lesquelles peuvent être combinées en tenant compte des différences touchant le relèvement isostatique entre les sites. On obtient ainsi une courbe des niveaux du lac indiquant les fluctuations observées à la décharge du fleuve Saint-Laurent et le relèvement à long terme. La courbe obtenue permet non seulement d'établir les niveaux bas et élevés du lac dans le passé, mais aussi la fréquence à laquelle ces niveaux ont été atteints dans le lac Ontario. Les données sur la fréquence sont nécessaires si l'on veut déterminer à quels moments se produiront les niveaux bas et élevés, pour tous les plans de régularisation qui pourraient être favorables aux milieux humides. Cette question aura une grande importance lorsque tous les groupes d'intérêts tenteront de s'entendre sur un nouveau plan de régularisation. La courbe des niveaux du lac à long terme permettra de déterminer si des niveaux bas et élevés sont requis tous les 3 ans environ, comme l'indique le profil actuel, ou tous les 30 ans comme l'indique le profil des niveaux des lacs Michigan et Huron ou encore, à un autre intervalle. Les données sur la fréquence et l'amplitude fourniront des renseignements fort utiles sur les fluctuations prévues du niveau du lac associées aux changements climatiques futurs et devraient permettre aux autres groupes d'intérêts d'établir des prévisions réalistes concernant les périodes de niveaux d'eau élevés ou bas extrêmes.

b. Cours inférieur du fleuve Saint-Laurent

Les études se rapportant directement aux composantes environnementales du fleuve Saint-Laurent peuvent être réparties en trois groupes : les habitats littoraux et riverains (milieux humides), les habitats de la zone pélagique et la faune vertébrée. Les données biologiques recueillies sur chaque composante de même que les données topographiques, bathymétriques et hydrauliques seront intégrées à un modèle permettant d'établir la réaction de chaque composante aux fluctuations du niveau d'eau et d'identifier les éléments liés aux habitats.

Les milieux humides sont les lieux où les fluctuations du niveau d'eau ont les effets les plus manifestes et où les effets sur les poissons, les amphibiens, les reptiles, les oiseaux aquatiques et les mammifères sont le mieux à même d'être intégrés. Des études particulières doivent être réalisées pour examiner des aspects essentiels du cycle de vie de certaines espèces. La répartition et les caractéristiques des milieux humides seront mises à jour grâce à l'acquisition de données de télédétection (photographies aériennes ou imagerie satellitaire) et elles seront validées au moyen de levés sur le terrain. Comme la végétation submergée ne peut être quantifiée adéquatement à partir de photographies aériennes, il faudra concevoir un modèle permettant de prévoir la répartition et la biomasse au moyen d'un ensemble de variables environnementales (profondeur, transparence, etc.). On évaluera les changements de la superficie des habitats riverains soumis à différents régimes hydriques en combinant les données sur la répartition actuelle et passée des milieux humides obtenues par les photographies aériennes et l'imagerie satellitaire aux données topographiques et bathymétriques et à la modélisation des niveaux d'eau. Il faudra réaliser des études sur le terrain pour déterminer dans quelle mesure les plantes émergées et submergées se rétablissent après des cycles d'assèchement et de crue et ce, sur les plans de la composition et de la biomasse. Compte tenu du dynamisme de l'hydrologie fluviale et de la grande variabilité spatiale et temporelle des milieux humides riverains, il sera peut-être nécessaire de procéder à une surveillance pluriannuelle de sites permanents pour modéliser la réaction des habitats littoraux aux fluctuations du niveau d'eau, évaluer le rétablissement de la végétation après des épisodes de crue ou de sécheresse et documenter les mécanismes d'adaptation des communautés végétales aquatiques. On continuera de procéder à des levés pour surveiller l'hydrologie, la qualité de l'eau, les communautés de poissons et d'autres indicateurs biophysiques, car ils fournissent un ensemble de données uniques et à long terme permettant l'étude de conditions antérieures.

Les effets sur les habitats de pleine eau à écoulement rapide dans le Saint-Laurent seront évalués en étudiant les relations entre la circulation de l'eau (vitesse du courant, temps de renouvellement de l'eau) et la production du phytoplancton, l'accumulation de la biomasse (efflorescences algales) ainsi que la prolifération d'algues bleu-vert à l'origine des odeurs nauséabondes et de la présence de toxines. De même, les relations entre le débit et le recrutement des moules zébrées seront examinées dans le but d'évaluer les débits-seuils et les périodes critiques propices aux proliférations. On évaluera les effets du ralentissement de la circulation de l'eau et de la vitesse du courant dans des conditions de débit réduit sur le recrutement des espèces de poissons de pleine eau, comme l'esturgeon et le doré jaune, et sur la disponibilité des habitats pour ces espèces. Comme pour les habitats riverains, l'interaction entre les éléments biologiques et les propriétés physiques de la circulation de l'eau sera documentée au moyen d'un modèle hydrodynamique.

Il faudra peut-être mener des études spéciales sur certaines espèces de la faune vertébrée (poissons, oiseaux aquatiques et mammifères) présentant un intérêt particulier (espèces exploitées, espèces clés, espèces sensibles ou espèces en danger de

disparition) afin d'évaluer la réaction de chacune aux fluctuations du niveau d'eau, particulièrement dans le cas des espèces pour qui une combinaison complexe de crues saisonnières, de températures et d'habitats est nécessaire. Il faudra définir les conditions hydrologiques essentielles aux différents stades biologiques des espèces, y compris la durée, la fréquence et le cycle saisonnier de l'inondation et de l'assèchement des aires de fraye, de nidification, d'alimentation, de grossissement et de survie hiémale. Même si on connaît les caractéristiques et l'emplacement des aires de fraye et de reproduction d'un certain nombre d'espèces de poissons dans le fleuve Saint-Laurent, ces renseignements doivent être complétés, compilés et comparés aux autres données physiques et biologiques si l'on veut quantifier la disponibilité (et la vulnérabilité) des habitats utilisés par les principales communautés de poissons. On recueillera également des renseignements supplémentaires sur la croissance, les habitudes migratoires et le réseau trophique, puisque ces facteurs peuvent aussi influencer sur l'abondance, la biomasse, la qualité et le caractère désirable des espèces du fleuve Saint-Laurent qui ont une valeur commerciale. Des renseignements semblables seront recueillis sur les oiseaux aquatiques et les mammifères présentant un intérêt particulier. On évaluera notamment la superficie d'habitat dont disposent les oiseaux aquatiques pour divers scénarios de niveau d'eau, la capacité limite des habitats existants et les besoins précis des oiseaux aquatiques concernant les niveaux d'eau saisonniers. Pour ce faire, il faudra recueillir d'autres données sur chaque espèce et déterminer les communautés fauniques clés du fleuve Saint-Laurent. On comparera les besoins en habitat de chacune de ces communautés aux conditions physiques et biologiques actuelles pour déterminer et quantifier la disponibilité et la vulnérabilité des habitats pour les communautés de la faune vertébrée.

On déterminera l'impact des fluctuations du niveau d'eau sur les milieux humides, les habitats de pleine eau et la faune vertébrée pour divers scénarios de débit dans le fleuve Saint-Laurent afin d'évaluer la réaction de chaque variable biologique d'intérêt. Pour ce faire, on intégrera les données biologiques, physiques et environnementales en superposant des couches multiples de données concernant la bathymétrie et la topographie, la composition des sédiments, la circulation de l'eau et les courants, les types de communautés végétales aquatiques ainsi que leur répartition et leur biomasse, l'emplacement des aires de fraye, de nidification et de survie hiémale connues des vertébrés présentant un intérêt particulier. Pour ce faire, il faudra recourir aux données recueillies dans le cadre des activités mentionnées dans la section 7.0, « Évaluation hydrologique et hydraulique », étant donné que 20 % environ du débit du fleuve Saint-Laurent est assuré par la rivière des Outaouais. Les autres données physiques et environnementales requises sont décrites dans la section traitant des besoins en données communes (section 4.2). L'intégration des données biologiques et physiques requiert la numérisation et le géocodage des données biologiques disponibles selon des échelles spatiales et temporelles compatibles et appropriées à chaque variable. À cette fin, on mettra particulièrement l'accent sur les données géoréférencées (photographies aériennes, imagerie satellitaire et bases de données géoréférencées), car ces dernières nous permettent de cartographier l'état des ressources passées et actuelles et de le superposer à des types et des niveaux différents d'information au moyen d'applications SIG à des échelles appropriées.

Ensuite, il faudra élaborer des relations quantitatives (modèles) entre des variables environnementales et biologiques données de manière à inférer la direction et l'ampleur des réactions biologiques aux changements de débit et du niveau d'eau. Par exemple, on peut superposer des cartes topographiques et bathymétriques à celle des frayères et des sédiments de fond. Ensuite, à l'aide des données hydrologiques, on peut modéliser les profondeurs d'eau dans ces zones pendant les périodes critiques pour les géniteurs afin d'évaluer la sensibilité des aires de fraye connues et la disponibilité d'autres aires de fraye potentielles pour divers scénarios de débit. On utilisera des méthodes d'intégration semblables en ce qui concerne les autres éléments biologiques afin de déterminer les niveaux d'eau et débits qui maximisent la superficie des milieux humides, de favoriser la diversité des espèces végétales ou des habitats, d'accroître la superficie de l'habitat de différentes espèces au cours de certaines étapes (saisonnières) de leur vie ou, encore, de déterminer les conditions liées aux courants qui réduisent au minimum la prolifération du phytoplancton indésirable, des parasites et des larves de moule zébrée.

6.1.4 Répercussions des changements climatiques, démographiques ou autres

Dans les milieux humides au sol détrempé mais sans eaux stagnantes, les apports relatifs d'eau souterraine seront vraisemblablement le facteur déterminant de la disponibilité de l'eau et du devenir des milieux humides en cas de changement climatique. Les milieux humides situés dans des bassins délimités par de hautes terres escarpées, des eaux profondes du large ou des types de substrats inadéquats vont probablement diminuer en superficie; d'autres milieux humides mieux situés pourraient se déplacer vers des altitudes plus basses. Le réchauffement climatique, qui a occasionné une diminution des apports en eau, pourrait provoquer une baisse sans précédent du niveau de l'eau dans le lac Ontario depuis le début de sa régularisation, exposer les sédiments et causer une prolifération de la végétation émergente. De bas niveaux d'eau dans le lac sur de longues périodes pourraient avoir une incidence majeure sur l'accès des poissons aux milieux humides et aux autres habitats essentiels. Dans certaines régions, l'aménagement extensif du littoral et le cuirassement des rives limiteront la capacité des communautés végétales palustres à migrer en fonction de la profondeur de l'eau.

La réduction de l'apport d'eau douce et du maximum de la crue nivale dans le fleuve Saint-Laurent et dans l'estuaire aura une incidence majeure sur l'écosystème, à partir de Montréal jusque dans le golfe du Saint-Laurent. La viabilité du cours inférieur du fleuve et du golfe Saint-Laurent est largement tributaire de l'apport d'eau douce des secteurs amont et de la

nature cyclique et saisonnière de cet apport. Si l'apport d'eau douce dans l'estuaire est fortement réduit, on assistera à une remontée du front d'eau salée et à des changements importants dans les courants induits par cet apport dans le cours inférieur du fleuve et dans le golfe du Saint-Laurent, ce qui aura des effets catastrophiques sur la pêche et les systèmes biologiques actuels.

Si la hauteur d'eau diminue dans le fleuve Saint-Laurent, les pressions en faveur du dragage du chenal s'intensifieront, ce qui accroîtra l'effet de canalisation, l'isolement hydraulique (menant à un assèchement éventuel) des zones peu profondes, la température de l'eau et la production de la biomasse végétale, en plus de favoriser la rétention locale des matières organiques. Il en résultera un assèchement accru d'habitats irremplaçables pour les poissons et la faune sur le littoral, habitats qui sont particulièrement importants dans les lacs fluviaux peu profonds. L'effet cumulatif de ces modifications physiques de l'environnement influera considérablement sur la superficie et la qualité habitats des poissons et des oiseaux aquatiques. L'abaissement du niveau d'eau favorisera la remise en suspension des sédiments dans la zone riveraine et les lacs fluviaux peu profonds, ce qui aura des effets sur la turbidité et la remise en suspension des polluants déposés, en particulier dans les chenaux de navigation. Une plus faible dilution des polluants et une remise en suspension accrue pourraient exposer des organismes à de plus fortes concentrations de contaminants.

Les changements démographiques et la mise en valeur résultante du secteur riverain pourraient avoir des répercussions sur le milieu littoral. Lorsque des ouvrages sont érigés pour protéger les rives, les processus naturels de transport des sédiments sont modifiés et l'érosion des cordons littoraux et d'autres milieux humides protégés augmente. L'accroissement de la population peut entraîner la construction de nouvelles routes près des rives des lacs ou à travers les plaines inondables des cours d'eau. Lorsque ces routes traversent des milieux humides riverains, la diminution du débit sous les ponts ou sous les ponceaux modifie également les processus de transport des sédiments et peut provoquer un engorgement excessif des milieux humides. L'envahissement peut causer la perte directe et la contamination chimique de cet environnement.

6.1.5 Conditions optimales

Les études montrent que les niveaux d'eau optimaux pour le maintien des habitats palustres et des biocénoses associées devraient se rapprocher le plus possible du régime naturel des fluctuations. Ce régime sera quantifié par l'établissement du profil à long terme des niveaux dans le lac Ontario, lequel permettra de déterminer les fluctuations qui sont survenues depuis quelques milliers d'années, comme on l'a fait pour les lacs Michigan et Huron (Thompson et Baedke, 1997) et comme on le fait actuellement pour le lac Supérieur. On pourra alors comparer ce profil aux valeurs quotidiennes des niveaux d'eau des régimes avant et après la régularisation de manière à disposer de données sur les débits prévus du fleuve Saint-Laurent, en amont et en aval de ses affluents principaux ou aux endroits touchés par ceux-ci (notamment la rivière des Outaouais, qui produit un important signal saisonnier).

6.1.6 Organisation, coûts et calendrier des études

a. Lac Ontario et section internationale du fleuve Saint-Laurent

Les principaux organismes responsables proposés du volet « lac Ontario et section internationale du fleuve Saint-Laurent » sont le U. S. Geological Survey, le Great Lakes Science Center, situé à Ann Arbor, au Michigan, et Environnement Canada, Région de l'Ontario, situé à Toronto, à Burlington et à Guelph, en Ontario. D'autres organismes apporteront leur soutien, dont le ministère des Pêches et des Océans, les ministères de l'Environnement, de l'Énergie et des Richesses naturelles de l'Ontario, le Fish and Wildlife Service des États-Unis, l'Environmental Protection Agency des États-Unis, le Department of Environmental Conservation de l'État de New York et d'autres établissements de recherche et organisations environnementales. Une liste des organismes proposés est présentée à l'annexe 1.

Le tableau 2a décrit le coût, en dollars américains, de la participation des États-Unis à l'évaluation du volet « lac Ontario et section internationale du fleuve Saint-Laurent ».

Tableau 2a. Estimation du temps et des coûts - études sur les milieux humides et l'environnement (en milliers de dollars US)

Tâches essentielles	AN 1	AN 2	AN 3	AN 4	AN 5	Total
Élaboration du plan détaillé	40					40
Photographies aériennes antérieures	15					15
Choix des sites à l'étude	15					15
Nouvelles photographies aériennes	50					50
Fournitures et matériel	15	5	5	5	5	35
Levés topographiques	280	30	30			340
Études sur la végétation	55	160	100	30		345
Études sur les poissons et la faune	30	90	90	50		260
Études du niveau du lac à long terme	70	120	120	120		430
Volet SIG	45	80	80	80	50	335
Élaboration/étalonnage du modèle		20	80	90	20	210
Élaboration et essai des scénarios			20	30	40	90
Rédaction des rapports	10	10	15	15	50	100
Coordination et gestion du projet	15	25	35	55	55	185
Total	640	540	575	475	220	2450

Le tableau 2b décrit le coût, en dollars canadiens, de la participation du Canada à l'évaluation du volet « lac Ontario et section internationale du fleuve Saint-Laurent ».

Tableau 2b. Estimation du temps et des coûts - études sur les milieux humides et l'environnement (en milliers de dollars CAN)

Tâches essentielles	AN 1	AN 2	AN 3	AN 4	AN 5	Total
Élaboration du plan détaillé	50					50
Photographies aériennes antérieures	15					15
Choix des sites à l'étude	10					10
Nouvelles photographies aériennes	50					50
Fournitures et matériel	10	5	5	5	5	30
Levés topographiques	150	25	25			200
Études sur la végétation	10	80	10			100
Études sur les poissons et la faune	20	30	30	20		100
Volet SIG	10	20	30	30	10	100
Élaboration/étalonnage du modèle		10	40	40	10	100
Élaboration et essai des scénarios			10	30	30	70
Rédaction du rapport	10	10	15	15	50	100
Coordination et gestion du projet	20	40	30	30	30	150
Total	355	220	195	170	135	1075

b. Cours inférieur du fleuve Saint-Laurent

Le principal organisme responsable proposé du volet « cours inférieur du fleuve Saint-Laurent » est le Centre Saint-Laurent, Bureau régional du Québec, Environnement Canada, situé à Montréal (Québec), avec le soutien du ministère de l'Environnement, de la Faune et des Parcs du Québec de même que d'autres organismes de recherche et organisations environnementales.

Le tableau 2c décrit le coût de l'évaluation, en dollars canadiens, du volet « cours inférieur du fleuve Saint-Laurent ».

Tableau 2c. Estimation du temps et des coûts - études sur les milieux humides et l'environnement du cours inférieur du Saint-Laurent (en milliers de dollars CAN)

Tâches essentielles	AN 1	AN 2	AN 3	AN 4	AN 5	Total
Acquisition, analyse et mise à jour des données biologiques :						
Études sur la végétation et les milieux humides	300	400	450	500	475	2125
Études sur le recrutement des poissons	30	60	85	100	100	375
Études sur les poissons adultes	30	60	75	75	60	300
Études sur la faune	90	90	100	90	90	460
Intégration des données biologiques et bathymétriques/physiques (fondée sur le SIG)	50	75	100	100	25	350
Élaboration/étalonnage du modèle et essais des scénarios	10	50	50	50	50	210
Total	510	735	860	915	800	3820

Nota concernant le tableau 2c : l'obtention de données topographiques et la modélisation hydrodynamique ne sont pas comprises dans les évaluations budgétaires décrites ci-dessus. De plus, certaines données biologiques de base nécessaires à l'évaluation environnementale sont actuellement recueillies dans le cadre des programmes réguliers d'Environnement Canada et du ministère de la Faune et des Parcs du Québec faisant partie de la phase III du Plan d'action Saint-Laurent (1998-2003). Ces programmes devront être modifiés et adaptés afin que l'on puisse répondre adéquatement aux questions précises soulevées par la CMI et insister sur l'intégration des renseignements topographiques, bathymétriques et hydrodynamiques aux données biologiques.

Tableau 2d. Estimations du temps et des coûts - environnement et milieux humides

	AN 1	AN 2	AN 3	AN 4	AN 5	Total
Total américain (en milliers de dollars US)	640	540	575	475	220	2450
Total canadien (en milliers de dollars CAN)	865	955	1055	1085	935	4895

6.2 Navigation de plaisance

6.2.1 Fluctuations du niveau d'eau

Entre 200 et 250 marinas ont été recensées sur les rives américaines, entre Porter et Massena, dans l'État de New York. Il y a plus de 200 marinas au Canada, si l'on compte aussi les clubs de yachting, entre Niagara-on-the-Lake, sur les rives du lac Ontario, et Trois-Rivières, sur les rives du fleuve Saint-Laurent. De plus, il existe un certain nombre de quais et de rampes accessibles au public. La saison de la navigation s'étend environ du 1^{er} avril à la fin du mois d'octobre. Au cours de cette période, les plaisanciers sont à la merci des fluctuations du niveau d'eau.

En effet, lorsque les niveaux d'eau sont bas, certains plaisanciers ne peuvent mettre à l'eau leurs embarcations au printemps, les mettre en cale sèche à l'automne ou les utiliser dans les eaux peu profondes et dans les chenaux d'accès. Les bas niveaux occasionnent d'autres problèmes, tels que l'augmentation du risque de dommages aux hélices, à l'arbre porte-hélice et à la coque. Lorsque les niveaux sont élevés, les quais fixes et les installations peuvent être inondés. Les niveaux élevés causent d'autres problèmes, comme la réduction de la hauteur libre sous les ponts et l'immersion d'éléments dangereux normalement à découvert.

L'insatisfaction des plaisanciers quant à leur capacité d'accéder à l'eau en raison des niveaux d'eau bas ou élevés extrêmes a une incidence directe sur les exploitants de marinas et sur l'industrie touristique locale. Les pertes habituelles peuvent être liées à l'entreposage d'été et d'hiver, aux coûts liés à la location de grues de levage, aux frais de service et parfois même à la perte de ventes au détail. Certaines mesures correctrices peuvent être appliquées, comme le dragage et l'installation de quais flottants, mais, pour certaines personnes, elles peuvent s'avérer trop coûteuses ou trop longues à effectuer. Certains plaisanciers ont ainsi réagi aux contraintes liées à l'accès à l'eau en déménageant vers d'autres marinas ou régions, en renonçant à leurs activités ou en achetant de plus petites embarcations.

6.2.2 Études antérieures

En 1981, le Conseil international d'étude de la régularisation du lac Érié a présenté à la CMI un rapport contenant certains renseignements sur l'incidence potentielle de la régularisation du lac Érié sur la navigation de plaisance. Seules les marines américaines avaient été étudiées.

Dans la récente Étude concernant les fluctuations du niveau des eaux (1993), on a examiné l'incidence des niveaux d'eau sur la navigation de plaisance. Des renseignements ont été recueillis dans des marines et à partir d'enquêtes menées auprès de plaisanciers ont été recueillis pour 43 marines américaines de la baie Alexandria, dans la région de New York. Des courbes hauteur-dommage ont été établies pour chaque bief à partir des résultats des enquêtes et ont servi à évaluer les nombreuses mesures examinées dans le cadre de l'Étude concernant les fluctuations du niveau des eaux.

L'Étude de 1993 a également permis d'examiner, en octobre 1991, huit marines canadiennes situées dans le tronçon Kingston-Brockville du fleuve Saint-Laurent. Au cours de cette même période, sept marines canadiennes du lac Saint-Louis ont été étudiées. On a déterminé, selon les données recueillies, les profondeurs disponibles au moment de l'enquête, les profondeurs optimales et les profondeurs critiques maximales et minimales. Les chercheurs ont également établi par dérivation une fourchette moyenne d'exploitation pour les marines des deux sites. Des plages d'exploitation ont également été déterminées d'après les résultats de l'enquête effectuée par la poste entre septembre et décembre 1991. En 1998, l'Association québécoise de l'industrie du nautisme et la Ville de Montréal ont mené une étude sur la navigation de plaisance au Québec et le potentiel d'exploitation de la région de Montréal. Un rapport publié en 1998 par Environnement Canada, le ministère des Pêches et des Océans et par le ministère de l'Environnement et de la Faune dénombreait 69 marines, 51 rampes publiques et 30 quais entre Cornwall et la ville de Québec.

6.2.3 Portée de la nouvelle étude et besoins concernant la collecte de données

Afin de définir des critères relatifs aux niveaux d'eau pour les plaisanciers, il faut établir une relation entre le niveau d'eau et son incidence sur la navigation de plaisance. On propose l'élaboration d'un modèle qui évaluera les dommages subis par les plaisanciers en raison des niveaux d'eau extrêmes ainsi que les effets secondaires ou indirects sur l'économie locale. Les tâches à accomplir pour élaborer les critères de niveau d'eau s'appliquant à la navigation de plaisance sont décrites ci-après.

Tâche 1 : Élaboration du modèle d'impact sur la navigation de plaisance.

Le modèle d'impact repose sur l'hypothèse selon laquelle un niveau d'eau minimal et un niveau d'eau maximal acceptables sont nécessaires au fonctionnement d'une embarcation, en fonction de la profondeur du bassin ou de tout autre caractéristique physique. Il existe différentes normes et procédures de mesure de l'impact. La méthode d'évaluation tirée de l'Étude concernant les fluctuations du niveau des eaux sera examinée et mise à jour, au besoin, afin que l'on puisse élaborer un modèle de l'incidence des niveaux sur les plaisanciers

Une mesure concrète de l'impact es changements progressifs du niveau d'eau sur les plaisanciers peut être vérifiée par l'estimation du nombre correspondant d'embarcations qui ne peuvent être utilisées en raison de niveaux d'eau trop élevés ou trop bas. Selon les détails obtenus et la méthode utilisée pour prendre en considération les divers intérêts, l'impact des niveaux d'eau sur la navigation de plaisance peut aussi être exprimée sur le plan monétaire, en fonction de certains scénarios. La *volonté de payer* (VDP) est une norme couramment utilisée pour exprimer la valeur monétaire du rendement obtenu par les plaisanciers. La *méthode des enchères* permet d'obtenir une évaluation des changements de la valeur des activités récréatives en interrogeant directement des personnes au sujet de leur volonté de payer (VDP) pour des changements quantitatifs concernant la navigation de plaisance à un site particulier. La quantité totale de la VDP peut être mesurée en rassemblant les valeurs individuelles et en additionnant la VDP de tous les utilisateurs de la région. On évaluera si cette méthode d'évaluation de l'impact des niveaux peut être utilisée aux fins de la présente étude. L'étude doit à tout le moins évaluer l'incidence que peuvent avoir sur la navigation de plaisance les pertes en plaisanciers-jours occasionnées par les fluctuations du niveau d'eau.

Le modèle d'impact du niveau d'eau sur la navigation de plaisance peut également être élaboré pour prévoir les répercussions financières sur les marines ainsi que les effets indirects sur l'économie locale.

Tâche 2 : Inspection sur place

Afin de recueillir des données pour le modèle, on procédera à une inspection *in situ* de toutes les marines du lac Ontario et du fleuve Saint-Laurent. La distribution des tirants d'eau exigés pour l'ensemble de la flotte de chaque marina peut être

classée et associée aux profondeurs correspondantes à la marina. Le nombre d'embarcations touchées sera évalué selon les changements de niveau d'eau. Les données serviront à tracer des courbes d'impact du niveau d'eau sur la navigation de plaisance. Les courbes montrant le nombre d'embarcations touchées en fonction du niveau d'eau de chaque marina seront rassemblées pour chacun des tronçons hydrauliques importants du lac Ontario et du fleuve Saint-Laurent. Les données qui seront recueillies comprennent entre autres la plage d'exploitation, en fonction de laquelle chaque marina a été conçue et construite, ainsi que le nombre d'années d'exploitation par rapport aux conditions raisonnables prévues.

On recueillera également des données sur les caractéristiques physiques et l'utilisation des rampes publiques et des quais municipaux afin de connaître l'incidence sur les plaisanciers qui n'utilisent pas les installations des marinas et de tracer des courbes d'impact pour le secteur de navigation en question.

Tâche 3 : Enquête approfondie auprès des exploitants de marina

Pour appuyer les inspections sur place, on propose de distribuer un questionnaire aux exploitants de marinas afin de connaître leur point de vue sur l'incidence physique et économique de la fluctuation du niveau d'eau, sur les changements dans la flotte, sur les plages qu'ils estiment les plus appropriées et sur la révision des critères. Les renseignements ainsi obtenus seront utilisés afin de tracer les courbes d'impact et de confirmer les résultats des inspections *in situ*. L'enquête permettra également de déterminer le nombre d'années d'activité de chaque marina ou club de yachting.

Tâche 4 : Enquête auprès des plaisanciers

a. Plaisanciers ayant un quai permanent

Afin de bien caractériser les plaisanciers (y compris les jours où ils utilisent leur embarcation, le nombre de passagers qui les accompagnent, les destinations et les utilisations qu'ils préfèrent, telle la pêche sportive, etc.), leur attitude, leurs opinions, leurs perceptions et la valeur estimée de la navigation des plaisanciers ayant un quai permanent, on fera remplir un questionnaire à un échantillon de la population de plaisanciers, y compris ceux qui louent des embarcations et ceux qui s'adonnent à la pêche sportive.

b. Plaisanciers qui remorquent leur embarcation

Afin de bien caractériser les plaisanciers qui remorquent leur embarcation, on mettra au point un court sondage que l'on fera remplir aux personnes se trouvant aux rampes publiques ou aux salons nautiques ou, encore, que l'on distribuera par l'entremise des revues nautiques. On pourra ainsi connaître le point de vue des propriétaires de petites embarcations/plaisanciers occasionnels, qui pourrait être différent de celui des exploitants de marinas et des plaisanciers ayant des quais permanents.

Tâche 5 : Incidence sur la région

Afin d'établir une relation entre la navigation et l'économie locale, on évaluera l'incidence régionale des niveaux d'eau sur l'industrie et les services touristiques.

Tâche 6 : Gestion et analyse des données

Toutes les données recueillies seront conservées dans un système d'information géographique (SIG). Elles serviront à déterminer des courbes d'impact des niveaux sur les plaisanciers, lesquelles serviront de fondement au modèle d'impact.

Tâche 7 : Application du modèle et documentation connexe

Une fois les données recueillies et analysées et les courbes d'impact tracées, le modèle pourra être appliqué à divers scénarios de niveaux d'eau, dont ceux liés aux changements climatiques.

6.2.4 Répercussions des changements climatiques, démographiques ou autres

Les fluctuations du niveau d'eau causées par les changements climatiques pourraient avoir une incidence importante sur la navigation de plaisance. Les réaménagements pourraient être très coûteux : dragage, modification des rampes d'accès et des quais et relocalisation d'installations. D'importants obstacles liés à la réglementation pourraient être associés à des mesures de réaménagement telles que le dragage, en particulier dans des régions où les sédiments sont trop contaminés pour être déplacés. La méthode proposée tiendra compte des scénarios de changements climatiques au moyen d'une

analyse de sensibilité.

Le secteur de la navigation de plaisance a connu une croissance constante au cours des 30 à 40 dernières années. Les embarcations sont beaucoup plus grandes et leurs tirants d'eau sont plus importants. Comme le nombre de marinas pouvant être construites est limité et que la génération issue de la poussée démographique (les *baby-boomers*) est sur le point d'atteindre l'âge de la retraite, le point de saturation pourrait être atteint au cours des dix à vingt prochaines années. La taille des embarcations pourrait plafonner à une longueur moyenne de 10 à 12 mètres (30-35 pi.) -- tirant d'eau de 1,5 à 2,1 mètres (5-7 pi.) -- et à une longueur maximale de 15 mètres (50 pi.) -- tirant d'eau de 2,4 mètres (8 pi.). Le prix de l'essence est un autre facteur à prendre en considération. Lorsque le prix de l'essence est élevé, on tend à utiliser des voiliers à plus grand tirant d'eau, et vice versa. Il est difficile de déterminer la validité de ces constatations, mais il faut tenir compte des tendances de l'industrie. Le modèle permettra d'évaluer l'incidence sur les plaisanciers en fonction des tendances futures au moyen d'une analyse de sensibilité.

Puisque les embarcations de pêche sportive et de location ont des profils d'utilisation différents, des courbes d'impact différentes devront être établies pour ces activités.

6.2.5 Conditions optimales

Pour chaque marina, il existe une plage de niveaux d'eau offrant des conditions optimales pour les utilisateurs et l'exploitation de la marina. Des effets négatifs commencent à se produire lorsque le niveau d'eau dépasse le niveau optimal de la plage. Les niveaux optimaux de chaque marina (dans chaque tronçon hydraulique) peuvent être réunis en une plage optimale collective qui comprend une plage de niveaux d'eau optimaux où aucune condition préjudiciable n'existe ou, du moins, où les conditions préjudiciables sont réduites au minimum pour chaque marina du tronçon. Des indicateurs de préférence pour la navigation de plaisance ont été établis au cours de l'élaboration et de l'essai du Plan de régularisation de 1998 et d'un autre plan de régularisation du lac Ontario appelé Interest Satisfaction Model. Ces indicateurs devront être vérifiés pendant des inspections exhaustives sur le terrain.

6.2.6 Organisation, coût et calendrier de l'étude

Les organismes proposés pour effectuer les travaux sont énumérés à l'annexe 1. Le tableau suivant illustre les tâches proposées, de même que les évaluations des coûts et le calendrier. Selon le niveau de détail exigé dans le cadre de l'étude, les tâches seront classées par ordre d'importance ainsi qu'en fonction de leur contribution à la résolution des problèmes. Le niveau de détail de la collecte de données doit convenir à la méthode d'évaluation, c'est pourquoi il importe d'élaborer la méthode d'évaluation et de la mettre à l'essai le plus tôt possible. Une étude pilote sera menée dans différentes marinas typiques pour mettre à l'essai la méthode d'évaluation avant de lancer tout programme de collecte de données sur le terrain à grande échelle.

Tableau 3a. Estimations du temps et des coûts - études sur la navigation de plaisance (en millier de dollars US)

Tâches essentielles		AN 1	AN 2	AN 3	Total
Tâche 1 :	Élaboration du modèle d'impact des niveaux	80			80
Tâches 2 et 3 :	Collecte et mise à jour des données physiques et inspections exhaustives des marinas	60			60
Tâche 4 :	Enquête auprès des plaisanciers (élaboration et administration du questionnaire, saisie des données) :				
	a) enquête auprès des plaisanciers ayant un quai permanent;		15		15
	b) enquête auprès des plaisanciers qui remorquent leur embarcation		25		25
Tâche 5 :	Détermination des répercussions locales			10	10
Tâche 6 :	Base de données et analyse des données (y compris l'élaboration du SIG)		120	80	200
Tâche 7 :	Application du modèle (différents niveaux d'eau et analyse de sensibilité)			50	50
Coordination (réunions, voyages, etc.)		20	20	20	60
Total		160	180	160	500

Tableau 3b. Estimation du temps et des coûts - études sur la navigation de plaisance (en milliers de

dollars CAN)

Tâches essentielles		AN 1	AN 2	AN 3	Total
Tâche 1 :	Élaboration du modèle d'impact des niveaux	80			80
Tâche 2 et 3 :	Collecte et mise à jour des données physiques et inspections exhaustives des marinas	100			100
Tâche 4 :	Enquête auprès des plaisanciers (élaboration et administration du questionnaire, saisie des données) :				
	a.) enquête auprès des plaisanciers ayant un quai permanent;		15		15
	b.) enquête auprès des plaisanciers qui remorquent leur embarcation		25		25
Tâche 5 :	Détermination des répercussions locales			10	10
Tâche 6 :	Base de données et analyse de données (y compris l'élaboration du SIG)		120	80	200
Tâche 7 :	Application du modèle (différents niveaux d'eau et analyse de sensibilité)			50	50
Coordination (réunions, voyages, etc.)		20	20	20	60
Total		200	180	160	540

6.3 Zone côtière - érosion et inondation des propriétés riveraines

6.3.1 Fluctuations du niveau d'eau

La fluctuation du niveau d'eau des Grands lacs et du fleuve Saint-Laurent a une incidence, directe ou indirecte, sur la plupart des intérêts de la zone côtière. Les niveaux d'eau élevés, tels ceux du milieu des années 1940, du début des années 1950 et 1970, du milieu des années 1980 et de 1993, constituent des sujets d'inquiétude pour les propriétaires riverains des Grands Lacs et du fleuve Saint-Laurent puisque, combinés à d'autres facteurs, comme les vagues de tempête ou le sillage des navires, ils peuvent occasionner de graves dommages (inondations et érosion). Les bas niveaux d'eau, comme ceux des années 1934-1936 et 1964-1965, augmentent la superficie des rives, mais ils peuvent également avoir une incidence sur les prises d'eau, les quais, les rampes et la qualité de l'eau, en plus de réduire l'efficacité des ouvrages de protection des rives.

Sur le plan géomorphologique, le lac Ontario est très diversifié puisqu'on y trouve tous les types de rives. Le fleuve Saint-Laurent, quant à lui, est caractérisé par un littoral de plaine basse. En raison des nombreux aménagements résidentiels et industriels, les rives de la partie canadienne du lac Ontario (en particulier le littoral ouest) et le fleuve Saint-Laurent sont protégées dans une proportion relativement élevée (soit 10,7 et 22,7 % respectivement), alors que les rives américaines du lac Ontario sont en majeure partie non protégées, soit seul 1,3 % du littoral classé « littoral artificiel » (Comité de travail 2, 1993). Les enquêtes effectuées au cours de l'Étude concernant les fluctuations du niveau des eaux ont révélé que, pour les riverains, l'érosion est un problème beaucoup plus courant que les inondations. Néanmoins, les inondations ont constitué une préoccupation majeure, en particulier du côté américain du lac Ontario (particulièrement à l'ouest de Rochester, dans l'État de New York, et sur la côte est du lac) et dans la région montréalaise du fleuve Saint-Laurent. Or, ces enquêtes, menées après une période de 20 ans au cours de laquelle les niveaux d'eau sont demeurés au-dessus de la moyenne, ont révélé que la proportion des propriétaires ayant déclaré avoir subi les effets de bas niveaux d'eau et celle des propriétaires ayant déclaré avoir subi les effets des niveaux d'eau élevés étaient presque identiques. Les effets réels des niveaux d'eau inférieurs à la normale, particulièrement sur une période prolongée, ne sont donc pas bien connus.

D'après les courbes hauteurs-dommages qui ont été utilisées au cours de l'Étude concernant les fluctuations du niveau des eaux, c'est le long du fleuve Saint-Laurent que le potentiel de dommages dus aux inondations est le plus élevé. Les niveaux de crue dans le fleuve Saint-Laurent à la hauteur de Montréal découlent habituellement de l'effet combiné des débits élevés du fleuve Saint-Laurent et de la rivière des Outaouais et des débits entrants locaux. Les débits sortants élevés du fleuve Saint-Laurent pourraient contribuer à l'occurrence de crues dans le lac Des Deux Montagnes et de ses affluents (rivière des Prairies et rivière des Milles-Îles) de même que du bras principal du Saint-Laurent.

Les riverains du lac Ontario considéraient que les tempêtes associées à des niveaux d'eau élevés constituaient la cause principale à la fois des inondations et de l'érosion. Selon les riverains du fleuve Saint-Laurent, les causes principales de crues et d'érosion étaient les niveaux d'eau élevés et le sillage des navires (Comité de travail 2, 1993). Ces affirmations ont été confirmées par un rapport récent (Davies, M.H. et Watson, D.A.W., 1999) qui a établi que les vagues produites par les navires pouvaient jouer un rôle majeur dans l'érosion des rives et l'endommagement des propriétés, selon les niveaux

d'eau. C'est particulièrement le cas de certaines îles du Saint-Laurent qui ont déjà entièrement disparu.

Sur le plan géomorphologique, la fluctuation du niveau d'eau, les crues et l'érosion sont des composants naturels des processus dynamiques des lacs et des rivières. Bien qu'une réduction des écarts entre les niveaux d'eau puisse réduire l'érosion des arrière-plages de certaines zones, il est probable qu'il se produise une érosion accélérée des parties submergées du profil littoral. Peu importe les changements de niveau d'eau et de débit, de nombreuses régions côtières continueront de s'éroder à des degrés variés (Comité de travail 2, 1993). On n'a pas encore bien étudié les répercussions sur les processus côtiers des niveaux d'eau extrêmes sur une longue période ou, encore, de l'agrandissement de l'écart entre les niveaux d'eau, en particulier dans les Grands Lacs. Un bas niveau d'eau n'indique pas nécessairement que de larges plages sablonneuses apparaîtront. Au contraire, au cours des périodes de bas niveaux d'eau, une quantité moindre de nouveau sable s'accumulera et les ressources en sable pourraient, dans certaines zones, être déplacées plus loin des rives. Au cours des périodes de bas niveaux d'eau, on s'attend à ce que se produise un accroissement de l'érosion verticale du lit cohésif sous-marin, ce qui accentuera le profil de la portion sous-marine. Les conséquences des bas niveaux d'eau comprennent une augmentation du nombre d'échouements, un besoin accru de draguer, une augmentation des crues dues aux embâcles et une mobilisation des sédiments contaminés submergés.

6.3.2 Études antérieures

En 1972-1973, des hauts niveaux d'eau historiques dans les Grands Lacs ont causé de graves dommages aux propriétés riveraines. Les gouvernements du Canada et de l'Ontario ont effectué des levés des littoraux et ont par la suite préparé un rapport intitulé *The Canada/Ontario Great Lakes Shore Damage Survey*, dans lequel on compilait les détails concernant des zones où les risques de crue et d'érosion sont les plus grands et où on recommandait des mesures pour réduire les dommages futurs (Environnement Canada, ministère des Richesses naturelles de l'Ontario, 1975).

En 1986, après une autre période de hauts niveaux d'eau historiques pour ce siècle, les gouvernements canadien et américain ont demandé à la CMI d'examiner des méthodes permettant d'atténuer les conséquences négatives de la fluctuation du niveau d'eau du bassin des Grands Lacs et du fleuve Saint-Laurent et de faire un rapport à ce sujet. Par la suite, on a mené une étude complète concernant les fluctuations du niveau des eaux et de nombreuses études sur l'incidence des niveaux d'eau sur les littoraux. Une classification des rives a été élaborée pour tous les littoraux des Grands Lacs, ce qui a permis de déterminer la composition des littoraux d'un tronçon à l'autre. Les courbes hauteur-dommage, établies 10 ans plus tôt lorsque se sont produits les niveaux élevés de 1970, ont été mises à jour, en fonction de la valeur actuelle du dollar, et un examen critique de ces courbes a été effectué. Une enquête exhaustive auprès des propriétaires riverains a été entreprise afin que l'on dispose de renseignements concernant les dommages subis et que l'on connaisse leur opinion sur les solutions à apporter au problème (Conseil d'étude concernant les fluctuations du niveau des eaux, 1993).

Après le dépôt de l'Étude concernant les fluctuations du niveau des eaux et des recommandations de la CMI, le US Army Corps of Engineers du District de Detroit (USACE) a lancé, en 1996, une étude sur les dommages potentiels du lac Michigan afin d'évaluer complètement les dommages potentiels causés aux rives par les fluctuations du niveau d'eau du lac Michigan au cours des 50 dernières années (Nairn et coll., 1999). De même, en 1998, le US Army Corps of Engineers du District de Buffalo a mis de l'avant une étude sur l'érosion des Grands Lacs inférieurs qui avait pour but d'élaborer un outil d'évaluation des effets locaux et régionaux associés aux projets côtiers des lacs Érié et Ontario (Stewart, 1999).

Aucun effort comparable à l'échelle du bassin n'a été entrepris du côté canadien du lac Ontario. Cependant, quelques offices de la protection des littoraux de l'Ontario ont élaboré des plans complets de gestion des littoraux afin d'apporter des solutions au problème des crues et de l'érosion qui pourront se révéler des plus utiles.

Au Québec, des cartes détaillées permettent actuellement de détecter les secteurs plus sujets à l'érosion dans le fleuve Saint-Laurent, de Cornwall jusqu'en aval de Québec (ARGUS, pour Environnement Canada, 1996; Argus, 1991), et il existe un éventail de techniques de restauration adaptées à différentes situations. Des études sur l'érosion ont été menées pour les îles de Varennes (Panasuk, 1987) et de Contrecoeur (Davies et Watson, 1999). Cependant, on ne connaît pas encore bien le rôle joué par les conditions climatiques (vents, intempéries, glace) et l'activité humaine (navigation, voile, activités de plage) dans le processus d'érosion. La contribution relative de ces facteurs doit être établie si l'on veut déterminer quelles sont les activités humaines que l'on peut gérer pour réduire ou éliminer les crues et l'érosion dans les lacs et le fleuve.

Aux États-Unis, un certain nombre d'études détaillées ont été menées récemment, conjointement avec le processus de renouvellement des permis relatifs au projet hydroélectrique St. Lawrence - FDR. Ces études doivent être examinées attentivement afin que l'on puisse déterminer leur pertinence et leur utilité pour le présent processus. Dans la mesure du possible, des efforts doivent être consentis pour profiter des connaissances actuelles.

6.3.3 Portée de la nouvelle étude, besoins concernant la collecte de données et méthodes d'évaluation

fin d'examiner correctement les critères de l'Ordonnance d'approbation pour la régularisation des niveaux d'eau et du débit du bassin du lac Ontario et du fleuve Saint-Laurent et de réagir à la variabilité ou aux changements climatiques potentiels, il faut disposer de prévisions fiables concernant l'érosion et les crues et pouvoir prévoir le transport et le bilan des sédiments régionaux. Pour ce faire, il faut élaborer des modèles prédictifs des crues et de l'érosion qui tiendront compte de la géologie du littoral, des structures, de l'apport de sable et des conditions environnementales telles que les niveaux des eaux dormantes, les vagues provoqués par le vent et les navires, les courants, la végétation et la couverture de glace. Les différents volets du processus de modélisation devront inclure l'élaboration d'une base de données côtières détaillées ou d'un modèle numérique détaillé sur le terrain; la détermination des relations entre le niveau des eaux dormantes et la propagation des vagues sur le littoral selon différents scénarios hydrauliques ainsi que la distribution et la croissance de la végétation; la quantification de la quantité d'énergie relative produite par les courants, les vagues naturelles et celles causées par la navigation commerciale et de plaisance; la détermination des taux de décrue connexes; le jet de rive des vagues, les prévisions hydrodynamiques et les prévisions relatives aux inondation; le transport du sable loin des rives et l'analyse du bilan des sédiments; les prévisions d'érosion des rives sableuses et cohésives; les prévisions du transport du matériel érodé provenant des littoraux et la resédimentation/remise en suspension le long des rives ou sur le lit des cours d'eau; l'évaluation de la stabilité de la pente. Tous ces volets doivent être intégrés et liés de sorte que les données recueillies puissent être transformées en prévisions des effets des inondations, des bas niveaux d'eau et de l'érosion.

Le US Army Corps of Engineers a déjà commencé à élaborer un système de modélisation et de gestion des données pour les littoraux américains des lacs Michigan, Ontario et Érié, du fleuve Saint-Laurent et de la rivière Niagara. Des travaux de cette nature n'ont pas encore débuté du côté canadien du lac Ontario et de la rivière Niagara. La Garde côtière canadienne, conjointement avec Environnement Canada et le Centre d'hydraulique canadien, élabore toutefois certains modèles qui serviront d'études pilotes sur l'environnement riverain du fleuve Saint-Laurent.

Les données essentielles aux différents processus analytiques canadiens et américains comprennent :

- données topographiques et bathymétriques (modèle altimétrique numérique);
- base de données sur la zone côtière ou modèle numérique de terrain;
- géomorphologie du littoral;
- protection qualitative et quantitative des rives;
- zones à proximité du littoral/immergées;
- caractéristiques planimétriques (p. ex. routes, édifices);
- orthophotographies numériques;
- utilisation des terres et tendances à cet égard;
- valeurs des propriétés, des installations et des éléments d'infrastructure;
- renseignements concernant le lit superficiel et de subsurface des lacs ou du lit des cours d'eau;
- jet de rive des vagues et inondation;
- bilan des sédiments;
- évaluation des taux de décrue passés;
- hauteur et pente de la falaise et fréquence des ravins;
- anciennes falaises et anciens littoraux;
- couverture de glace et embâcles;
- climat des vagues des navires;
- végétation;
- variables hydrodynamiques.

De plus, les données ponctuelles suivantes sont essentielles :

- photos au niveau du sol;
- caractéristiques des sédiments;
- rapports de forage;
- dossiers de dragage;
- antécédents d'accumulation de sable sur les plages;
- profils du littoral;
- données concernant la mesure, les prévisions et les prédictions des vagues de profondeur et des vagues transformées;
- données concernant les mesures et les prévisions des niveaux d'eau

Il ressort que beaucoup de données sont nécessaires pour permettre la réussite de l'analyse. On décrit ci-après les étapes nécessaires à l'élaboration entière, à l'alimentation et au fonctionnement d'un système de prévision des inondation et de l'érosion côtière donnant des indications fiables concernant les dommages causés par les inondations et l'érosion et l'incidence des fluctuations des régimes de niveau d'eau.

Étape 1 : Base de données ou modèle numérique de terrain pour la zone côtière

Au début des années 1990, dans le cadre de l'Étude concernant les fluctuations du niveau des eaux, on a élaboré une méthode de classification des littoraux qui a par la suite été révisée et améliorée pour être appliquée au lac Michigan et aux rives américaines des lacs Érié et Ontario dans le cadre de l'Enquête sur les dommages potentiels du lac Michigan et de l'Étude sur l'érosion des Grands Lacs inférieurs. La classification originale a été établie pour chaque tronçon. Des travaux devront être effectués pour mettre à jour ce plan de classification pour le littoral canadien du lac Ontario, du fleuve Saint-Laurent et de la rivière Niagara en vue d'arriver à la résolution appropriée (p. ex. 1 km x 1 ou plus haute résolution). La classification doit être révisée de sorte que les renseignements soient plus détaillés, que nos connaissances de la géologie du littoral soient renforcées et que la végétation émergente et aquatique en fasse partie. Cette tâche comprend l'examen de renseignements plus récents (p. ex. la classification établie pour l'érosion du fleuve Saint-Laurent - Argus, pour Environnement Canada, 1996) et la tenue d'un atelier avec des experts côtiers. Les données requises comprennent des photographies aériennes (moins de 1/10 000), des profils du littoral, des graphiques bathymétriques, des cartes topographiques, des images vidéos du littoral, tout inventaire des structures situées sur les rives et toute cartographie de la stratigraphie des falaises. La base de données actuelle du système d'information géographique (SIG) sera mise à jour au moyen des renseignements vérifiés. {Nota : Les données topographiques et bathymétriques requises sont traitées à la section 4.2, Besoins en données communes.}

Étape 2 : Définition des éléments responsables de l'érosion (passée et future)

La présente tâche a deux objets, à savoir quantifier la quantité relative d'énergie qui contribue au processus d'érosion (y compris l'incidence des niveaux d'eau, des vagues naturelles et produites par les navires, de la glace et de la végétation) pour permettre l'étalonnage du modèle et établir les conditions de scénarios futurs. La tâche comprend aussi l'examen des fluctuations des niveaux d'eau touchés par le débit des cours d'eau, l'incidence des glaces et les rafales de vent. Lorsque ce sera opportun, les couvertures de glace, les embâcles et les courants devront être évalués et intégrés au processus de modélisation. Il faut également prévoir les vagues causées par le vent sur la rive, ce qui peut être fait en utilisant les prévision à posteriori des vagues sous-marines (horaire), du niveau d'eau (horaire, si possible) et les données concernant la glace. Il faudra également établir une méthode d'évaluation du climat des vagues produites par les navires sur le fleuve Saint-Laurent. Des études antérieures effectuées par la Garde côtière canadienne et par Travaux publics et Services gouvernementaux Canada afin d'évaluer les climats des vagues produites par les navires seront examinées, de même que des modèles plus récents actuellement élaborés par la Garde côtière canadienne conjointement avec Environnement Canada et le Centre d'hydraulique canadien.

Étape 3 : Détermination des taux de décrue (comprend la prise de photographies aériennes)

Afin de déterminer des taux constants de décrue pour les rives, le littoral actuel sera comparé à l'ancien littoral au moyen de photographies aériennes ou de systèmes d'établissement de profils par laser aéroporté. Il existe d'anciennes photographies aériennes pour tout le littoral du lac Ontario et du fleuve Saint-Laurent. Cependant, pour obtenir des renseignements sur le littoral actuel, tout le littoral doit être survolé de nouveau. Ces renseignements obtenus par photographies aériennes ou imagerie satellitaire peuvent également contribuer à l'établissement de la classification des littoraux décrite ci-devant et à la détermination de l'utilisation actuelle des terres et des tendances en cette matière ainsi qu'à la détermination de taux de décrue correspondant aux différentes combinaisons passées des niveaux des lacs et du fleuve, aux vagues naturelles et à celles des navires ainsi qu'aux couvertures de glace et de végétaux. Les données aériennes obtenues peuvent également servir à évaluer les conséquences sur les terres humides. Les coûts liés au survol du littoral sont traités à la section 4.2. L'élaboration du modèle altimétrique numérique, la détermination des lignes des falaises passées et présentes et l'évaluation des taux de décrue par le processus de modélisation sont traités ici.

La base de données concernant les taux de décrue passés, élaborée dans le cadre de l'Étude concernant les fluctuations du niveau des eaux (Comité de travail 2, 1993) et fondée sur les documents disponibles, sera évaluée, mise à jour et utilisée pour déterminer les zones qui nécessitent des études supplémentaires pour ce qui est du taux de décrue.

Il se pourrait que la classification des littoraux achevée à l'étape 1 soit utilisée pour déterminer les zones où il est plus probable que la décrue se produise. En vue de réduire les coûts, il se pourrait qu'on se concentre sur ces zones. Si on ne peut avoir accès à de nouvelles données concernant les littoraux, on pourrait utiliser des données déjà disponibles pour déterminer les taux de décrue. Cependant, ces données ne permettraient pas de déterminer les conditions actuelles et ne

Étape 4 : Détermination de l'utilisation/zonage des terres et des tendances concernant l'utilisation/zonage des terres

a. Utilisation et tendances concernant l'utilisation des terres

Les types d'utilisation des terres seront déterminés à une résolution appropriée le long du littoral au moyen de plans d'utilisation des terres, de documentation et de photographies aériennes du littoral. À partir des conclusions de l'Étude concernant les fluctuations du niveau des eaux et de photographies aériennes passées et présentes, de réunions avec les autorités chargées de la planification et des groupes ressources et de l'examen de documents relatifs à la planification, on déterminera l'utilisation des terres et les tendances à cet égard pour ce qui est du littoral, puis on introduira les renseignements obtenus dans une base de données numérique.

b. Zones à risque

Les exigences municipales actuelles en matière de zonage relatif aux inondations et à l'érosion de même que d'autres pratiques de gestion en vigueur seront documentées et ajoutées à la base de données sur les zones côtières du SIG, de même que tout plan de modification de zonage. Ces données seront recueillies en même temps que celles concernant l'utilisation des terres. Le nombre de propriétés dans les régions zonées sera répertorié à l'aide de cartes de base numériques et une évaluation de l'efficacité des exigences de zonage sera effectuée.

Étape 5 : Surveillance et analyse des sites d'essai du lac Ontario et du fleuve Saint-Laurent en soutien aux recherches effectuées à l'aide du modèle numérique.

Il faudra mener des études détaillées des sites pour faire l'essai et l'étalonnage du modèle pour ce qui est des inondations, de l'érosion, du transport des sédiments et des paramètres économiques. Les renseignements détaillés seront recueillis aux sites de l'étude, dans un rayon d'au plus 1 km. Ces renseignements comprennent, entre autres, la géomorphologie des littoraux et la géologie subaquatique, la bathymétrie littorale, la hauteur et la pente des falaises, les caractéristiques et la distribution des sédiments et la valeur des propriétés.

Selon les caractéristiques du site et la disponibilité de données antérieures, les tâches requises aux sites d'essai pourraient comprendre :

- des essais d'érodabilité complets du modèle physique sur des échantillons non perturbés de sédiments cohésifs;
- des évaluations des taux de décrue détaillés pour les sites d'essai (c.-à-d.. pour plusieurs photographies à la fois) par la création d'orthophotographies numériques dans le SIG;
- des mesures hydrodynamiques complètes, des levés hydrographiques et des sondages au jet pour déterminer l'épaisseur du sable (sur des lignes antérieures déjà sondées si possible) et la granulométrie;
- des analyses des sédiments de plage et de littoral ainsi qu'une stratigraphie géologique;
- un examen des questions concernant la stabilité des falaises en vue de déterminer une méthodologie panlacustre qui tienne compte de l'incidence du cycle de dégradation des falaises sur l'intervalle d'erreur associé aux positions prévues des falaises;
- une modélisation numérique complète de l'érosion afin de vérifier la capacité du modèle à prévoir (prévision à posteriori) l'érosion à chacun des sites et le long de plus longs tronçons de plusieurs kilomètres ou milles (en prenant en considération le transport parallèle et croisé au littoral) et l'apport les modifications qui s'imposent;
- l'évaluation de la végétation aquatique pour différents niveaux d'eau et variations temporelles et spatiales;
- la prise en considération de l'incidence de la protection des rives (en fonction de différents âges et de la durée nominale) sur les taux d'érosion futurs;
- la climatologie des vagues du littoral pour les différents niveaux d'eau et différentes périodes de l'année.

Étape 6 : Mise en application panlacustre et panfluviale du GIS

La présente tâche requiert l'établissement de liens entre les outils de modélisation et le système d'information géographique (SIG), ce qui permettra l'application panlacustre et panfluviale des modèles. La tâche consiste à mettre en place, dans le système, des couches de données du SIG (données d'élévation incluant la topographie et la bathymétrie, les lignes passées et récentes des falaises, les données planimétriques et les données numériques relatives à l'utilisation des terres, les orthophotographies et les données géologiques).

Bien qu'il puisse exister des options concernant l'application panlacustre et panfluviale du système, celles-ci devraient faire l'objet d'un examen attentif afin d'être entièrement justifiables et défendables.

Étape 7 : Application dans le cadre de scénarios futurs

a. Inondations

On devra évaluer le potentiel d'inondation pour une gamme de conditions en tenant compte du niveau statique du lac, de la houle, des jet de rive et des déversements à un niveau de résolution approprié. Les facteurs concernant le fleuve Saint-Laurent engloberont une variété de conditions pour la rivière des Outaouais, les débits entrants locaux et les embâcles.

b. Érosion

Les renseignements concernant le bilan sédimentaire sont nécessaires pour ce qui est des littoraux cohésifs et sablonneux afin de lier l'analyse de la rive de chaque site à une base panlacustre. L'analyse du bilan sédimentaire comprend l'étude de l'incidence qu'ont sur les taux d'érosion actuels et passés les changements naturels ou humains concernant la couverture de sable. Cette étude est un point déterminant dans l'évaluation des scénarios futurs probables. On doit mener un examen préliminaire de l'incidence des ports et des autres ouvrages connexes sur la dérivation du sable.

Les taux de décrue seront établis et analysés sur une base panlacustre et panfluviale au moyen de données sur les falaises antérieures ou récentes que l'on compare aux taux de décrue prévus (prévisions à posteriori) et actuels. Tous les ajustements nécessaires seront faits pour qu'il y ait une concordance raisonnable avec les taux actuels. Les modèles d'érosion côtière seront ensuite appliqués pour déterminer les taux de décrue dans le cadre des scénarios de niveaux d'eau futurs, y compris les scénarios concernant les changements climatiques. Le transport du matériel érodé ainsi que la resédimentation/remise en suspension future le long du littoral ou sur le lit des cours d'eau seront simulés afin de déterminer les conditions futures prévisibles.

c. Incidence des bas niveaux d'eau

Il n'existe que très peu de renseignements concernant l'incidence des bas niveaux d'eau sur le système côtier du bassin des Grands Lacs et du fleuve Saint-Laurent. Les outils de modélisation créés seront appliqués pour que l'on puisse prendre en considération toute la gamme de scénarios des niveaux d'eau futurs possibles. La détermination des effets des bas niveaux d'eau constitue un volet clé de cette étude, particulièrement lorsque l'on considère les éventuels scénarios de changements climatiques.

Étape 8 : Évaluation des dommages

Une fois que les prévisions sur les inondations, l'érosion et l'incidence des bas niveaux d'eau auront été effectuées, une évaluation des dommages potentiels totaux devra être faite. Il est généralement reconnu que les relations actuelles des courbes hauteur-dommages ne sont plus adéquates et qu'il faut les mettre à jour ou les remplacer par une nouvelle méthode d'évaluation de l'incidence des niveaux qui devra être créée et appliquée. Les éléments suivants ou une combinaison de ceux-ci devront être utilisés : études des sites, courbes de dommages, renseignements concernant l'utilisation des terres ou données numériques actuelles concernant les structures.

6.3.4 Répercussions des changements climatiques, démographiques ou autres

Depuis la fin de la dernière période glaciaire, après la disparition du poids énorme des glaciers, s'est produit un soulèvement isostatique ou une ascendance verticale de la surface terrestre. La décharge du lac Ontario, à l'est, s'élève d'environ 17 centimètres par siècle par rapport à l'embouchure de la rivière Niagara, à l'ouest du lac (EC, 1993), ce qui a pour résultat d'accroître graduellement le niveau de la rive ouest du lac. Par ailleurs, des mouvements tectoniques dans le bassin pourraient causer une subsidence différentielle, ce qui aurait des effets sur le plan de référence des Grands Lacs et sur le plan de régularisation, qui fonde ses critères sur le plan de référence. Au cours de toute révision des plans de régularisation, il importe de prendre en considération le soulèvement isostatique.

Le littoral est un endroit où les gens désirent vivre. Les données démographiques concernant le littoral continuent d'évoluer, en particulier pour ce qui est du lac Ontario où la population continue de s'accroître. Les tendances concernant l'utilisation des terres, le zonage lié à l'utilisation des terres et les autres techniques de gestion utilisées le long des littoraux seront traités dans le cadre des études proposées. Tout en prenant en considération cette désirabilité et comme le recommandait l'Étude concernant les fluctuations du niveau des eaux, l'utilisation de pratiques de gestion prudentes des eaux par les organismes locaux et les organismes de plus grande envergure est recommandée.

On évaluera les scénarios des changements climatiques et leur incidence possible sur les inondations, l'érosion, le

6.3.5 Conditions optimales

Érosion : Les responsables de l'Étude concernant les fluctuations du niveau des eaux (Comité de travail 2, 1993) ont tenté de déterminer si une réduction de la fourchette des niveaux d'eau du lac pouvait avoir une incidence importante sur les taux de décrue. Les premiers résultats permettent en effet d'arriver à la conclusion qu'environ 45 % du littoral du lac Ontario et jusqu'à 63 % du littoral du fleuve Saint-Laurent subiraient une baisse de décrue en raison d'une réduction de 50 % des écarts de niveaux d'eau. Ces évaluations ne sont cependant que très sommaires et ne correspondent qu'à une réduction des écarts de niveaux d'eau très importante, laquelle serait impossible à atteindre sur le plan opérationnel et indésirable sur le plan environnemental. Les écarts optimaux n'ont pas été déterminés, mais ils pourraient être évalués à l'aide de la base de données côtière remaniée décrite et du système d'analyse des inondations et de l'érosion.

Inondations : une réduction des niveaux maximaux du lac Ontario et du fleuve Saint-Laurent, en particulier au cours des périodes de fortes précipitations du printemps et de l'automne et de la crue nivale de la rivière des Outaouais, diminuera considérablement les probabilités d'inondations. Des niveaux maximal et minimal ont été établis avec les critères actuels du lac Ontario (critères (h), (i) et (j)). Les critères actuels ne donnent pas les niveaux maximaux et minimaux du fleuve Saint-Laurent. Cependant, la condition (i), qui contient les critères, précise que les travaux effectués dans le cadre du projet doivent être exécutés « de façon que les intérêts de la navigation et des propriétés riveraines en aval ne soient pas moins protégés qu'ils ne l'auraient été dans les conditions d'avant-projet et dans les conditions rajustées d'alimentation du passé de la façon dont elles sont définies par le critère (a) ... », ce que le Conseil et la Commission ont interprété et appliqué au cours des 40 dernières années comme des limites spécifiques établies pour ce qui est des niveaux et des débits aux apports naturels.

6.3.6 Organisation, coûts et calendrier de l'étude

Les organismes qui peuvent mener les présentes évaluations sont énumérés à l'annexe 1. L'évaluation des coûts pour entreprendre le processus proposé de prévision des dommages dus aux inondations et à l'érosion pour les intérêts du littoral du lac Ontario et du fleuve Saint-Laurent est décrite ci-après.

Tableau 4a. Évaluation du calendrier et des coûts relatifs aux études sur les zones côtières (en milliers de dollars US)

Tâches essentielles		AN 1	AN 2	AN 3	Total
Étape 1 :	Établissement de la base de données concernant les zones côtières	70			70
Étape 2 :	Définition des éléments responsables de l'érosion	200	100		300
Étape 3 :	Détermination des taux de décrue	50			50
Étape 4 :	Détermination de l'utilisation/zonage des terres et des tendances concernant l'utilisation/le zonage des terres	80	70		150
Étape 5 :	Étude du modèle numérique et détermination des activités liées aux sites d'essai	270	380	250	900
Étape 6 :	Mise en application panlacustre/panfluviale (SIG)		150	100	250
Étape 7 :	Application aux scénarios futurs	50	250	200	500
Étude 8 :	Évaluations des dommages		30	70	100
Autres :	Rapports, réunions, déplacements, divers	50	50	50	150
Total		770	1030	670	2470

Tableau 4b. Évaluation du calendrier et des coûts des études sur les zones côtières (en milliers de dollars CAN)

(Texte flou, probablement un titre de tableau non lisible)

Tâches		AN 1	AN 2	AN 3	Total
Étape 1 :	Établissement de la base de données concernant la zone côtière/MNT	120			120
Étape 2 :	Définition des éléments responsables de l'érosion	200	100		300
Étape 3 :	Détermination des taux de décrue	100			100
Étape 4 :	Détermination de l'utilisation/zonage des terres et tendances concernant l'utilisation /le zonage des terres	75	175		250
Étape 5 :	Exploration du modèle numérique et détermination des activités liées aux sites d'essai	175	375	150	700
Étape 6 :	Mise en application panlacustre/panfluviale (SIG)		150	100	250
Étape 7 :	Application aux scénarios futurs	50	250	200	500
Étape 8 :	Évaluations des dommages		30	70	100
Autre :	Rapports, réunions, déplacements, divers	50	50	50	150
Total		770	1130	570	2470

6.4 Navigation commerciale

Aux fins de la présente étude, la navigation commerciale comprend les activités suivantes : transport de cargaisons commerciales, pêche commerciale, exploitation des barges et des remorqueurs, croisières, construction/réparation de navires et exploitation des navires gouvernementaux.

À la lumière d'un examen rapide de la nature et des besoins de la navigation commerciale dans le bassin du lac Ontario et du fleuve Saint-Laurent, trois secteurs distincts ont été définis.

- Trafic commercial sur le lac Ontario. Ce secteur est peu touché par les fluctuations du niveau d'eau, car celles-ci se produisent à long terme et de façon très progressive dans le lac, sans compter que le trafic dans les Grands Lacs et la Voie maritime est limité par le tirant d'eau de la Voie maritime (aux États-Unis et au Canada).
- Trafic à l'intérieur des limites de la Voie maritime. Le trafic captif est davantage touché par les fluctuations des débits sortants du lac Ontario et celles du niveau d'eau du fleuve que le trafic maritime du lac Ontario (aux États-Unis et au Canada).
- Trafic maritime hauturier entre Montréal et l'Atlantique. Ce secteur comprend principalement la navigation au long cours. Le chenal maritime jusqu'à Montréal, qui est praticable à l'année, est touché par les fluctuations du niveau d'eau, un facteur du débit sortant du lac Ontario et du débit de la rivière des Outaouais. Les glaces du fleuve Saint-Laurent peuvent également avoir une incidence sur les niveaux de ce secteur.

Dans la présente section, les activités et les domaines étudiés sont répartis en trois secteurs.

6.4.1 Fluctuations du niveau d'eau

a. Lac Ontario

Les fluctuations du niveau d'eau du lac Ontario ont une incidence sur deux groupes d'intérêts du transport importants : les propriétaires de navires et les exploitants de ports/quais. Les propriétaires de navires touchés comprennent tous les propriétaires de navires américains, canadiens et étrangers, dont les navires doivent emprunter le lac Ontario pour le transport de marchandises. Les exploitants de ports/quais touchés sont ceux (américains ou canadiens) qui sont établis autour du lac Ontario. Ces groupes d'intérêts peuvent aussi être associés à des groupes d'intérêts du transport connexes, qui comprennent les exploitants d'une partie de l'infrastructure régionale de transport, y compris le transport par camion, par train et par barge. Ces deux groupes d'intérêts directement touchés veulent surtout éviter que les revenus commerciaux nets des chargeurs et des exploitants de ports soient affectés à long terme.

Certaines questions connexes découlant de l'application de mesures de régularisation sont aussi soulevées par les fluctuations du niveau d'eau, notamment les changements à apporter aux calendriers de transport, les ajouts ou les retrais à la flotte commerciale nécessaires au transport des volumes de produits de base prévus et les changements dans le degré d'utilisation des écluses, des chenaux ou des terminaux.

Le fleuve Saint-Laurent, à partir d'un peu en amont de Montréal jusqu'à Kingston, peut être divisé en trois segments affichant des caractéristiques hydrauliques différentes. Le niveau d'eau du segment supérieur du fleuve Saint-Laurent, entre Kingston et le barrage hydroélectrique de Moses-Saunders, près de Massena/Cornwall, est principalement touché par les niveaux d'eau du lac Ontario et par le débit sortant du barrage hydroélectrique et, également, par l'ouverture des vannes du barrage Iroquois. Le niveau de la section médiane, entre Massena/Cornwall et le canal de Beauharnois, est principalement touché par le débit de l'amont (de la centrale de Moses-Saunders) et par les rejets d'eau du complexe Beauharnois-Cedars. Le segment en aval du fleuve Saint-Laurent, allant de Beauharnois à Saint-Lambert, est aussi touché par le débit sortant de la rivière des Outaouais qui se mêle aux eaux du lac Saint-Louis, en amont du canal de la rive sud.

Deux facteurs sont essentiels à une navigation sécuritaire et efficace, soit la profondeur d'eau disponible et les courants créés par le débit d'eau. Pour chacun de ces segments du fleuve Saint-Laurent, les conditions de navigation subissent simultanément l'incidence des niveaux d'eau absolus et du débit, et ce, en tout temps. En amont de Cornwall, les profondeurs des différents segments du fleuve sont, en grande partie, fonction du niveau du lac Ontario et de son débit sortant. Le débit et les courants générés à différents endroits du fleuve sont fonction quant à eux de la pente du fleuve, qui est touchée par l'ouverture des vannes des barrages Iroquois, Cornwall/Massena et Beauharnois-Cedars. Les débits plus importants nécessitent de plus fortes pentes sur le fleuve et peuvent abaisser les niveaux d'eau du lac St. Lawrence, juste en amont de Cornwall/Massena, et ce, même lorsque les niveaux du lac Ontario sont élevés. Les débits faibles, qui se produisent fréquemment pendant les périodes de bas niveaux du lac Ontario, pourraient faire augmenter au-delà de la normale la profondeur du fleuve Saint-Laurent, malgré les bas niveaux dans le Port de Montréal. Ainsi, pour ces segments du fleuve Saint-Laurent, une relation complexe existe entre les niveaux et les débits du lac Ontario et les profondeurs et les courants avec lesquels les navigateurs doivent composer.

Un autre facteur important ayant une incidence sur la fluctuation du niveau d'eau, en particulier pour les lacs Ontario, St. Lawrence, Saint-Louis et Saint-François, est la vitesse et la direction des vents dominants. Par exemple, un vent fort et soutenu en provenance de l'est ou du nord à l'automne, lorsque le niveau d'eau est normalement bas, constitue une préoccupation importante dans le cas du lac St. Lawrence, dont le niveau peut facilement s'abaisser de 20 à 25 centimètres.

Le chenal de la Voie maritime a été conçu et construit à l'origine pour soutenir un débit maximal de 8800 mètres cubes par seconde (310 000 pieds cubes par seconde) sans excéder la vitesse de manœuvrabilité pour les navires de 1,22 mille par seconde (4,0 pi.sec). Les apports d'eau du lac Ontario pour la période allant de 1860 à 1954 ont été utilisés dans la conception du projet. On a cependant effectué quelques expériences sur un fonctionnement en débit élevé au cours de périodes où les niveaux du lac Ontario étaient extrêmement élevés. Afin de mesurer la vitesse de passage aux différents segments du fleuve Saint-Laurent, les niveaux d'eau différentiels entre les limnomètres sont contrôlés régulièrement au cours des périodes de forts débits sortants.

En 1992, en raison de la conjonction de conditions de niveau d'eau favorables au cours de certaines périodes de l'année, du dragage supplémentaire du canal et de la réduction de la vitesse des navires, les autorités de la voie maritime ont fait passer le tirant d'eau maximal de 7,92 à 8,00 m dans certains segments du fleuve Saint-Laurent. Les bénéfices annuels retirés par l'industrie de la navigation par suite de cette augmentation du tirant d'eau ont été évalués à 3,0 millions de dollars CAN. Par ailleurs, la saison de navigation de la Voie maritime s'accroît maintenant régulièrement au-delà des prévisions, et ce, à la fois à l'ouverture de la saison, vers la fin du mois de mars, et à la fermeture, vers la fin de décembre. Cependant, cette prolongation nécessite une coordination précise avec les autres intérêts, en particulier au cours de la période cruciale de formation des glaces chaque année.

c. Fleuve Saint-Laurent - Port de Montréal et aval

Le trafic maritime hauturier en provenance ou en partance du Port de Montréal ou d'autres ports situés le long du fleuve Saint-Laurent, en aval de Montréal, est touché principalement par les facteurs suivants :

- i. le débit sortant du lac Ontario;
- ii. le débit sortant de la rivière des Outaouais;
- iii. le débit des affluents locaux.

Au cours de la saison des eaux libres, les principaux facteurs qui touchent les fluctuations du niveau d'eau sont les débits sortants du lac Ontario et de la rivière des Outaouais. Comme les débits de la rivière des Outaouais sont régularisés à un faible degré, la régularisation de cette rivière ne joue pas un rôle important dans les fluctuations du niveau d'eau dans la région de Montréal, puisque le but premier de cette régularisation est l'alimentation, à court terme, des réservoirs situés en amont. Le débit du fleuve est donc déterminé essentiellement par les apports provenant du bassin. Le débit du fleuve, cependant, peut fluctuer de manière importante en raison des crues nivales printanières et des précipitations reçues dans le bassin local. Il faut donc mettre l'accent sur les fluctuations du niveau d'eau causées par les changements de débit du lac

Ontario, tout en prenant en considération l'incidence des débits de la rivière des Outaouais. Généralement, un changement de 1000 m³/s du débit du lac Ontario entraîne une fluctuation d'environ 40 centimètres du niveau d'eau dans le port de Montréal.

En hiver, le trafic maritime se poursuit jusqu'au port Montréal grâce à la gestion des couvertures de glace, qui se fait notamment avec des estacades à glace et le brisage de la glace.

Le port de Montréal ainsi que d'autres ports tels celui de Sorel, de Trois-Rivières et de Bécancour sont des ports intérieurs. Le trafic maritime vers ces ports doit donc être planifié en fonction de la profondeur totale disponible. Le trafic maritime hauturier des ports situés le long du fleuve Saint-Laurent est aussi soumis à certains critères saisonniers qui doivent être pris en considération.

Les niveaux au port de Montréal réagissent généralement aux changements de débits sortants du lac Ontario dans les 18 à 24 heures. On devra mieux comprendre ce phénomène, en particulier étant donné les stratégies de micro-gestion fréquemment adoptées par le Conseil au cours des dernières années ou, encore, lorsque l'on doit composer avec les conditions du critère (k) ou en toute autre situation critique.

Finalement, l'exploitation des installations de Beauharnois/Cedar par Hydro-Québec peut avoir une incidence sur les niveaux d'eau à Montréal. Même si la capacité de réserve du lac Saint-François est assez limitée, encore en raison de la micro-gestion des dernières années, il se pourrait que les niveaux au port soient touchés de manière importante. Cette situation doit être mieux définie.

Tout ajout aux critères actuels ou toute révision de ceux-ci occasionnant des débits sortants bas/élevés extrêmes pour le lac Ontario pourrait avoir une incidence importante sur la région du port de Montréal et en aval. On devra analyser les effets négatifs et évaluer/déterminer s'il faut prendre certaines mesures.

Le trafic maritime vers le port de Montréal repose fortement sur une connaissance adéquate des niveaux d'eau à venir. Comme une grande partie du trafic maritime provient de destinations outremer, il faut planifier les chargements et les calendriers pour s'assurer que les navires aient à l'arrivée une profondeur d'eau adéquate. Le fonctionnement du port de Montréal, en particulier, est étroitement lié aux prévisions fournies de une à quatre semaines à l'avance par la Garde côtière canadienne. On peut ainsi définir les tirants d'eau maximaux qui seront permis pour les grands navires de transport. L'exploitation de ces imposants navires chargés en fonction de la capacité prévue de la voie maritime peut subir d'importantes perturbations, entraînant des pertes économiques, en cas de fluctuations rapides et imprévues des niveaux d'eau. Les dates d'arrivée peuvent parfois ne pas être respectées, mais il est plus probable qu'il faille décharger une partie de leur cargaison dans d'autres ports, comme ceux de Halifax, de Sorel ou de Québec. Les conséquences découlant d'une méconnaissance des conditions de niveaux d'eau n'affecte pas que la performance des compagnies de navigation, mais également le port. Le Port de Montréal termine présentement un important projet de creusage du chenal qui fournira 30 cm (1 pied) de profondeur additionnelle pour les navires qui s'y rendent. La stabilité et la prévisibilité des niveaux d'eau sont essentielles aux activités de navigation commerciale de cette importante voie maritime internationale et doivent être gérées le mieux possible à l'aide des renseignements et des outils techniques nécessaires.

6.4.2 Études antérieures

a. Lac Ontario

La navigation commerciale sur le lac Ontario a été examinée de façon exhaustive, soit dans le cadre de vastes études, soit dans le cadre d'études portant précisément sur le lac Ontario. Un certain nombre de ces études sont énumérées ci-après.

1. Commission mixte internationale. Conseil d'étude concernant les fluctuations. *Étude concernant les fluctuations du niveau des eaux, bassin des Grands Lacs et du fleuve Saint-Laurent*, 1993.
2. Commission mixte internationale. Groupe de travail 3. Groupe d'action 4. « *Commercial Navigation Work Group Report* », Étude concernant les fluctuations du niveau des eaux, juillet 1993.
3. St. Lawrence Seaway Development Corporation. Martin O'Connell Associates. *The Economic Impacts Of The Great Lakes/Saint Lawrence Seaway System*, septembre 1992.
4. Environnement Canada. USEPA. Brock University, Northwestern University. *Les Grands Lacs : atlas écologique et manuel des ressources*, 1987.
5. Garde côtière canadienne. Hickling Corporation et Booz Allen Associates. *Étude de l'impact économique des initiatives maritimes majeures*, décembre 1996.

b. Fleuve Saint-Laurent - Voie maritime

Il existe de nombreuses études ou rapports passés liés à l'hydraulique du fleuve et à ses effets sur la navigation commerciale.

Les sociétés hydroélectriques assurent le maintien de sept limnomètres, soit à Kingston, à Ogdensburg, à Cardinal, à Iroquois, à Morrisburg, à Long Sault et à Saunders, le long du haut Saint-Laurent. De plus, à Summerstown, aux abords du lac Saint-François, et à Pointe-Claire, aux abords du lac Saint-Louis, des limnomètres ont été installés par le SHC. On trouve dans le rapport mentionné ci-après la description complète des élévations d'alerte et des élévations minimales relatives à la navigation commerciale pour chaque site.

1. Conseil international de contrôle du fleuve Saint-Laurent. *A Compendium on Critical Water Level Elevations in the Lake Ontario-St. Lawrence River System*, 31 décembre 1994.

Il existe en plus quelques autres rapports, dont :

2. SLSDC/SLSMC. *St. Lawrence River Direction and Velocity Measurements*, Rapports N°1, N°2 et N°3, 1976, 1977, 1978, 1982.
 3. COE, Detroit District. *St. Lawrence River Discharge Measurements*, 1976 et 1987.
 4. Administration de la Voie maritime du Saint-Laurent. *Vessel Speed and Wave Studies (7 volumes)*, 1970-1974.
 5. SLSMC/SLSDC. Résultats de sondages/balayage de fond.
 6. Rapports annuels sur le trafic de la Voie maritime (1959-1998).
- c. Fleuve Saint-Laurent - Port de Montréal et aval

Voici quelques-unes des études antérieures récentes/importantes traitant de la navigation commerciale.

1. Ed Eryuzlu. *Montreal Harbour Satisfaction Curves*, 25 février 1994. Non publiée.
2. Environnement Canada, Cornwall. *Rapport sur les niveaux des eaux des Grands Lacs et du fleuve Saint-Laurent en 1998*, janvier 1999.
3. *A Compendium on Critical Water level Elevations in the Lake Ontario-St. Lawrence River System*, 31 décembre 1994 (comme ci-haut).
4. Hickling Corporation et Booz Allen Associates, pour la Garde côtière canadienne. *Études de l'impact économique des initiatives maritimes majeures*, décembre 1996.
5. Développement des voies maritimes, Service à la navigation maritime, Garde côtière. *Canadian Waterways National Manoeuvring Guidelines : Channel Design Parameters*, novembre 1998.
6. Ministère des Transports. *Stage Discharge Relationships in the reach of the St. Lawrence River, Montreal to Trois-Rivières*, mars 1968.

6.4.3 Portée de la nouvelle étude, besoins concernant la collecte de données et méthodes d'évaluation

Lorsque ce sera possible, une méthodologie compatible sera utilisée dans les trois segments du bassin.

Les études dont il est question ci-après engloberont bien entendu les autres intérêts. Il est toutefois entendu que tous les autres intérêts relevés seront traités dans le Plan d'étude.

a. Lac Ontario

La portée du travail lié à la navigation commerciale sur le lac Ontario (canadienne et américaine) sera grandement fonction des renseignements disponibles en ce qui concerne les installations portuaires du lac Ontario, les navires commerciaux utilisés (navires américains, canadiens et étrangers) sur le lac Ontario, les anciens niveaux de tonnage pour le lac Ontario, les routes d'origine/destinations vers les ports du lac Ontario ainsi que les caractéristiques et limites opérationnelles des navires (limites des lignes de charge de la Garde côtière, tirant d'eau maximal pour la Voie maritime, etc.).

En plus des renseignements déjà disponible, des données supplémentaires seront nécessaires afin que l'on puisse évaluer les effets des différents régimes de débit.

- i. Les renseignements concernant le réseau de navigation commerciale devront être recueillis et mis à jour (ports, voies d'accès, écluses). On devra recueillir des renseignements sur tous les ports commerciaux d'origine ou de

destination de la navigation commerciale qui se fait sur le lac Ontario. Les données concernant les ports comprendront la surveillance des profondeurs, les besoins en dragage, l'emplacement des quais, la profondeur au quai et les capacités/taux de chargement, etc. Il faudra également connaître les profondeurs et largeurs maintenues pour toutes les écluses/voies interlacustres des différentes routes commerciales, puisque celles-ci restreignent les profondeurs/largeurs de tous les navires utilisant le réseau.

- ii. Il faudra tenir des rencontres/entrevues/enquêtes auprès des exploitants de navires et de ports/quais afin de déterminer les liens clés entre les fluctuations du niveau d'eau et les effets négatifs importants qu'elles occasionnent à leurs activités. Ces données serviront à quantifier l'incidence des fluctuations du niveau d'eau/débit sur leurs activités.
- iii. Les sources de données, nécessaires à la caractérisation et à l'établissement d'un modèle d'évaluation, devront être déterminées. On devra recourir à diverses sources de données, dont le US Army Corps of Engineers qui pourrait fournir des renseignements sur les profondeurs maintenues dans les chenaux des ports américains, les propriétaires de quais qui pourraient fournir des données sur les profondeurs maintenues dans leurs installations, le *Greenwoods Guide To Great Lakes Shipping* ou le *United States Coast Pilot 6*. De plus, des sources de données parallèles seront nécessaires pour tous les ports, chenaux et quais canadiens.
- iv. Les routes importantes de trafic de marchandises et de commerce doivent être déterminées. Il faut enregistrer les déplacements de tous les navires pendant une saison représentative dans le lac Ontario. Les détails nécessaires concernant la navigation commerciale sont le nom du navire, le type de chargement, le tonnage du chargement, le port d'origine, le port de destination, la date de départ du port d'origine et la date d'arrivée au port de destination. Les renseignements requis sur la navigation commerciale peuvent être obtenus auprès du U.S. Waterborne Commerce Statistics Center de New Orleans, en Louisiane, et de Statistique Canada.
- v. Les caractéristiques des navires, telles la longueur, la largeur, le tirant d'eau maximal selon le moment de la saison, le tonnage des différents chargements (minerai de fer, grain de charbon) au tirant d'eau du milieu de l'été, les facteurs d'immersion en tonnes par pouces, la présence de propulseurs d'étrave ou de poupe et le type de groupe électrogène du navire sont nécessaires.
- vi. Les renseignements concernant l'infrastructure portuaire, les emplacements des quais et les profondeurs maintenues des chenaux aux différents quais sont nécessaires à l'établissement de l'incidence des fluctuations du niveau d'eau sur les ports/quais.

La méthodologie d'évaluation sera fondée sur les modèles actuels concernant les coûts de transport de la navigation commerciale et sur les modèles concernant l'incidence régionale. On élaborera un modèle concernant l'incidence qu'ont les niveaux d'eau sur le transport, lequel sera axé sur la détermination des changements de revenus commerciaux nets des expéditeurs et des exploitants de ports/quais entre la condition de base établie et différents régimes de niveau d'eau. Un volet du modèle sera axé sur la détermination des changements au chapitre des coûts d'exploitation des navires selon les fluctuations du niveau d'eau, tandis qu'un second volet sera axé sur la détermination des changements relatifs aux revenus/utilisation des exploitants de ports/quais selon les fluctuations du niveau d'eau.

b. Fleuve Saint-Laurent - Voie maritime

On doit obtenir des renseignements supplémentaires et élaborer une méthodologie visant à évaluer l'incidence de divers débits afin de pouvoir examiner les ajouts ou les modifications potentielles à apporter aux critères régissant le fonctionnement des ouvrages actuels et comprendre les conséquences sur la navigation commerciale.

- i. Des données doivent être recueillies afin que l'on puisse mieux comprendre la relation entre les profondeurs et les débits du fleuve Saint-Laurent à partir du lac Ontario jusqu'à Montréal et les courants créés dans les chenaux de navigation, en particulier au cours de périodes de niveaux élevés. On doit établir, sur quelques années, une série chronologique de niveaux et de courants à différents sites clés (y compris ceux déjà munis de limnomètres), pour que toutes les saisons de navigation commerciale soient incluses, y compris les périodes de hauts débits (sur au moins deux ans, mais préférablement sur trois ans). Ce programme doit être intégré aux travaux dont il est question à la section 7.1, qui visent à élaborer un modèle hydrodynamique bidimensionnel pour la région se trouvant entre Kingston et Cornwall/Massena.
- ii. Les phénomènes hydrodynamiques, tels la succion et l'accroupissement des berges, sont habituellement bien connus, mais des travaux additionnels sont nécessaires pour que l'on puisse connaître complètement l'incidence de tels facteurs sur les manœuvres des navires dans ces chenaux particuliers, notamment au cours de périodes de bas niveaux d'eau. Un examen de la documentation sur le sujet doit être entrepris afin que l'on puisse déterminer si des situations semblables ont déjà été évaluées ailleurs pour la profondeur en question. Il pourrait cependant être nécessaire de mesurer et d'enregistrer les déplacements d'un certain nombre de navires de commerce types de la région. Avec les données ainsi obtenues, il sera possible d'évaluer la conformité des zones libres de fond et de côté actuelles ou proposées.
- iii. Les caractéristiques de manœuvrabilité des navires modernes ont considérablement évolué depuis l'ouverture de la Voie maritime, et une expérience considérable a également été acquise quant à la maîtrise des navires qui passent dans ces chenaux. Les officiers et les pilotes de navires qui empruntent les chenaux régulièrement seront

questionnés afin que l'on puisse connaître leur point de vue concernant les difficultés causées, au cours des dernières années, par la fourchette actuelle de profondeurs et de courants, y compris les niveaux et les débits élevés et bas.

Une méthodologie semblable à celle du modèle du lac Ontario sera élaborée par la suite, au moyen des données recueillies et des indicateurs économiques, tels les économies par pouces d'immersion et les possibilités de livraison du chargement, afin que l'on puisse étudier l'incidence qu'a sur les niveaux et les débits dans ces segments du fleuve Saint-Laurent la mise en application de nouveaux critères ou la modification des critères actuels. Cette analyse comprendra, entre autres, des examens particuliers comme :

- l'examen de la possibilité de hausser ou d'abaisser les élévations de navigation d'alerte et minimales de façon graduelle tout le long du fleuve Saint-Laurent en fonction des conditions actuelles des chenaux et des conséquences sur tous les groupes d'intérêts;
- l'examen de l'incidence de débits sortants extrêmement bas sur la navigation dans les lacs Saint-François et Saint-Louis, qui sont tous deux des affluents du fleuve Saint-Laurent, y compris la possibilité de modifier les procédures de fonctionnement de la Voie maritime aux fins de la gestion de telles situations et de leurs conséquences sur l'industrie;
- l'examen de l'incidence de débit sortant extrêmement élevés sur la navigation commerciale dans le haut Saint-Laurent et du chenal sud, à Cornwall. À cette étape, on ne prendra pas en considération les mesures/travaux de redressement qui comprennent des améliorations physiques visant à augmenter la capacité du chenal, lesquels sont nécessaires au maintien de conditions de navigation acceptables (c.-à-d., la vitesse des courants et les niveaux d'eau minimaux), mais il est possible que l'on étudie les modifications des procédures d'exploitation de la Voie maritime.

Plutôt que de mener de telles évaluations pour toutes les combinaisons possibles de niveaux et de débits, l'analyse finale des conséquences devrait suivre l'élaboration de modifications à apporter aux critères ou de nouveaux critères, qui pourront par la suite être essayés et évalués afin que l'on puisse déterminer leur incidence sur les activités de la Voie maritime. En conséquence, la collecte de données et l'élaboration du cadre de l'analyse se dérouleront au cours des trois premières années, alors que la mise à l'essai des modifications ou des nouveaux critères sera menée une fois que ceux-ci auront été proposés, soit au cours de la cinquième année de l'examen général.

b. Fleuve Saint-Laurent - Port de Montréal et aval

Dans le cas du trafic maritime à fort tirant d'eau du fleuve Saint-Laurent, on doit traiter des questions suivantes.

- i. Les habitudes saisonnières du trafic maritime à fort tirant d'eau vers le port de Montréal pour une évaluation appropriée de la révision des critères et leur incidence sur le port de Montréal. Le profil du trafic maritime dans le port a grandement changé par rapport à celui constaté à l'achèvement du projet.
- ii. Le volume du trafic maritime touché par la profondeur limitée des eaux, c.-à-d. qu'il n'est pas nécessaire de recueillir des données sur l'ensemble du trafic commercial vers le port, sauf dans le cas des navires dont le tirant d'eau est de 25 pieds ou plus.
- iii. L'évaluation des pertes commerciales occasionnées par l'incapacité de remplir à pleine capacité les navires en partance ou en provenance des ports situés le long du fleuve Saint-Laurent et l'évaluation des bénéfices additionnels reçus lorsque les niveaux sont supérieurs à ceux du plan de référence et que les niveaux moyens sont disponibles.
- iv. L'incidence des fluctuations à court terme du débit sortant du lac Ontario sur les niveaux de la région du port de Montréal.
- v. L'incidence des activités d'Hydro-Québec à Beauharnois-Cedars sur les niveaux au port de Montréal, par rapport aux réserves d'eau très temporaires du lac Saint-François.
- vi. L'incidence des activités hivernales de régularisation du lac Ontario sur les niveaux d'eau du fleuve Saint-Laurent dans la région de Montréal et en aval. Cette étude comprendra les risques d'inondations des installations portuaires et de la région environnante, y compris de la région en aval.
- vii. Les moyens visant à réduire les risques de débits sortants extrêmement élevés du lac Ontario touchant le fonctionnement du port de Montréal et les régions en aval.
- viii. Les choix et les moyens concernant la réduction de l'incidence qu'ont, sur le port de Montréal, les débits extrêmement bas du lac Ontario.
- ix. Les limites/contraintes qui ont une incidence sur les exigences du trafic du port de Montréal et de la Voie maritime ainsi que les risques de contraintes découlant de l'exploitation de la Voie maritime.

Les études ainsi que les données et les renseignements appropriés sur ces sujets seront essentiels, non seulement pour réduire les effets néfastes possibles sur la région du port de Montréal, mais aussi pour faciliter une meilleure gestion de la fluctuation des débits sortants du lac Ontario, y compris tout changement des critères de fonctionnement actuels.

On établira une méthodologie d'évaluation compatible avec celle élaborée pour la portion supérieure du bassin, ce qui permettra de prendre en considération l'incidence que l'établissement de nouveaux critères ou la modification des critères actuels pourraient avoir sur les activités du port de Montréal et sur la navigation commerciale en aval.

6.4.4 Répercussions des changements climatiques, démographiques ou autres

Les changements climatiques (réchauffement de la planète) ou démographiques (répartition et augmentation de la population) peuvent avoir une incidence sur les niveaux et débits du bassin des Grands Lacs et du fleuve Saint-Laurent.

La plupart des modèles informatiques de pointe prévoient actuellement que les apports d'eau vers les Grands Lacs et le fleuve Saint-Laurent diminueront au cours des cent prochaines années (voir la section 4.3).

Les évaluations des apports d'eau fournies par ces modèles climatiques doivent être considérées comme une fourchette possible de conditions futures. À l'aide des approches analytiques décrites dans le présent document, on évaluera l'incidence de tous les scénarios utilisés dans le cadre de cette étude en vue de prendre des mesures à l'égard des changements climatiques.

6.4.5 Conditions optimales

a. Lac Ontario

Le modèle sur l'incidence des niveaux sur le transport peut être élaboré afin que l'on dispose de renseignements pour déterminer différentes conditions optimales du point de vue des utilisateurs de la navigation commerciale. Par exemple, des valeurs pourraient être établies pour indiquer la proportion du trafic maritime qui ne serait pas touchée par les différents niveaux d'eau (c.-à-d., la proportion de la flotte de navigation commerciale empruntant le lac Ontario qui aurait une capacité de transport excédentaire si les niveaux d'eau du lac Ontario étaient maintenus au niveau de référence). Le modèle pourrait aussi être conçu pour déterminer la colonne d'eau maximale pouvant être utilisée par les navires qui transportent différentes matières premières. Cette colonne d'eau maximale pourrait être ensuite transposée en niveau d'eau. D'autres indicateurs optimaux relatifs à la navigation commerciale pourraient être établis au fur et à mesure qu'on les détermine dans le processus de l'étude.

b. Fleuve Saint-Laurent - Voie maritime

Habituellement, les niveaux d'eau constants près des moyennes annuelles maximales donnent les résultats les plus satisfaisants en ce qui concerne le rapport entre les niveaux et les courants, mais cette approche n'est que trop simpliste, puisqu'il existe également des variations saisonnières qui ont une incidence marquée sur les niveaux d'eau des lacs St. Lawrence, Saint-Louis et Saint-François. Des détails concernant les conditions optimales des segments du fleuve Saint-Laurent pour la navigation commerciale dans la Voie maritime seront décrits par le groupe d'étude du sous-comité proposé au cours de la première année du projet, ce qui fournira l'encadrement nécessaire aux autres comités de travail.

c. Fleuve Saint-Laurent - Port de Montréal et aval

De manière générale, les niveaux d'eau élevés ont tendance à favoriser l'utilisation de navires à plus fort tirant, donc de navires offrant un transport plus économique. Le port de Montréal peut habituellement compter sur des niveaux d'eau qui sont au moins égaux ou supérieurs aux niveaux de référence et a même connu des périodes importantes au cours desquelles les niveaux d'eau pendant la période de régularisation ont alloué plusieurs pieds de tirant d'eau de plus pour les grands navires, tout en maintenant un dégagement sous la coque sécuritaire. Le port de Montréal offre ses services de façon dynamique dans la plupart des régions du monde, et le fait qu'il fournisse un service fiable et régulier pendant toute l'année joue particulièrement en sa faveur. C'est pourquoi la prévisibilité des niveaux d'eau du fleuve Saint-Laurent se révèle aussi essentielle que la connaissance des niveaux actuels. Des efforts considérables ont été consentis en vue de prévoir les niveaux d'eau des jours et même des semaines à l'avance mais, si au moment de l'arrivée des navires, les niveaux sont beaucoup inférieurs à ceux prévus, les grands navires porte-conteneurs pourraient être déviés vers Halifax ou pourraient devoir faire escale à Sorel ou à Québec pour délester en partie leur cargaison, ce qui augmente de façon importante les coûts de transport généraux et rend les ports du fleuve Saint-Laurent moins attrayants. L'exactitude des prévisions est donc essentielle.

6.4.6 Organisation, coûts et calendrier de l'étude

Les trois groupes d'étude (ou leurs représentants) pour les sections a), b) et c) ci-après seront rassemblés en un seul groupe d'étude binational sur la navigation commerciale afin d'étudier tous les volets des travaux.

Même si des différences normales existent dans la nature des activités de la navigation commerciale des trois segments du bassin, il importe que les études fournissent des données compatibles. Il faudra notamment déterminer les groupes d'intérêts qui dépendent de la navigation commerciale dans le bassin du lac Ontario et du fleuve Saint-Laurent et la façon dont ils seraient touchés par les différents scénarios. Les études ne seront donc pas limitées aux facteurs économiques, mais comprendront d'autres types de données lorsque ce sera nécessaire.

a. Lac Ontario

Les travaux seront dirigés par un groupe d'étude binational. Les représentants, pour le présent segment, proviendront du Corps of Engineers, de la Garde côtière canadienne, de Transports Canada, des services de pilotage des Grands Lacs; il y aura aussi un gestionnaire de port américain et un canadien. Des personnes pourront être engagées à contrat dans certains cas, comme pour la collecte de données, mais il est prévu que les membres du Corps of Engineers effectueront l'élaboration du modèle principal sur le transport à l'aide de données fournies par les autorités canadiennes, qui auront des représentants au sein du comité de direction. Les tableaux 5a et b décrivent les évaluations des coûts associés à l'évaluation des critères pour ce qui est de la navigation commerciale aux ports du lac Ontario.

Tableau 5a. Évaluation du temps et des coûts relatifs à la navigation commerciale sur le lac Ontario (en milliers de dollars US)

Tâches essentielles	An 1	AN 2	An 3	AN4	AN 5	Total
Examen des autres modèles et de la documentation	8	16	16			40
Élaboration du modèle sur l'incidence des niveaux sur le transport	16	32	40	32	20	140
Collecte/mise à jour des données physiques	20	20	20			60
Élaboration, administration et analyse des inspections/enquêtes			24	32	24	80
Évaluation de l'élaboration d'un système d'information				15	10	25
Rapports sur la préparation des données et autres traitements				5	15	20
Coordination (réunions et déplacements)	5	5	5	5	5	25
Total	49	73	105	89	74	390

Tableau 5b. Évaluation du temps et des coûts relatifs à la navigation commerciale sur le lac Ontario (en milliers de dollars CAN)

Tâches essentielles	AN 1	AN 2	AN 3	AN 4	AN 5	Total
Examen des autres modèles et de la documentation	3	6	6			15
Élaboration du modèle sur l'incidence des niveaux sur le transport	6	12	15	12	8	53
Collecte/mise à jour des données physiques	8	8	8			24
Élaboration, administration et analyse des inspections/enquêtes			9	12	9	30
Total	17	26	38	24	17	122

b. Fleuve Saint-Laurent - Voie maritime

Le travail déterminé sera supervisé par le Groupe d'étude binational. Les représentants, pour le présent segment, proviendront des autorités de la Voie maritime, du US Army Corps of Engineers, de la Garde côtière canadienne, du service de pilotage local et du Bureau de la régularisation des Grands Lacs d'Environnement Canada de Cornwall. Des entrepreneurs du secteur privé pourront être responsables de l'élaboration des données nécessaires, y compris de la conduite d'essais et de la prise de mesures.

Évaluation des coûts

1. Collecte de données et analyse des niveaux, des débits et des courants à des points cruciaux; collecte de renseignements sur le dégagement sous les coques et sur les côtés à des points cruciaux; examen de la documentation et élaboration de rapports.	550 K \$CAN
2. Élaboration des modèles permettant la prise en considération de l'incidence des fluctuations du niveau d'eau et du débit sur le transport de cargaisons par les utilisateurs habituels du bassin, y compris l'examen des changements apportés aux « niveaux d'alerte » actuels et aux évaluations minimales et de l'incidence sur la navigation commerciale des débits extrêmement bas et extrêmement élevés.	300 K \$CAN
3. Analyse de l'incidence des nouveaux critères ou des critères révisés proposés à la suite du travail des autres groupes d'intérêts compris dans l'étude générale.	150 K \$CAN
	Total 1 million \$ CAN

Tableau 5c. Évaluation du temps et des coûts relatifs à la navigation commerciale, Voie maritime du Saint-Laurent

Évaluations canadiennes(en milliers de dollars CAN)	AN 1	AN 2	AN 3	AN 4	AN 5	Total
Tâches énumérées ci-devant	80	120	350	250	200	1000

c. Fleuve Saint-Laurent - Port de Montréal et aval

Comme dans le cas des travaux concernant les tronçons du fleuve Saint-Laurent et du lac Ontario, un Groupe d'étude binational dirigera le travail. Les représentants, pour le présent segment, proviendront du Port de Montréal, de la Garde côtière canadienne, d'Environnement Canada, de l'Administration de pilotage des Laurentides ainsi que du US Army Corps of Engineers. Les travaux indiqués (énumérés à la section 6.4.3 c) peuvent être effectués par un consultant privé. Les présents travaux peuvent être combinés, en tout ou en partie, aux autres travaux précisés dans le cadre du présent plan d'étude. Il est à noter que les évaluations des groupes intérêts ne seront pas effectuées uniquement sur le plan des valeurs économiques, puisque cette méthode n'a pas donné de résultats satisfaisants par le passé. Enfin, les travaux/études décrits dans le présent document ont pour but de favoriser l'atteinte de l'objectif principal qui consiste à faciliter la révision des critères, y compris la possibilité d'ajouter de nouveaux critères.

Évaluation des coûts

	En \$CAN
1. Examens des autres modèles, documents et données:	50 K
2. Évaluation des profils saisonniers, du volume de trafic maritime touché par la profondeur limitée et avantages ou pertes associés aux niveaux :	100 K
3. Évaluation des effets à court terme des fluctuations des débits sortants du lac Ontario ou des installations de Beauharnois/Cedars :	200 K
4. Étude de l'incidence des activités hivernales :	100 K
5. Étude de l'incidence des débits bas/élevés extrêmes:	400 K
6. Évaluation du trafic maritime à Montréal par rapport à celui de la Voie maritime :	100 K
7. Préparation des données en formats spécifiques et autres traitements :	20 K
8. Divers, imprévus et déplacements :	30 K
Total :	1 million

Tableau 5d. Évaluation du temps et des coûts relatifs à la navigation commerciale, Montréal et aval

Évaluations canadiennes (en milliers de dollars CAN)	AN 1	AN 2	AN 3	AN 4	AN 5	Total
Tâches énumérées ci-devant	100	250	250	100	300	1000

Tableau 5e. Estimation du temps et des coûts - navigation commerciale

	AN 1	AN 2	AN 3	AN 4	AN 5	Total
Totaux américains (en milliers de dollars US)	49	73	105	89	74	390
Totaux canadiens (en milliers de dollars CAN)	197	396	638	374	517	2122

6.5 Hydroélectricité

6.5.1 Fluctuations du niveau d'eau

a. Hydroélectricité provenant du fleuve

Bien que les fluctuations du niveau d'eau touchent la production d'hydroélectricité, l'électricité produite est fonction de plusieurs facteurs, soit la hauteur de chute, le débit, la constance et l'efficacité.

- La hauteur de chute est la distance verticale parcourue par l'eau pour traverser les turbines pour produire de l'électricité. Une hauteur de chute plus élevée (c.-à-d., lorsque l'eau tombe de plus haut) produit davantage de puissance.
- Le débit est la quantité d'eau traversant les turbines, lesquelles transforment l'énergie potentielle en énergie électrique.
- La constance est le débit assuré du cours d'eau.
- L'efficacité est la proportion de l'énergie potentielle de l'eau transformée en énergie électrique. En tenant compte des trois valeurs ci-devant, on a conçu les turbines des centrales hydroélectriques de façon les pertes d'énergie soient réduites au minimum et que leur forme les rende le plus efficace possible.

b. Relation entre le débit du lac Ontario et celui du fleuve Saint-Laurent

Les relations suivantes, qui sont caractéristiques du bassin du lac Ontario et du fleuve Saint-Laurent, doivent être bien comprises, puisqu'elles sont liées aux niveaux d'eau du lac Ontario.

- Selon le plan de régularisation, des niveaux d'eau relativement élevés dans le lac Ontario amènent habituellement des débits également élevés, accroissant par le fait même la production d'électricité. Cependant, au fur et à mesure que le débit augmente aux centrales, la hauteur de chute (le niveau d'eau en amont des centrales) doit être abaissé, sinon la pente du lac vers les centrales augmentera. Or, il en résulte une hausse du niveau d'eau en aval des centrales, ce qui abaisse la hauteur de chute permettant la production d'électricité.
- Selon le plan de régularisation, des niveaux d'eau relativement bas du lac Ontario amènent des débits relativement faibles, abaissant par le fait même la production d'électricité. Cependant, au fur et à mesure que le débit diminue aux centrales, l'eau d'amont augmente alors que le niveau d'eau en aval diminue, ce qui hausse la hauteur de chute.
- Une augmentation ou une réduction trop importantes du débit occasionne des effets négatifs. Lorsque les débits augmentent trop, l'eau est utilisée moins efficacement. En fait, on atteint un point où l'accroissement du débit n'augmente pas la production d'électricité. Un débit élevé entraîne une diminution de l'efficacité et peut-être même un dépassement de la capacité de la centrale; il faudra donc procéder à un déversement. Au contraire, lorsque les débits sont trop faibles, la production totale d'électricité est beaucoup plus basse et ne peut combler les besoins du réseau électrique. Il faut donc s'approvisionner ailleurs, mais à coût plus élevé.

Les exploitants des centrales hydroélectriques connaissent ces relations variables et tentent d'utiliser le plus efficacement possible l'eau régularisée. Le fleuve Saint-Laurent est l'un des cours d'eau les plus fiables au monde en raison l'imposante superficie des Grands Lacs, qui forment le plus important ensemble de réservoirs d'eau au monde. Les changements au chapitre de la régularisation peuvent ne pas avoir une incidence importante sur la production hydroélectrique d'une année à l'autre. Cependant, la synchronisation des débits tout au long de l'année a un effet majeur sur les exploitants des centrales hydroélectriques. Pour la production hydroélectrique, l'idéal est de satisfaire à la demande. Habituellement, la période de pointe se produit au cours des mois d'hiver mais, au cours des dix dernières années, la demande estivale de pointe s'est accrue au point d'être presque semblable à celle de la période de pointe hivernale.

c. Gestion des glaces sur le Lac Ontario et le fleuve Saint-Laurent

Le plan de régularisation, qui détermine les débits sortants du lac Ontario et les facteurs économiques de la production d'électricité, repose sur la capacité des segments importants de la partie internationale du fleuve Saint-Laurent à laisser s'écouler le volume prescrit d'eau dans les chenaux au cours des mois d'hiver. Pour atteindre cet objectif, on provoque la

formation d'une couverture de glace uniforme et stable en réduisant la vitesse dans les différents segments du chenal. Pour ce faire, il faut réduire les débits sortants du lac Ontario et sacrifier la production d'électricité à court terme, le temps que la couverture de glace se forme, afin d'assurer, à long terme, une plus grande fiabilité de la production d'électricité et de la régularisation.

Les activités de production d'électricité hivernales sont touchées par les conditions hydrologiques du bassin des Grands Lacs de même que par les conditions météorologiques, hydrauliques et physiques de la partie des rapides internationaux du fleuve. L'expérience acquise depuis le début de la régularisation a démontré la nécessité de maintenir la capacité hydraulique de cette partie du fleuve afin de combler les exigences extraordinaires imposées au bassin par les apports hydrologiques. Bien que le Plan 1958-D restreigne les débits sortants moyens du lac Ontario sous $6230 \text{ m}^3/\text{s}$ en janvier, entre $6800 \text{ m}^3/\text{s}$ et $7930 \text{ m}^3/\text{s}$ en février et à $7930 \text{ m}^3/\text{s}$ en mars, le Conseil a ordonné des débits discrétionnaires de beaucoup supérieurs à ces valeurs lorsque les conditions des glaces le permettaient afin de faire face aux conditions d'apport élevé qui se sont produites depuis le début de la régularisation. Même si des débits sortants supérieurs à ceux prescrits par le plan ont permis de démontrer la capacité des chenaux lorsque les conditions sont favorables, la perte de hauteur de chute occasionnée et l'inefficacité en découlant demeurent une préoccupation importante des groupes d'intérêts de l'hydroélectricité, tout comme les risques que courent les autres utilisateurs du bassin.

6.5.2 Études antérieures

Bartholomew, J., T.E. Wigle et C.J.R. Lawrie. *Winter Operations - International Rapids Section of the St. Lawrence River*. Compte rendu du Symposium international sur les glaces, Association internationale de recherches hydrauliques, 1981.

Bryce, J.B. *Ice & River Control*, Journal of the Power Division, American Society of Civil Engineers, novembre 1968.

Carson, R.K. et R.P. Metcalfe. *Effects of Peaking and Ponding Within the St. Lawrence Power Project Study Area - Analysis of Historic Data*. Rapport présenté au Conseil international de contrôle du fleuve Saint-Laurent par Ontario Hydro et à la Power Authority de l'État de New York, mars 1994.

Irvine, Leonard et Taylor. *Hydropower Evaluations for the Mainstem Projects in the Great Lakes-St. Lawrence Basin*. Rapport présenté au Groupe de travail 3 dans le cadre de l'Étude concernant les fluctuations du niveau des eaux, mars 1993 et addenda en mai 1993.

Commission mixte internationale. *Regulation of Great Lakes Water Levels, Appendix F, Power*, 1973.

Groupe de travail du Conseil international de contrôle du fleuve Saint-Laurent. *Studies to Improve the Regulation of Lake Ontario*. Rapport de situation présenté au Conseil du fleuve Saint-Laurent, 1975.

Conseil international de contrôle du fleuve Saint-Laurent. *Update of Studies to Improve the Regulation of Lake Ontario, report to the International Joint Commission*, janvier 1980.

Conseil international de contrôle du fleuve Saint-Laurent. *An Updated Regulation Plan for the Lake Ontario - St. Lawrence River System, report to the International Joint Commission*, juin 1997. (Ce rapport énumère les indicateurs de préférence qui soutiennent les intérêts de l'industrie de l'hydroélectricité. Ces indicateurs seront étudiés plus en détail dans l'étude.)

Conseil d'étude concernant les fluctuations. *Hydropower Evaluation for the Mainstream Projects in the Great Lakes - St. Lawrence River Basin*. Rapport présenté au Groupe de travail 3, régularisation actuelle, régularisation visant tout le bassin et conditions de crise, mars 1993a.

6.5.3 Portée de la nouvelle étude, besoins en données et méthodes d'évaluation

On croit disposer de suffisamment de renseignements pour évaluer les intérêts associés à l'hydroélectricité. Il n'est donc pas nécessaire d'effectuer de nouvelles études ou de recueillir des données supplémentaires.

On effectuera l'évaluation des plans de régularisation de rechange ou des études sur la régularisation à l'aide des modèles numériques internes actuels. Les modèles utilisent le débit, la hauteur de chute et l'efficacité turbine-génératrice afin de simuler les activités des centrales hydroélectriques. La production d'énergie résultante est ensuite comparée aux scénarios de référence.

Les sociétés hydroélectriques ont élaboré des modèles d'évaluation du fonctionnement. Ces modèles pourraient être adaptés afin que l'on puisse évaluer l'incidence qu'ont les différents choix de régularisation sur l'industrie de l'hydroélectricité. Les coûts relatifs à l'évaluation de l'incidence sont imputables à la préparation et à l'exécution du modèle ainsi qu'à l'interprétation et à la présentation des résultats.

6.5.4 Répercussions des changements climatiques, démographiques ou autres

Les changements climatiques, qui causent soit une augmentation ou une diminution du débit disponible, ont une incidence sur la production hydroélectrique. Les plans de remise en état des centrales hydroélectriques tiennent compte de l'augmentation des débits prévue pour le 21^e siècle, c'est pourquoi on augmente de 5 à 10 % l'efficacité optimale des turbines en fonction du débit.

Les changements climatiques touchent non seulement l'alimentation en électricité, mais aussi la demande en électricité. De plus, l'évolution démographique a transformé la demande en électricité. Des températures plus chaudes diminuent la demande en électricité l'hiver, ce qui compense pour l'augmentation de la demande l'été. Une plus grande population entraîne en général l'augmentation de la demande d'électricité tout au long de l'année. L'augmentation de la demande en période de pointe estivale pourrait être attribuable à l'accroissement de la population en général, à la plus grande utilisation des climatiseurs d'air de même qu'à l'augmentation du nombre de personnes possédant une deuxième résidence pour les activités estivales.

Du point de vue de la production hydroélectrique, il faut combler la demande. Le cycle annuel de la demande en électricité au début et au cours des premières années du projet a produit des demandes de pointe au cours des mois d'hiver, soit de décembre à mars. Des prévisions récentes concernant la demande établissent que les réseaux électriques du bassin des Grands Lacs verront la période de pointe passer de l'hiver à l'été.

6.5.5 Conditions optimales

- a. Lac St. Lawrence - Ontario Power Generation et Power Authority de l'État de New York
 - i. Réduire au minimum la fréquence des débits supérieurs à aux débits optimaux.
 - Le débit optimal varie en fonction de la hauteur de chute. De plus, les modifications apportées aux composants mécaniques des turbines modifient le débit optimal. La hauteur de chute opérationnelle moyenne de la centrale de Moses-Saunders au cours des 37 dernières années est de 24,8 mètres. Un programme de modification à long terme fera passer le débit optimal à 24,8 mètres d'environ 7840 m³/s à environ 8400 m³/s d'ici 2012. Actuellement, le débit optimal à 24,8 mètres est de 8200 m³/s.
 - ii. Réduire au minimum la fréquence des combinaisons débit/niveau qui haussent les niveaux à Long Sault au-dessus de 73,9 mètres.
 - Habituellement, les élévations de plus de 73,9 mètres nécessitent l'ouverture des vannes du barrage Iroquois afin de réduire les niveaux du lac St. Lawrence.
 - Pour corriger ce problème, il faudrait réduire la fréquence des débits inférieurs à 6000 m³/s.
 - iii. Réduire au minimum la fréquence des débits supérieurs à 7400 m³/s lorsque la couverture de glace est présente.
 - Les débits inférieurs à 7400 m³/s contribuent à réduire les risques de bris de la couverture de glace. Le maintien d'une forte couverture de glace permet le maintien de la capacité de débit tout au long de l'hiver.
 - L'état physique de la glace joue un rôle important. En effet, une plus forte couverture de glace permet des débits supérieurs à la valeur nominale de 7400 m³/s, alors qu'une couverture de glace plus mince ne peut, dans certains cas, supporter un débit supérieur à cette même valeur.
 - iv. Réduire au minimum la fréquence des débits supérieurs à 6230 m³/s (220 000 pi³/s) pendant la période de formation de la couverture de glace.
 - Pour permettre la formation de la glace, on a élargi le chenal pour assurer une vitesse maximale inférieure à 0,69 m/s (2,25 pi/s), soit un débit de 6230 m³/s (220 000 pi³/s), et ce, en tout point du chenal entre Lotus Island et Iroquois Point et depuis en amont de Point Three Points jusqu'en aval de Ogden Island.
 - Depuis 1960, on a enregistré chaque année le début de la période de formation de la couverture de glace, mais pas sa durée. Il est donc impossible de déterminer la durée de cette période pour chaque année. Chaque hiver, la glace commence d'abord à se former en aval de la partie internationale pour ensuite progresser vers l'amont. Le moment de la formation de la couverture de glace varie beaucoup selon la température. Dans la partie internationale, la glace commence à se former entre le début du mois de décembre et la fin de janvier.
 - v. Réduire au minimum l'ampleur des changements de débits de semaine en semaine, sauf lorsqu'ils sont nécessaires à

la gestion des glaces.

- L'équipement des centrales hydroélectriques requiert un entretien périodique. Normalement, cet entretien est effectuée au cours des périodes de faible débit afin d'éviter les déversements. Les fluctuations ou les changements importants de semaine en semaine peuvent perturber les calendriers d'interruption prévus ainsi que les plans de production de la centrale. Dans certains cas, les changements de débit peuvent même causer des déversements inutiles.
 - Les changements de débit importants de semaine en semaine peuvent causer d'importantes fluctuations du niveau du lac St. Lawrence. Les changements les plus importants d'élévation de semaine en semaine se sont produits au cours des mois d'hiver et sont attribuables aux restrictions par les glaces ainsi qu'aux changements des débits de régularisation en hiver.
- vi. Libérer des débits relativement élevés au cours des périodes estivales et hivernales de forte demande.
- Le point culminant des courbes annuelles de demande en électricité, au début et au cours des premières années du projet, s'est produit pendant les mois d'hiver, soit de décembre à mars.
 - Les changements démographiques et climatiques qui se sont produits dans le bassin des Grands Lacs au cours de la dernière partie de ce siècle ont causé une augmentation de la demande estivale en électricité. On prévoit que, d'ici 2005, l'Ontario verra la période de pointe passer de l'hiver à l'été si les conditions climatiques sont normales.
- vii. Maximiser la production d'électricité
- Le fleuve Saint-Laurent est l'un des fleuves les plus fiables au monde en raison de la taille de son bassin hydrographique. Les changements apportés à sa régularisation peuvent ne pas avoir une grande incidence sur la production d'hydroélectricité d'une année à l'autre. Cependant, la distribution annuelle des débits a un effet majeur sur les exploitants de centrales électriques. Il est plus avantageux de produire plus d'électricité lorsque la demande est la plus forte. Habituellement, l'hiver est la période où la demande est la plus forte, mais une augmentation des pointes de consommation estivale au cours des dix dernières années a rapproché la demande de pointe estivale de la demande de pointe hivernale.

b. Complexe de Beauharnois-Cedars

Le complexe de Beauharnois-Cedars comprend deux centrales. Comme celui-ci n'est pas situé dans la partie internationale du fleuve Saint-Laurent, il n'est pas soumis à l'autorité de la CMI. Cependant, le débit d'eau qui traverse les ouvrages régulateurs du fleuve Saint-Laurent à partir du lac Ontario passe ensuite par ce complexe. En conséquence, la régularisation du lac Ontario a une incidence sur le complexe Beauharnois-Cedars, qui se trouve en aval.

La hauteur de chute est de 24 mètres à Beauharnois et de 12 mètres à Cedars. Le débit optimal à Beauharnois, lorsque l'on utilise toutes les unités disponibles (36 unités), est de 7300 m³/s, soit un indice de production de 0,20 MW/m³/s. La capacité maximale de débit est de 8200 m³/s. Entre 7300 et 8000 m³/s, l'efficacité moyenne du débit supplémentaire est d'environ 0,10 MW/m³/s (50 % du débit optimal), ce qui est semblable à l'efficacité optimale de la centrale de Cedars (0,10 MW/m³/s). Entre 8000 et 8200 m³/s à Beauharnois, l'efficacité moyenne du débit supplémentaire se situe près de zéro. Le débit minimal à Cedars est de 300 m³/s, alors que le débit maximal est de 1700 m³/s lorsque l'on utilise les 17 unités disponibles.

En résumé, avec les 36 unités de Beauharnois et les 17 de Cedars, l'efficacité optimale est atteinte avec un débit entrant maximal de 7600 m³/s (7300+300). L'efficacité chute à 50 % pour le débit supplémentaire entre 7600 et 9700 m³/s et, au-delà de 9700 m³/s, le débit supplémentaire est inutilisé.

En raison du grand nombre d'unités et de la capacité limitée de la centrale de Beauharnois, le programme d'entretien à une incidence marquée sur la capacité des centrales. Un nombre d'unités disponibles à Beauharnois de 32 ou de 33 et de 14 à Cedars devrait être considéré comme étant plus représentatif des conditions normales. Dans la pratique, l'indice de production est de 0,2 MW/m³/s pour un débit entrant de Moses-Saunders allant jusqu'à 7000 m³/s; de 0,1 MW/m³/s lorsque le débit entrant se situe entre 7000 et 8400 m³/s; et de 0,0 MW/m³/s lorsque le débit est supérieur à 8400 m³/s.

Puisque le débit entrant local du lac Saint-François varie normalement entre 0 et 1500 m³/s durant l'année, pour une moyenne de 200 m³/s, ces débits entrants ont une incidence importante durant la période de crues nivales.

Ces caractéristiques du complexe de Beauharnois-Cedars ont deux effets importants sur les exigences à respecter pour maximiser la production.

- Les débits doivent être le plus stables possible tout au long de l'année (sauf lorsque requis durant la formation de la

couverture de glace). Par exemple, il est plus rentable de laisser s'écouler 7000 m³/s en tout temps que 6000 m³/s et 8000 m³/s cinquante pour cent du temps chacun.

- Il importe de disposer de prévisions de débit précises pour la plus longue période possible si l'on veut réduire l'incidence du programme d'entretien.

c. Gestion des glaces à Beauharnois-Cedars

La formation de la couverture de glace à Beauharnois commence environ une semaine plus tôt qu'à Moses-Saunders. Au cours de la période de formation de la couverture de glace, le débit dans le chenal Beauharnois doit être abaissé à une moyenne de 4500 m³/s pendant environ deux semaines (y compris un maximum de 4000 m³/s pour une journée); le débit sécuritaire maximal pour Cedars correspondre à 1800 m³/s (débit maximal pouvant régularisé par les vannes commandées à distance). En pratique, le débit maximal de 6230 m³/s utilisé pendant la formation de la glace à Moses-Saunders convient également comme moyenne pour Beauharnois-Cedars. Lorsque les apports du lac Ontario sont faibles, une valeur de 6100 m³/s est plus adéquate. Dans tous les cas, les débits sont sujets à des ajustements quotidiens. Après la formation de la couverture de glace, les restrictions imposées par la glace limitent le débit à environ 7000 m³/s dans le chenal Beauharnois pour le reste de l'hiver.

En conclusion, les points suivants doivent être pris en considération :

- réduire au minimum la fréquence des débits supérieurs à 8400 m³/s;
- réduire au minimum la fréquence des débits inférieurs à 6000 m³/s;
- réduire au minimum la fréquence des débits supérieurs à 6100 m³/s pendant la formation des glaces;
- libérer des débits relativement élevés au cours des périodes hivernales et estivales de forte demande;
- réduire au minimum l'ampleur des changements du débit moyen de semaine en semaine, sauf lorsque c'est nécessaire pour la gestion des glaces;
- assouplir le plan de régularisation pour qu'il soit possible de varier le temps où l'on réduit les débits pour assurer la formation des glaces;
- assouplir le plan de régularisation pour qu'il soit possible de varier le temps où l'on augmente les débits afin de répondre à la demande énergétique;
- prévoir le débit plusieurs semaines à l'avance.

6.5.6 Organisation, coûts et calendrier de l'étude

Les études et les évaluations seront menées par les sociétés hydroélectriques énumérées à l'annexe 1, alors que les résultats seront évalués par le Groupe d'étude général. L'organisation, les coûts et le calendrier de l'étude sont en grande partie fonction du nombre d'évaluations requis par l'étude sur l'évaluation des critères. On doit mener une évaluation coordonnée de l'incidence sur l'industrie de l'hydroélectricité chaque fois qu'un plan de régularisation est élaboré et que les débits sortants et la hauteur de chute résultants sont déterminés. On prévoit que le temps de réponse nécessaire à l'évaluation de l'incidence sera de l'ordre de deux mois et que le coût estimé de chaque évaluation s'élèvera à 20 000 \$ US et à 60 000 \$ CAN par évaluation. On a prévu, à des fins budgétaires, un total de dix évaluations, réparties sur les années 4 et 5 de l'étude.

6.6 **Utilisation domestique, industrielle et municipale de l'eau**

6.6.1 Relation avec les fluctuations du niveau d'eau

En général, l'alimentation en eau des municipalités n'est pas touchée par les fluctuations du niveau d'eau du bassin du lac Ontario et du fleuve Saint-Laurent, puisque la plupart, sinon toutes, les prises d'eau municipales sont situées à des profondeurs allant de 20 à 40 pieds. Cette profondeur constitue une mesure de protection contre les dommages causés par les activités de navigation commerciale et de plaisance et par les glaces et les objets flottants. On a aussi découvert que la qualité de l'eau provenant de telles profondeurs est de loin supérieure à celle de l'eau des prises situées en eaux moins profondes.

Au cours de l'automne (période de bas niveau d'eau) de 1998, les puits riverains situés le long des rives de la partie est du lac Ontario ont connu quelques problèmes d'alimentation. On a donc dû prendre des mesures correctrices coûteuses pour profiter d'une eau potable acceptable. Ce problème a été remarqué des deux côtés de la frontière de même que dans le segment des Milles-Îles du fleuve Saint-Laurent. Des problèmes semblables se sont également produits dans la région du

lac St. Lawrence au cours de périodes de forte décharge du bassin.

Du côté américain du bassin, le Department of Health de l'État de New York réglemente de façon sévère les prises d'eau municipales. Le ministère de l'Environnement et de l'Énergie de l'Ontario et le Ministère de l'Environnement du Québec, de même que les autorités de protection de la nature locales sont les responsables en la matière du côté canadien du bassin. D'après la réglementation actuelle, les nouvelles installations doivent être installées à des profondeurs où elles ne seront pas touchées par les fluctuations du niveau d'eau du bassin et même par les niveaux qui pourraient excéder ceux établis par les Ordonnances d'approbation.

6.6.2 Études antérieures

Le rapport présenté en janvier 1985 aux gouvernements par la Commission mixte internationale, intitulé *Dérivation et consommation des eaux des Grands Lacs*, traitait des utilisations domestiques, industrielles et municipales de l'eau. De plus, l'Étude concernant les fluctuations du niveau des eaux du bassin des Grands Lacs et du fleuve Saint-Laurent, présentée en mars 1993 à la CMI par le Conseil d'étude concernant les fluctuations, traitait du même sujet jusqu'à un certain point. Cependant, aucune étude complète n'a jamais été effectuée concernant les problèmes potentiels que les fluctuations du niveau d'eau pourraient causer pour les installations domestiques, municipales et industrielle d'approvisionnement en eau.

6.6.3 Portée de la nouvelle étude, besoins en données et méthodes d'évaluation

On doit effectuer un inventaire complet des prises d'eau municipales et industrielles et des usines de traitement des eaux (emplacement) afin d'évaluer adéquatement les problèmes pouvant être causés par la fluctuation des niveaux d'eau de lac Ontario et du fleuve Saint-Laurent jusqu'à Trois-Rivières, au Québec. Les prises d'eau domestiques privées présentent un problème plus sérieux qui sera traité séparément.

a. Installations municipales et industrielles

L'inventaire caractéristique des installations municipales ou industrielles doit se faire selon les étapes suivantes.

- i. Détermination des installations munies de prises d'eau situées soit dans le lac Ontario, soit dans le fleuve Saint-Laurent. Pour ce faire, il faudra tenir de nombreuses réunions avec les organismes de réglementation et examiner tout dossier/renseignement disponible dans l'État de New York, en Ontario et au Québec.
- ii. Visite des sites comprenant l'acquisition de données pertinentes et de cartes disponibles des installations et des prise d'eau. Présentement, on évalue à environ cent le nombre de sites à visiter; les renseignements qui seront recueillis doivent être rassemblés et répertoriés.
- iii. Rencontre des exploitants des installations pour déterminer les problèmes potentiels ou passés causés par les fluctuations du niveau d'eau.
- iv. Incorporation des données recueillies aux bases de données.
- v. Catalogage de toutes les cartes, plans et diagrammes à des fins de référence future.

b. Installations domestiques privées

Comme on l'a mentionné précédemment, la détermination et l'inventaire des installations d'alimentation en eau domestiques privées entraînerait des frais prohibitifs, puisque celles-ci ne sont pas réglementées et qu'il existe un grand nombre d'utilisateurs privés. Plutôt que de tenter de déterminer et de répertorier les utilisateurs, il serait plus efficace de rencontrer les parties connues et qui ont déjà vécu des problèmes dus aux fluctuations du niveau d'eau. À la lumière des résultats de ces enquêtes, les organismes appropriés ou les administrations municipales pourraient leur fournir un encadrement, ainsi qu'à d'autres, concernant les mesures correctrices possibles et les méthodes d'alimentation en eau permettant de réduire les effets des fluctuations du niveau d'eau.

Lorsque toutes les données auront été recueillies et dûment enregistrées dans une base de données, il sera possible d'analyser les effets des grands écarts de niveau dans les plans d'eau pertinents. Les mesures correctrices suggérées pourront être appliquées aux installations susceptibles d'être affectées. La base de données pourrait être utilisée par d'autres organismes prêtant un fort intérêt aux résultats de l'étude, dont :

- le Department of Health de l'État de New York;
- le Department of Environmental Conservation de l'État de New York;
- le U.S. Army Corps of Engineers;
- les autorités municipales de l'État de New York;

- les ministères de l'Environnement de l'Ontario et du Québec;
- Environnement Canada;
- Pêches et Océans Canada;
- les autorités municipales de l'Ontario et du Québec.

6.6.4 Répercussions des changements climatiques, démographiques ou autres

L'importance de l'utilisation domestique et sanitaire de l'eau est reconnue par le Traité des eaux limitrophes, qui lui accorde une certaine préséance. Les changements climatiques pourraient avoir une incidence importante sur les prises d'eau aménagées à cet effet. Les scénarios qui prévoient que des bas niveaux d'eau se produiront auront une incidence sur le fonctionnement des prises d'eau. Cependant, chaque site sera touché d'une manière différente. Or, l'inventaire qui sera dressé permettra de déterminer l'ampleur de cette incidence.

Les changements démographiques peuvent accroître l'utilisation de l'eau, ce qui peut avoir deux effets sur les prises d'eau, à savoir que les bas niveaux réduiront la capacité de s'approvisionner en eau et que l'augmentation de la demande en eau surchargera les installations actuelles d'approvisionnement en eau. L'inventaire doit détailler les caractéristiques des prises d'eau, ce qui permettra l'évaluation de l'incidence des changements démographiques.

6.6.5 Conditions optimales

Puisque chaque prise d'eau et chaque municipalité sont différentes, les conditions optimales seront évaluées au cas par cas. Lorsqu'un site sera évalué, on déterminera ses caractéristiques générales et on définira les conditions optimales de son utilisation générale.

6.6.6 Organisation, coûts et calendrier de l'étude

En raison du temps nécessaire à la visite d'un grand nombre de sites, la réalisation de ce volet de l'étude pourrait être confiée à des entreprises de génie-conseil privées de l'État de New York, du Québec ou de l'Ontario, ainsi qu'à d'autres organismes énumérés à l'annexe 1. Les résultats de cette étude seront évalués par un Groupe d'étude binational.

Tableau 6a. Estimation du temps et des coûts - études concernant l'utilisation de l'eau (en milliers de dollars US)

Tâches essentielles	AN 1	AN 2	AN 3	Total
Recherche de toutes les installations municipales et industrielles qui s'alimentent dans le lac Ontario ou le fleuve Saint-Laurent	10	3		13
Recherche des installations privées ayant souffert par le passé des fluctuations du niveau d'eau	5			5
Visite des sites afin d'effectuer la collecte de données Environ 100 sites au minimum	50	50		100
Temps nécessaire aux pour se rendre aux sites et d'un site à l'autre	6	6		12
Établissement et compilation de la base de données		6	6	12
Catalogage/classement des cartes, dessins et diagrammes obtenus		6	6	12
Préparation et distribution du rapport final			12	12
Frais de déplacement	8	8	8	24
Total	79	79	32	190

Tableau 6b. Estimation du temps et des coûts - études concernant des utilisations de l'eau (en milliers de dollars CAN)

Tâches essentielles	AN 1	AN 2	AN 3	Total
Recherche de toutes les installations municipales et industrielles qui s'alimentent dans le lac Ontario ou le fleuve Saint-Laurent	12	7		19
Recherche des installations privées ayant souffert par le passé des fluctuations du niveau d'eau	8			
Visite des sites afin d'effectuer la collecte de données Environ 100 sites au minimum	75	75		150
Temps nécessaire aux pour se rendre aux sites et d'un site à l'autre	10	10		20
Établissement et compilation de la base de données		10	10	20
Catalogage/classement des cartes, dessins et diagrammes obtenus		10	10	20
Préparation et distribution du rapport final			20	20
Frais de déplacement	11	12	12	35
Total	116	124	52	292

**PLAN D'ÉTUDE CONCERNANT LA RÉVISION DES CRITÈRES
faisant partie des
ORDONNANCES D'APPROBATION
pour la
RÉGULARISATION DU NIVEAU ET DU DÉBIT
DU LAC ONTARIO ET DU FLEUVE SAINT-LAURENT**

Préparé pour la Commission mixte internationale
par
le Groupe responsable du Plan d'étude
sur le fleuve Saint-Laurent et le lac Ontario

Septembre 1999

7 ÉVALUATION HYDROLOGIQUE ET HYDRAULIQUE

7.1 Modèle intégré du bassin des Grands Lacs et du fleuve Saint-Laurent

Pour évaluer les plans de régularisation du lac Ontario, le côté pratique des critères proposés et l'incidence hydrologique sur les intérêts, il faut effectuer des simulations par ordinateur des niveaux d'eau et des débits du bassin des Grands Lacs et du fleuve Saint-Laurent aussi loin en aval que Trois-Rivières, au Québec. Dans son rapport final présenté à la CMI en 1993, le Conseil concernant les fluctuations du niveau des eaux a recommandé, entre autres, que l'on poursuive les travaux d'amélioration des modèles utilisés dans le cadre des simulations, des prévision et de la régularisation. L'objectif visé consiste à établir un modèle complet d'apport d'eau et de calcul du cheminement qui s'applique à tout le bassin, jusqu'à Trois-Rivières, au Québec, et qui tienne également compte de l'incidence de la rivière des Outaouais. Des modèles numériques distincts existent déjà pour différentes parties du bassin, et des progrès considérables ont été accomplis dans l'élaboration d'un modèle coordonné de régularisation et de calcul du cheminement pour la région supérieure des Grands Lacs. On devra cependant consentir des efforts supplémentaires pour établir des plans de régularisation du lac Ontario et les volets du fleuve Saint-Laurent en vue de les intégrer au modèle et de s'en servir pour simuler des niveaux d'eau et des débits pour tout le bassin. Les travaux sont principalement axés sur la régularisation des débits sortants du lac Ontario. Comme ces débits sont régularisés sur une base hebdomadaire, on propose la réalisation de simulations quatre fois par mois, ce qui correspond à environ une semaine et à la période pour laquelle la plupart des données hydrologiques sont disponibles. Avec un tel intervalle, les effets à court terme, comme ceux causés par les vents et les états transitoires entraînés par les changements de débit, ne sont pas pris en considération. La réalisation du modèle coordonné de régularisation de tout le bassin et de calcul du cheminement permettra la tenue des simulations, quatre fois par mois, à un degré d'exactitude approprié à la présente étude, selon différents scénarios de régularisation et différentes conditions hydrologiques.

Afin d'étudier les effets à court terme (c.-à-d., sur une période correspondant au quart d'un mois) qu'a la régularisation sur le fleuve Saint-Laurent en amont de Cornwall-Massena, on élaborera un modèle hydrodynamique 2-D du fleuve allant des environs de Kingston jusqu'au barrage de Moses-Saunders. Ce modèle permettra l'examen des effets détaillés et à court terme qu'ont les fluctuations du débit sur les niveaux et la vitesse. Cette connaissance des effets servirait à résoudre les problèmes liés à la navigation commerciale, à la navigation de plaisance, à l'environnement de même que ceux liés à l'hydraulique, à la production d'hydroélectricité et à la formation de la couverture de glace. *{Les données topographiques et bathymétriques nécessaires à l'élaboration de ce modèle seront recueillies dans le cadre d'une autre partie des travaux, comme on le décrit à la section 4.2.}*

7.2 Modélisation du fleuve Saint-Laurent, de la rivière des Outaouais et des autres affluents

La régularisation des débits sortants du lac Ontario touche les niveaux d'eau et les débits du fleuve Saint-Laurent bien en aval du projet. Les critères de régularisation actuels de la CMI exigent que le niveau d'eau et la condition des glaces au port de Montréal de même que les activités durant la période de crue annuelle de la rivière des Outaouais soient pris en considération dans la régularisation des débits sortants du lac Ontario. D'après l'expérience acquise, la condition des glaces sur le lac Saint-Pierre et l'écoulement des affluents en aval au printemps peuvent également toucher la régularisation du lac Ontario. Des questions ont été soulevées au sujet de l'incidence potentielle que pourraient avoir les variations de débit occasionnées par la régularisation du lac Ontario sur l'environnement en aval. Pour évaluer l'incidence qu'ont la régularisation du lac Ontario et la modification potentielle des critères de régularisation, il faudra effectuer une modélisation suffisamment précise des niveaux d'eau et des débits du fleuve Saint-Laurent en aval, jusqu'à Trois-Rivières.

On examinera les méthodes disponibles concernant la simulation des relations hydrauliques dans l'archipel de Montréal et en aval dans le fleuve, jusqu'au lac Saint-Pierre, et on déterminera les améliorations qui peuvent être apportées au modèle coordonné de calcul du cheminement. Les facteurs qui seront étudiés comprennent la modélisation de la croissance de la végétation aquatique et de l'établissement des glaces par rapport à l'hydraulique des chenaux. L'équipe d'Environnement Canada, Région du Québec, a terminé la plus grande partie de l'élaboration d'un modèle hydrodynamique 2-D détaillé pour le fleuve Saint-Laurent depuis Cornwall jusqu'à l'archipel de Montréal inclusivement. La haute résolution spatiale de la configuration actuelle du modèle, qui est d'environ 60 m, nécessiterait l'engagement de ressources considérables pour les simulations à long terme. Cependant, cette résolution pourrait être augmentée afin d'obtenir un calcul du cheminement hydraulique plus précis. Il pourrait également être possible de varier la résolution du modèle lorsque des périodes d'apport importantes choisies seraient simulées à haute résolution pour la modélisation de l'incidence sur les habitats ou les inondations. Afin d'utiliser ce modèle pour la délimitation de la plaine inondable ou des habitats ou, encore, pour mener d'autres études concernant la révision de critère, on devra élaborer un modèle altimétrique numérique (MAN) (résolution verticale de ± 25 cm) pour les terres inondables du fleuve Saint-Laurent, entre Beauharnois et Trois-Rivières. Le MAN serait nécessaire pour une modélisation plus précise de la relation débit-niveau du fleuve, telle que requise dans le cadre des études sur les habitats, et pour la délimitation des régions inondables dans les conditions hydrauliques attendues. *{Ce MAN fait partie des travaux décrits à la section 4.2.}* La pertinence de ce modèle hydrodynamique sera étudiée et, au besoin, adaptée aux fins de la présente étude.

La série chronologique de données hydrologiques nécessaires au modèle de calcul du cheminement en aval devra être réalisée. Pour ce faire, on doit obtenir ou produire des ensembles de données sur le débit sortant (données enregistrées ou simulées) afin de modéliser des débits sortants pour la rivière des Outaouais ou les affluents en aval qui correspondent aux apports d'eau pour le lac Ontario. Pour ce qui est des changements climatiques, une suite de modèles hydrographiques des affluents du lac Saint-François, de la rivière des Outaouais, de la rivière Richelieu et de nombreux autres affluents importants en aval de Montréal devront être obtenus ou élaborés afin que l'on puisse transformer les données concernant les précipitations et la température provenant des modèles climatiques en débits sortants de ces bassins vers le fleuve Saint-Laurent. Les modèles utilisés par un ou plusieurs organismes participant au groupe de régularisation de la rivière des Outaouais peuvent être utilisés pour faciliter le processus.

7.3 Scénarios d'apport des Grands Lacs

7.3.1 Production de séries hydrologiques pour le climat actuel

Le plan de régularisation 1958-D du lac Ontario a été élaboré et essayé au moyen des données sur les apports d'eau passés pour le lac Ontario pendant la période allant de 1860 à 1954, lesquelles ont été rajustées en fonction des conditions hydrauliques et de dérivation des courants d'alors. Depuis le début des régularisation, en 1960, davantage d'apports extrêmes ont été enregistrés. Ceux-ci comprennent les faibles apports connus au milieu des années 1960 et les apports élevés des années 1970, du milieu des années 1980 et dans une partie des années 1990. Conséquemment, il s'est produit des conditions de niveau et de débit débordant de la gamme souhaitable établie dans les critères actuels de la CMI. D'après les critères actuels, ces situations mènent à la régularisation selon le critère (k), qui prévoit gestion discrétionnaire des débits sortants par le Conseil du fleuve Saint-Laurent et la Commission.

Étant donné que les facteurs climatiques responsables des séries d'apports sont aléatoires, il est peu probable qu'une série se répète. Des périodes de débits plus forts et plus faibles se produiront dans l'avenir en raison des variations naturelles du climat, même sans les effets de la croissance anthropique des émissions de gaz à effet de serre dans l'atmosphère. Il faudra adopter une démarche différente si l'on veut concevoir un plan de régularisation plus utile avec une gamme d'apports élargie. Pour rendre compte de cette variabilité naturelle des apports, on propose d'élaborer un vaste ensemble de séries hydrologiques artificielles basé sur les propriétés statistiques des apports passés connus et des ensembles de données connexes. Une démarche semblable a été utilisée avec succès dans le cadre d'une étude récente menée par Hydro-Québec (Rassam et coll., 1992, GLERL, 1992) qui avait pour objet l'analyse des ouvrages d'évacuation des crues à la décharge du lac Saint-François. Cependant, cette étude ne traitait pas de la rivière des Outaouais ou des affluents en aval. L'étude menée par Hydro-Québec a permis de résumer un échantillon équivalant à 50 000 années. On a proposé d'utiliser cet ensemble de données artificielles, qui représente la distribution de l'hydrologie potentielle, pour la conception et l'évaluation des nouveaux critères proposés et des plans de régularisation du lac Ontario.

La première étape des présents travaux consistera à mettre à jour (jusqu'en 1999) les apports passés coordonnés pour chacun des Grands Lacs, les débits de la rivière des Outaouais ainsi que ceux des autres affluents en aval, les débits des ouvrages de dérivation importants et les facteurs de retardement du débit relatifs aux plantes aquatiques et aux glaces dans les chenaux interlacustres et dans le fleuve Saint-Laurent. Il faudra peut-être simuler certaines données (p. ex., celles concernant les affluents entre Cornwall et Trois-Rivières) à l'aide d'une modélisation hydrologique fondée sur les données actuelles concernant les précipitations et la température. L'étape suivante consiste à mener une analyse statistique de la

structure (p. ex., moyenne, dérivation standard, autocorrélation, corrélations croisées) de la série de données et à faire l'examen des modèles stochastiques élaborés pour l'étude d'Hydro-Québec afin de déterminer s'ils sont toujours appropriés (en supposant que ce travail soit mis à notre disposition). De nouveaux modèles stochastiques peuvent être utilisés pour résumer les débits sortants de la rivière des Outaouais et d'autres affluents en aval. On devra également établir une nouvelle série d'échantillons. Dernièrement, Hydro-Québec a réalisé des travaux avec les conseils et l'aide de groupes d'experts de l'INRS-Eau et d'universités canadiennes et américaines.

7.3.2 Changements climatiques

Des données sur les apports d'eau et des variables hydrologiques connexes correspondant aux scénarios les plus actuels en matière de changements climatiques, déterminés dans le cadre de recherches sur les changements atmosphériques, seront produites et utilisées afin que l'on puisse examiner le plan de régularisation et les critères proposés. Un travail semblable, réalisé dans le cadre d'une étude menée par la CMI concernant les fluctuations, dont la portion qui traite des Grands Lacs est presque terminée, peut être utilisé au besoin. La modélisation de l'incidence hydrologique qu'ont les changements climatiques sur les affluents du fleuve Saint-Laurent en aval de Cornwall (p. ex., le bassin de la rivière des Outaouais) n'est pas visée par les travaux actuels. L'étude proposée utiliserait les modèles hydrologiques obtenus ou élaborés dans le cadre de la section 7.1 pour simuler les effets hydrologiques qu'ont les changements climatiques sur ces bassins.

On effectuera une évaluation quantitative des changements causés par les facteurs démographiques ou d'autres facteurs possibles pour démontrer la façon dont ces changements pourraient toucher les apports d'eau et les facteurs hydrologiques connexes et leur incidence potentielle sur la régularisation. L'élaboration des séries d'apports d'eau permettant de simuler les effets des changements climatiques sera effectuée par des organismes ayant de l'expérience dans ce domaine (p. ex., Environnement Canada et le Great Lakes Environmental Research Laboratory).

7.4 Révision du plan de régularisation actuel et examen des nouvelles techniques

Le plan 1958-D, qui est le plan de régularisation actuellement en vigueur, a été élaboré à l'aide de la série d'apports d'eau pour le lac Ontario enregistrée pendant la période allant de 1860 à 1954. On a utilisé cette même série d'apports et un plan de régularisation semblable au milieu des années 1950 pour concevoir les excavations et les ouvrages du chenal du haut Saint-Laurent qui allaient fournir les niveaux et débits nécessaires à la navigation et à la gestion des glaces et satisfaire aux critères des Ordonnances de la CMI. À cette époque, on prévoyait que des apports extrêmes plus bas ou plus élevés causeraient des niveaux et des débits non visés par les critères. C'est pourquoi, depuis le milieu des années 1960 jusqu'à maintenant, il a été impossible, en raison du plan et de la capacité maximale des chenaux actuels, de satisfaire à tous les critères de régularisation avec les différentes séries d'apports plus récentes. L'examen du plan de régularisation effectué récemment par le Conseil du fleuve Saint-Laurent (Conseil international de contrôle du fleuve Saint-Laurent, 1997) a démontré que des niveaux dépassant la gamme prévue aux critères (h) et (j) seraient atteints dans le lac Ontario malgré le plan de régularisation étant donné les apports extrêmes qui se sont produits au cours des 40 dernières années et les autres contraintes des Ordonnances de la CMI.

Au cours de l'Étude concernant les fluctuations du niveau des eaux, on a étudié un certain nombre de changements relatifs au plan 1958-D. Une fois l'Étude concernant les fluctuations du niveau des eaux terminée, le Conseil international de contrôle du fleuve Saint-Laurent a mené des examens plus poussés sur des plans de régularisation améliorés visant à remplacer le Plan 1958-D. En 1997, le Conseil a recommandé un nouveau plan de régularisation, soit le Plan 1998 (auparavant appelé Plan 35P). Les changements incorporés au Plan 1998 visaient à améliorer les niveaux et les débits pour les utilisateurs importants ou les groupes d'intérêts du bassin sans léser les autres groupes d'intérêts et ce, tout en respectant les contraintes des critères de régularisation de la CMI. Comme les besoins liés à la navigation de plaisance et à l'environnement ne sont pas reconnus explicitement dans les critères de la CMI, les changements concernant le plan de régularisation tentaient de combler ces besoins dans la mesure où ceux-ci n'entraient pas en conflit avec les critères de régularisation en vigueur. La CMI n'a pas adopté le Plan 1998, car elle ne disposait pas des renseignements nécessaires concernant l'incidence sur l'environnement et considérait que le plan n'améliorait pas la situation. Néanmoins, le Plan 1998 introduisait de nouvelles méthodes qui incorporaient les nouvelles connaissances tirées de l'expérience opérationnelle acquise de même que de nombreuses autres améliorations techniques, dont l'utilité devrait être évaluée.

Afin de comparer les niveaux d'eau et les débits régularisés à ceux qui auraient existé sans la régularisation, on utilisera un modèle examinant la relation hydraulique à la décharge avant le projet ou avant la régularisation du lac Ontario de même que les conditions hydrauliques actuelles en aval. Puisque la glace et les mouvements crustaux relatifs ont tous deux une incidence sur la relation entre les niveaux du lac et les débits sortants non régularisés, ces deux facteurs seront pris en considération, de manière quantitative lorsque c'est possible, dans le modèle sur les conditions non régularisées. Ce modèle démontrera l'ampleur de l'effet de la régularisation du lac Ontario sur les niveaux d'eau et les débits du bassin du lac Ontario et du fleuve Saint-Laurent.

Le Plan 1958-D est fondé sur la méthode classique de la courbe des niveaux optimaux. On dispose maintenant de nouvelles techniques d'exploitation des ouvrages de régularisation à utilisations diverses. Par exemple, le Conseil du fleuve Saint-Laurent a élaboré et essayé un plan de régularisation à l'aide d'une technique d'optimisation afin de prendre en considération les besoins ou les préférences de certains utilisateurs du bassin du lac Ontario et du fleuve Saint-Laurent. Dans ce modèle, le débit sortant du lac Ontario est déterminé hebdomadairement selon l'optimisation du degré de satisfaction de chacun des groupes d'intérêts en fonction des conditions hydrologiques attendues.

On a proposé d'examiner de nouvelles techniques de régularisation des débits sortants potentiellement avantageuses en plus de celles étudiées par le Conseil international de contrôle du fleuve Saint-Laurent dans le cadre de ses récents travaux. Cette tâche comprendrait un examen des méthodes de régularisation fondées sur des prévisions des apports et les méthodes actuelles de prévision des apports disponibles. Théoriquement, on devrait mettre au point une méthode de régularisation plus dynamique.

On effectuera un examen des techniques de prévision hydrologiques disponibles pour les Grands Lacs, la rivière des Outaouais et les autres affluents afin de soutenir l'étude et l'élaboration de nouveaux plans de régularisation et d'aider le Conseil international de contrôle du fleuve Saint-Laurent à régulariser les débits sortants dans des conditions discrétionnaires ou extrêmes. On étudiera les compétences et les travaux actuels en la matière de nombreux organismes gouvernementaux (p. ex., NOAA, USACE, Environnement Canada, MPO, Hydro-Québec, etc.). On adaptera et on essaiera au moins une méthode de prévision à utiliser pour la prise de décisions sur la régularisation des débits sortants. La capacité d'évaluer l'exactitude et de l'utilité ou des avantages des prévisions dont on disposera sera fonction de la disponibilité des données antérieures requises par la méthode de prévision.

7.5 Évaluation itérative des plans et des critères de régularisation

On se propose d'élaborer de nouveaux plans de régularisation et de les évaluer pour déterminer leur concordance avec les nouveaux critères ou ceux qui auront été mis à jour dans le cadre de la présente étude. Si, pour les conditions d'un processus hydrologique en particulier, les critères de régularisation doivent être satisfaits par le plan de régularisation, il faudra peut-être élaborer simultanément les critères et le plan de régularisation. Dans les cas où il n'est pas nécessaire que le nouveau plan satisfasse pleinement à tous les critères, ceux-ci pourront alors être définis avant l'élaboration du plan. Enfin, si le plan ne peut satisfaire à tous les critères, on devra élaborer une méthode pour établir l'importance relative des critères afin de mettre à l'épreuve les changements apportés aux plans et déterminer le plan qui satisfait le mieux aux critères proposés. Le processus d'analyse hiérarchique des critères pourrait notamment être utilisé pour pondérer les critères et effectuer une comparaison quantitative des différents plans. On pourrait ensuite appliquer des analyses de sensibilité aux critères pondérés afin de déterminer la validité des comparaisons.

En raison du plus grand ensemble d'apports établis au moyen des séries hydrologiques artificielles, il serait peut-être plus approprié que les critères soient exprimés sous forme d'augmentation ou de réduction de la fréquence de conditions précises. Par exemple, un critère concernant l'hydroélectricité pourrait viser à réduire la fréquence ou la quantité totale des déversements. Cette approche différerait de celle consistant à établir des valeurs absolues qui ne doivent pas être dépassées.

Comme les besoins et les préférences des divers groupes d'intérêts sont différents et parfois même opposés, il ne sera pas facile d'élaborer un ensemble de critères très étendu et un plan de régularisation correspondant qui sera satisfaisant à tous égards. Il faut démontrer les niveaux et les débits qu'il est physiquement possible d'atteindre en fonction des ouvrages et des chenaux de régulation actuels en effectuant des simulations de régularisation pour tout l'éventail de conditions hydrologiques possibles. La compréhension de la réalité concernant certaines conditions liées aux niveaux ou aux débits pourrait contribuer à favoriser le dialogue entre les groupes d'intérêts ainsi que l'acceptation des besoins des autres et l'atteinte du compromis qui sera tôt ou tard nécessaire entre les groupes. Ce processus itératif nécessitera probablement la tenue d'ateliers et de réunions publiques de même que l'établissement et l'essai d'un plan de régularisation.

7.6 Organisation, coûts et calendrier de l'étude

On recommande que le Bureau de la régularisation des Grands Lacs et du Saint-Laurent d'Environnement Canada et que le U.S. Army Corps of Engineers du District de Buffalo mènent cette étude. Ces deux organismes possèdent une vaste expérience concernant la régularisation du lac Ontario.

Les autres organismes qui possèdent également l'expertise nécessaire pour effectuer ces travaux et dont on recommande la participation sont les suivants :

- le Great Lakes Environmental Research Laboratory du NOAA, qui peut contribuer aux travaux sur les changements climatiques et à la simulation des apports hydrologiques des Grands Lacs;
- les hydrologues d'Environnement Canada, Région du Québec, du ministère canadien des Pêches et des Océans et du ministère de l'Environnement du Québec, qui peuvent contribuer à l'élaboration de modèles pour la rivière des Outaouais, l'hydrologie des affluents en aval et l'hydraulique du fleuve Saint-Laurent;
- les spécialistes d'Hydro-Québec, qui peuvent élaborer ou aider à élaborer des modèles stochastiques des apports et des débits. Certains consultants qui ont les compétences nécessaires pourront également participer, mais l'expérience d'Hydro-Québec dans ce domaine serait des plus précieuses.

Tableau 7a. Estimation du temps et des coûts relatifs à l'établissement et à l'évaluation du modèle hydrologique (en milliers de dollars US)

Tâches essentielles	AN 1	AN 2	AN 3	AN 4	AN 5	Total
Élaboration/fonctionnement du modèle de calcul du cheminement	10	15	15	10	10	60
Modèle hydrodynamique 2-D du fleuve Saint-Laurent	40	80	60			180
Résumé des apports des affluents des Grands Lacs et du fleuve Saint-Laurent	10	30	25	10	10	85
Apports résultants des changements climatiques	10	10	15			35
Examen du plan actuel	10					10
Examen/adaptation des nouvelles techniques de régularisation	10	30	30	20	10	100
Prévisions hydrologiques	30	30				60
Établissement des conditions antérieures au projet	20					20
Modification et évaluation des plans de régularisation et des critères	10	10	20	20	20	80
Déplacements et réunions	10	10	10	10	10	50
Établissement des rapports			10	10	15	35
Total	160	215	185	80	75	715

Tableau 7b. Estimation du temps et des coûts relatifs à l'établissement et à l'évaluation du modèle hydrologique (en milliers de dollars CAN)

Tâches essentielles	AN 1	AN 2	AN 3	AN 4	AN 5	Total
Élaboration/fonctionnement du modèle de calcul du cheminement	10	20	15	15	10	70
Modèle hydrodynamique 2-D du fleuve Saint-Laurent	10	20	20			50
Modélisation des affluents/ rivière des Outaouais	50	100	150	20	10	330
Résumé des apports des affluents des Grands Lacs et du fleuve Saint-Laurent	30	50	60	10	10	160
Apports résultants des changements climatiques	20	10	5			35
Examen du plan actuel	10	0				10
Examen/ adaptation des nouvelles techniques de régularisation	10	20	30	20	20	100
Prévisions hydrologiques	50	50	50			150
Établissement des conditions antérieures au projet	20					20
Modification et évaluation des plans de régularisation et des critères	10	10	30	30	30	110
Déplacements et réunions	15	15	15	15	15	75
Établissement des rapports			10	10	20	40
Total	235	295	385	120	115	1150

**PLAN D'ÉTUDE CONCERNANT LA RÉVISION DES CRITÈRES
faisant partie des
ORDONNANCES D'APPROBATION
pour la
RÉGULARISATION DU NIVEAU ET DU DÉBIT
DU LAC ONTARIO ET DU FLEUVE SAINT-LAURENT**

Préparé pour la Commission mixte internationale
par
le Groupe responsable du Plan d'étude
sur le fleuve Saint-Laurent et le lac Ontario

Septembre 1999

**ANNEXE 2
CRITÈRES DE RÉGULARISATION
DES DÉBITS SORTANTS DU LAC ONTARIO,
tirés des Ordonnances d'approbation pour la régularisation du lac Ontario
de la Commission mixte internationale**

Les critères font partie de la condition (i) des Ordonnances de la Commission. La condition (i) prévoit aussi que les débits sortants du lac Ontario doivent être régularisés de manière à satisfaire aux prescriptions des conditions (b), (c) et (d) des Ordonnances et, également, de façon à respecter, « dans la mesure du possible », la gamme des niveaux qui fixe la hauteur de l'eau entre 74,15 m (saison de navigation) et 75,37 m. Selon cette condition, les critères constituent « des normes qui doivent être respectées dans toute la mesure du possible » et la régularisation doit « [être exécutée] de façon que les intérêts de la navigation et des propriétés riveraines ne soient pas moins protégés qu'ils l'auraient été dans les conditions d'avant-projet et dans les conditions rajustées d'alimentation du passé ». Toujours suivant cette condition, le plan de régularisation ne doit pas entraîner, dans le chenal de la partie internationale, des vitesses ou des niveaux plus critiques que ceux déterminés à l'annexe A. L'annexe A énonce que, dans toutes les parties de chenal qui serviront à la navigation, la vitesse maximale moyenne ne doit pas excéder 4 pieds par seconde (1,22 m/s) et que la vitesse maximale moyenne dans les chenaux de l'île d'Ogden ne doit pas excéder 2,25 pieds par seconde (0,69 m/s), en tenant compte du débit et du niveau qui seront autorisés au 1^{er} janvier de l'année en question, afin de permettre la formation d'une couverture de glace. Les conditions rajustées d'alimentation du passé correspondent aux conditions d'alimentation des années 1860-1954 qui ont été rajustées, comme le définit le critère (a). Toutes les valeurs ont été converties des unités de mesure réglementaires britanniques (Système de référence international des Grands Lacs (SRIGL), 1955) en unités métriques (SRIGL, 1985).

Critère (a) : Du 1^{er} avril au 15 décembre, l'écoulement régularisé du lac Ontario devra être tel qu'il n'abaissera pas le niveau minimal des eaux dans le port de Montréal en deçà du niveau qui aurait existé par le passé, si l'on considère les données de l'alimentation du lac Ontario depuis 1860 qu'on aura rajustées pour faire entrer en ligne de compte une dérivation continue hors du bassin des Grands Lacs de l'ordre de 88 m³/s à la hauteur de Chicago et une dérivation continue des eaux du bassin de la rivière Albany vers le bassin de Grands Lacs de l'ordre de 142 m³/s.

Critère (b) : En hiver, c'est-à-dire du 15 décembre au 31 mars, l'écoulement régularisé du lac Ontario devra être aussi considérable que possible et être ainsi maintenu de façon à minimiser les problèmes d'exploitation des installations hydroélectriques pendant l'hiver.

Critère (c) : Durant la débâcle printanière dans le port de Montréal et dans la partie du fleuve plus en aval, l'écoulement régularisé du lac Ontario ne devra pas être plus important qu'il ne l'aurait été dans les conditions rajustées d'alimentation du passé.

Critère (d) : Durant la période annuelle de crue de la rivière Outaouais, l'écoulement régularisé du lac Ontario ne devra pas être plus considérable qu'il ne l'aurait été dans les conditions rajustées d'alimentation du passé.

Critère (e) : Conformément aux autres prescriptions, l'écoulement mensuel minimal du lac Ontario devra être tel qu'il assurera le débit le plus considérable possible pour la production d'énergie.

Critère (f) : Conformément aux autres prescriptions, l'écoulement maximal régularisé du lac Ontario devra être maintenu

aussi faible que possible afin de réduire au minimum les frais de dragage du chenal.

Critère (g) : Conformément aux autres prescriptions, les niveaux du lac Ontario devront être régularisés à l'avantage des propriétaires riverains de ce lac, aux États-Unis et au Canada, et de façon à éviter les niveaux extrêmes qui sont survenus dans le passé.

Critère (h) : Le niveau mensuel moyen régularisé du lac Ontario ne devra pas excéder 75,37 m en tenant compte des conditions rajustées d'alimentation du passé.

Critère (i) : Du fait de la régularisation, les niveaux mensuels moyens d'environ 75,07 m et plus devront être moins fréquents dans le lac Ontario qu'ils ne l'auraient été dans le passé, dans les conditions rajustées d'alimentation du passé et dans les conditions actuelles du chenal dans la section des rapides du Galop du fleuve Saint-Laurent. (Les « conditions actuelles du chenal » s'entendent des conditions qui existaient en mars 1955.)

Condition (j) : Au 1^{er} avril, le niveau régularisé du lac Ontario ne devra pas être inférieur à 74,15 m. Du 1^{er} avril au 30 novembre, le niveau mensuel moyen régularisé du lac devra être maintenu à 74,15 m ou plus.

Critère (k) : Advenant des alimentations plus élevées que les alimentations du passé rajustées, les ouvrages aménagés dans la section des rapides internationaux devront être utilisés de façon à remédier le plus possible à la situation des propriétaires riverains en amont et en aval. Advenant des alimentations moindres que les alimentations du passé rajustées, les ouvrages aménagés dans la section des rapides internationaux devront être utilisés de façon à corriger le plus possible la situation qui en résulte pour la navigation et la production d'électricité.

□