



ÉTUDE DES
GRANDS LACS
ET DE LA VOIE MARITIME
DU SAINT-LAURENT



Rapport final
Automne 2007





ÉTUDE DES GRANDS LACS ET DE LA VOIE MARITIME DU SAINT-LAURENT

Par :
Transports Canada
U.S. Army Corps of Engineers
Department of Transportation (États-Unis)
Corporation de gestion de la Voie maritime du Saint-Laurent
Saint Lawrence Seaway Development Corporation
Environnement Canada
U.S. Fish and Wildlife Service

Publication

Cette publication est également disponible en anglais sous le titre :

Great Lakes St. Lawrence Seaway Study, Final Report, Fall 2007

Le ministère des Transports du Canada et le Department of Transportation des États-Unis autorisent la reproduction, entière ou partielle, de la présente publication, à condition d'en reproduire fidèlement le contenu, avec mention complète de la source, soit le ministère des Transports du Canada et le Department of Transportation des États-Unis. Bien que la reproduction du document soit autorisée, le ministère des Transports du Canada et le Department of Transportation des États-Unis se dégagent de toute responsabilité relativement à la façon dont l'information est présentée ou interprétée.

L'information dans la présente publication a seulement une valeur informative, et ne devrait pas être citée ou perçue comme ayant force légale. Cette information peut devenir périmée, en tout ou en partie, à n'importe quel moment et sans préavis.

Conception et mise en page par ACR Communications Inc.

AVANT-PROPOS ET REMERCIEMENTS

C'est avec plaisir que nous présentons le rapport binational sur l'Étude sur les Grands Lacs et la Voie maritime du Saint-Laurent, le fruit de recherches et d'analyses menées en collaboration par sept ministères, départements et organismes des gouvernements du Canada et des États-Unis. Le rapport se veut un résumé des constatations de l'étude et énonce les principales observations et considérations pour continuer de voguer sur le succès d'une voie maritime productive, sécuritaire et fiable, de manière rentable, efficiente et durable.

Le réseau des Grands Lacs et de la Voie maritime du Saint-Laurent est une ressource vitale. Comme il s'agit de la voie maritime la plus vaste et la plus stratégique au monde, elle constitue également une part essentielle de l'infrastructure de transport de l'Amérique du Nord. Le réseau facilite d'importants échanges commerciaux, sur les plans national et international, pour les marchés intérieurs les plus vastes du continent, notamment les secteurs industriel, manufacturier et agricole, et celui des ressources naturelles.

Il est probable que peu de gens de l'extérieur du bassin des Grands Lacs et de la région du fleuve Saint-Laurent comprennent l'ampleur du rôle crucial de cette voie navigable. Elle traverse deux provinces et huit états, dans l'axe de la plus importante relation commerciale au monde entre deux pays. Depuis son ouverture complète en 1959, la Voie maritime du Saint-Laurent a vu transiter plus de 2,3 milliards de tonnes métriques de marchandises, à une valeur estimée de 350 milliards de dollars. La compétitivité, la prospérité et le progrès économique réalisés sont le fruit d'un solide partenariat générant d'énormes avantages pour les deux pays.

Le 50^e anniversaire de l'ouverture de la Voie maritime du Saint-Laurent qui sera célébré prochainement rappelle que la vitalité économique et l'efficacité du transport maritime et des échanges commerciaux ne peuvent être tenus pour acquis. Le transport par eau est concurrentiel du point de vue prix, a un haut rendement énergétique et compte certains avantages environnementaux. Lorsqu'on l'intègre au transport ferroviaire et au camionnage dans un réseau de transport multimodal, on peut grandement accroître sa capacité, avec un minimum d'incidences négatives sur la société.

Pour que le réseau des Grands Lacs et de la Voie maritime du Saint-Laurent soit durable et qu'on optimise sa contribution au futur déplacement des marchandises, il lui faut une stratégie pour revitaliser son infrastructure vieillissante. Il s'agit principalement de ses réseaux d'écluses, mais on doit aussi adopter une vision plus holistique des ports qu'ils desservent et des liens qui évoluent avec les autres modes de transport. Conscients de ce fait important, les deux pays ont décidé de réaliser une étude exhaustive sur les futurs besoins du réseau qui serait axée sur les enjeux stratégiques, notamment les dimensions économique, environnementale et technique.

Les partenaires de l'étude entrevoient un avenir où l'on capitalise sur les avantages inhérents à une voie maritime moderne, pour accommoder le doublement prévu du trafic de marchandises et de l'activité commerciale en Amérique du Nord. S'il est amélioré, le réseau des Grands Lacs et de la Voie maritime du Saint-Laurent, qui ferait partie d'un réseau de transport et d'un couloir commercial plus intégrés, pourra servir de complément et de solution de rechange pour accueillir le trafic de marchandises en conteneur qui croît rapidement, aussi facilement qu'avec les marchandises en vrac et les marchandises générales.

Le présent rapport binational est un document unique. On y exprime non seulement une détermination commune, mais également un climat de compréhension mutuelle, d'échange et de confiance parmi les partenaires de l'étude. Il témoigne des efforts de toutes les personnes qui représentent les sept ministères et organismes participants et qui ont consacré énormément de temps, d'effort et de savoir-faire à cette initiative.

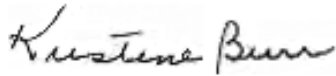
Il serait difficile de remercier tous ceux qui ont contribué à cette entreprise sans risquer d'oublier des personnes qui méritent une profonde gratitude. Toutefois, nous ne pouvons pas oublier de souligner le travail du comité de gestion de l'étude : Marc Fortin de Transports Canada et David Wright de l'Army Corps of Engineers des É.-U. Leur dévouement et leur détermination ont contribué à bâtir un esprit d'équipe qui a donné lieu à un produit impressionnant.

Le réseau des Grands Lacs et de la Voie maritime est plus grand que n'importe quel rapport ou commission responsable de l'étude. Il appartient à tous les intervenants. Nous espérons que l'étude aura une grande influence dans la création d'un contexte de discussion et d'action pour que cette voie navigable soit sécuritaire, saine et en santé financière pour les générations à venir. Nous sommes d'avis que l'étude permettra, comme il était prévu au départ, de bien faire connaître les besoins, les possibilités et les défis des 50 prochaines années.

Nous sommes impatients de discuter des travaux et des conclusions de l'étude.

Avec tout notre respect,

Le Comité directeur de l'étude sur les Grands Lacs et la Voie maritime du Saint Laurent



Kristine Burr
Sous-ministre adjointe, Politiques
Transports Canada
Coprésidente du Comité directeur



Jeffrey N. Shane
Sous-secrétaire aux politiques
Department of Transportation des É.-U.
Coprésidente du Comité directeur



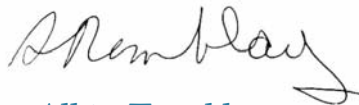
Theodore A. Brown
Chef intérimaire, Planification et politiques
Army Corps of Engineers des É.-U.



Richard J. Corfe
Président et chef de la direction
Corporation de gestion de la Voie maritime du Saint-Laurent



Collister Johnson, Jr.
Administrateur
Saint Lawrence Seaway Development Corporation



Albin Tremblay
Directeur général régional
Environnement Canada



Charles M. Wooley
Sous-directeur régional
U.S. Fish and Wildlife Service

TABLE DES MATIÈRES

Avant-propos et remerciements	iii
Liste des figures	vii
Liste des tableaux	viii
Sommaire	1
Chapitre 1 – Introduction	13
Chapitre 2 – La voie navigable	17
Survol du réseau	18
Les débuts	19
Le réseau actuel	20
Les Grands Lacs	22
Le canal Welland	24
La section Montréal-lac Ontario	26
Le chenal maritime du Saint-Laurent	28
Exploitation et maintien du réseau	30
Évolution	31
Défis	33
Chapitre 3 – Importance économique du réseau GLVMSL	35
Évaluation de l'importance	36
Cargaisons	37
Grain	37
Intrants des industries du fer et de l'acier	38
Charbon	41
Pierre	42
Autres cargaisons	42
Cargaisons conteneurisées	43
Segments du réseau	44
Autres déterminants du trafic	45
Prévision à partir de la composition actuelle du trafic	47
Compétitivité du réseau GLVMSL	49
Conclusions	53
Chapitre 4 – Facteurs environnementaux	55
Aperçu	56
Composantes valorisées de l'écosystème (CVE)	57
Qualité de l'air	58
Écosystèmes terrestres	58
Écosystèmes aquatiques	59
Évaluation des agresseurs environnementaux	64
Enjeux liés à l'entretien des chenaux et des ports	64
Gestion de l'eau	66
Activités de soutien terrestres	66
Opérations des navires	66
Déglaçage	69

Analyse des effets cumulatifs	69
Tendances futures.....	71
Gestion des incidences environnementales de la navigation	72
Régimes d'évaluation	72
Mesures courantes de gestion environnementale	72
Mesures de contrôle des effets des eaux de ballast.....	73
Surveillance suivie	74
Conclusions	75
Chapter 5 – Entretien de l'infrastructure.....	77
Infrastructure du réseau	78
Écluses.....	78
Ponts, routes et tunnels	80
Chenaux navigables	80
Facteurs de stress sur l'infrastructure	81
État actuel de l'infrastructure	83
Indice de criticité	84
Exploitation et entretien	90
Prévision des travaux d'entretien.....	91
Entretien de l'infrastructure matérielle	91
Entretien des chenaux de navigation.....	93
Optimisation de l'entretien	94
Principes de stratégies d'entretien éclairées pour l'avenir.....	95
Estimation des coûts.....	95
Conclusions	99
Chapitre 6 – Possibilités et défis	101
Contexte mondial	102
Tendances mondiales de la conteneurisation	103
Tendances régionales.....	104
Le défi de la congestion	104
Transport maritime à courte distance	105
Impact sur le réseau de transport GLVMSL.....	106
Possibilités émergentes.....	106
Les conteneurs et le réseau GLVMSL	107
Déploiement de nouveaux services	107
Déterminants de nouveaux services maritimes.....	109
Préférences des expéditeurs	109
Nouvelles technologies des navires	110
Prévisions de nouvelles cargaisons et de nouveaux navires	111
Conclusions	113
Chapitre 7 – Politiques et planification	115
Encadrer l'avenir du réseau GLVMSL	117
Fonction dans le réseau de transport nord-américain	117
Solutions pour un avenir dynamique.....	119
Optimisation de l'infrastructure établie.....	120
Durabilité environnementale.....	121
Surveillance des progrès et réussites	122
Chapitre 8 – Conclusion	123

LISTE DES FIGURES

Chapitre 2

Figure 2.1	Place du réseau GLVMSL en Amérique du Nord	18
Figure 2.2	Principales caractéristiques du réseau GLVMSL	20
Figure 2.3	Principales autoroutes et voies ferroviaires dans la région GLVMSL	21
Figure 2.4	Profil étagé du réseau GLVMSL du lac Supérieur à l'océan Atlantique	21
Figure 2.5	Navires des Grands Lacs	23
Figure 2.6	Profil du canal Welland	24
Figure 2.7	Profil des écluses de la section MLO	27

Chapter 3

Figure 3.1	Principaux centres industriels dans la région du réseau GLVMSL	36
Figure 3.2	Commerce du grain	37
Figure 3.3	Commerce de la minerai de fer	38
Figure 3.4	Commerce du fer et de l'acier	39
Figure 3.5	Commerce du charbon	41
Figure 3.6	Commerce de la pierre	42
Figure 3.7	Tonnage annuel moyen expédié 1995-2003 (Mtm)	45
Figure 3.8	Tonnage annuel moyen expédié 1995-2003 (Mtm)	45
Figure 3.9	Prévision de trafic pour la section MLO d'ici 2050	49
Figure 3.10	Prévision de trafic pour le canal Welland d'ici 2050	49
Figure 3.11	Prévision de trafic pour les écluses du Sault d'ici 2050	49
Figure 3.12	Prévision par produit de base pour la section Montréal-Lac Ontario d'ici 2050	50
Figure 3.13	Prévision par produit de base pour le canal Welland d'ici 2050	50
Figure 3.14	Prévision par produit de base pour les écluses du Sault d'ici 2050	50
Figure 3.15	Coût estimatif d'une fermeture imprévue des écluses	52

Chapter 5

Figure 5.1	Comment fonctionne une écluse	78
Figure 5.2	Possibilité de défaillance lorsque des investissements sont consentis en matière d'entretien	93
Figure 5.3	Possibilité de défaillance lorsque aucun investissement n'est consenti en matière d'entretien	93
Figure 5.4	CGVMSL – Montréal-lac Ontario (MLO)	96
Figure 5.5	CGVMSL – Canal Welland	97
Figure 5.6	SLSDC– Montréal-lac Ontario (MLO)	97
Figure 5.7	Écluses du Sault	97
Figure 5.8	Comparaison entre les coûts prévus d'un réseau fiable et les coûts de réparation non programmés attendus ainsi que les coûts de transport découlant d'un sous-financement des éléments prioritaires	98

Chapitre 6

Figure 6.1	Croissance projetée du PIB dans la région GLVMSL	102
Figure 6.2	Projections du trafic de conteneurs, international et nord-américain	103
Figure 6.3	Évolution des itinéraires commerciaux entre l'Asie et l'Amérique du Nord	105
Figure 6.4	Prévision du marché du trafic de conteneurs selon tous les modes de transport exploités dans la région binationale GLVMSL	107
Figure 6.5	Trajets des navires dans le réseau GLVMSL	108
Figure 6.6	Part actuelle et projetée du trafic de conteneurs	114

LISTE DES TABLEAUX

Chapitre 2

Tableau 2.1	Caractéristiques des lacs	22
-------------	-------------------------------------	----

Chapitre 3

Tableau 3.1	Économies de transport offertes par le réseau GLVMSL	51
Tableau 3.2	Économies de transport offertes par le réseau GLVMSL, par région	51

Chapitre 4

Tableau 4.1	Composantes valorisées de l'écosystème	57
Tableau 4.2	Agresseurs environnementaux	65
Tableau 4.3	Analyse des agresseurs	70

Chapitre 5

Tableau 5.1	Sommaire des évaluations de criticité	90
-------------	---	----

Chapitre 6

Tableau 6.1	Caractéristiques de rendement de nouveaux types de navire	111
-------------	---	-----

SOMMAIRE

La géographie a créé une autoroute naturelle qui se rend jusqu'au cœur de l'Amérique du Nord. Ainsi, les eaux du fleuve Saint-Laurent et des Grands Lacs servent depuis des époques reculées à ouvrir la région au commerce et au peuplement. Les régions entourant la voie navigable ont évolué pour devenir le centre industriel du continent.

Il n'est pas surprenant que les hommes, par leurs actions, aient voulu améliorer ce que la nature avait donné. Peu après l'arrivée des colons européens, on a entrepris des efforts initiaux pour contourner les rapides, installer des écluses et approfondir les chenaux. Ces travaux se sont poursuivis pendant presque 200 ans et ont culminé, à la moitié du XX^e siècle, par le parachèvement d'une voie navigable pouvant accueillir des navires océaniques dans le fleuve Saint-Laurent, contourner les chutes Niagara et atteindre la partie nord des Grands Lacs jusqu'aux rives éloignées du lac Supérieur – une distance approximative de 3 700 kilomètres ou 2 300 milles.



C'était il y a plus d'un demi-siècle. Au fil du temps, les facteurs économiques qui ont d'abord contribué à la création du Réseau Grands Lacs Voie maritime du Saint-Laurent (réseau GLVMSL) ont considérablement changé. En outre, l'infrastructure en soi a commencé à montrer les signes inévitables de l'usure et du vieillissement.

ÉTUDE SUR LE RÉSEAU GLVMSL

Le début du nouveau millénaire était le moment tout indiqué pour réfléchir au réseau, à ses possibilités futures et aux investissements à effectuer pour le garder opérationnel. À titre de gardiens conjoints du réseau GLVMSL et de son infrastructure, les gouvernements du Canada et des États-Unis (É.-U.) ont conclu une entente de coopération constituant le cadre d'un effort binational visant à examiner la question fondamentale suivante :

Quel est l'état actuel du réseau GLVMSL, et quelle serait pour nous la meilleure façon d'utiliser et d'entretenir le réseau, dans sa configuration matérielle actuelle, afin d'exploiter les possibilités et d'affronter les défis qui se présenteront au cours des prochaines années?

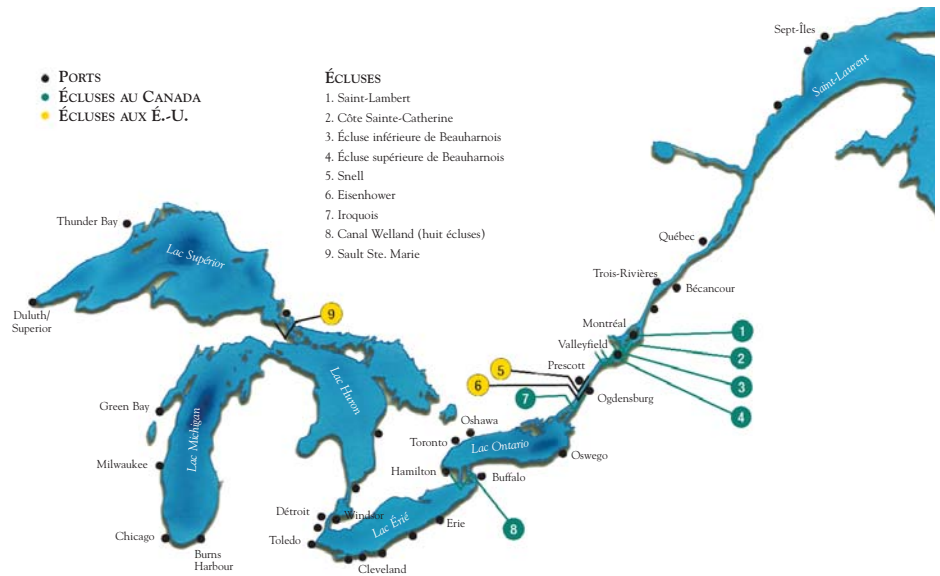
Sept ministères et organismes canadiens et américains ont participé à une étude pluriannuelle portant sur cette question : Transports Canada, le Department of Transportation des États-Unis, le Army Corps of Engineers des États-Unis, la Corporation de gestion de la Voie maritime du Saint-Laurent du Canada, la Saint Lawrence Seaway Development Corporation des États-Unis, Environnement Canada et le Fish and Wildlife Service des États-Unis. Leurs représentants ont formé un comité directeur responsable de l'orientation stratégique générale de l'étude. Les tâches et l'analyse de l'étude ont été supervisées par une équipe de gestion formée d'un représentant de Transports Canada et d'un représentant du Army Corps of Engineers des États-Unis.

L'étude en soi a été effectuée par des spécialistes organisés en trois groupes de travail. L'Équipe chargée des aspects économiques devait examiner le rôle actuel et éventuel du réseau GLVMSL au sein des réseaux commerciaux et de transport régionaux et internationaux. L'Équipe chargée des dimensions environnementales a examiné l'effet de la navigation et de ses activités dans le vaste contexte des conditions écologiques dans le bassin des Grands Lacs et du fleuve Saint-Laurent. Enfin, l'Équipe technique (ingénierie) a examiné l'état matériel actuel de l'infrastructure du système des écluses, en a évalué la fiabilité et a élaboré des options d'entretien futur.

IMPORTANCE DU RÉSEAU

Les trois équipes ont d'abord reconnu l'importance du réseau GLVMSL. Le réseau est situé au cœur du centre industriel de l'Amérique du Nord, où l'on trouve le quart de la population nord-américaine et 55 % des industries de fabrication et de service. Dans cette région, la voie navigable joue un rôle stratégique clé, car elle sert au transport du minerai de fer et du charbon essentiels au rendement d'industries vitales, telles que les industries de l'élaboration de l'acier et de la construction automobile.

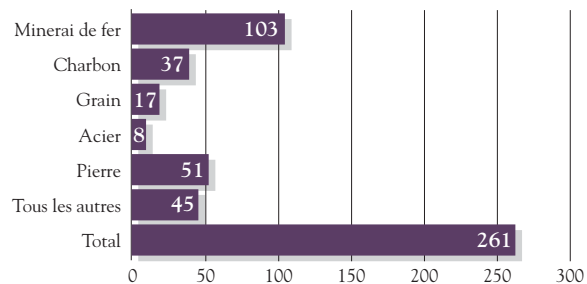
Sur le plan matériel, le réseau GLVMSL comprend un système d'écluses interconnectées situées à seize endroits différents, quatre chenaux de navigation majeurs, plus de 50 ports, plusieurs ponts, des tunnels, ainsi que divers accès autoroutiers. Cette gamme d'éléments comprend quatre segments distincts. La voie navigable des Grands Lacs relie les lacs Supérieur, Michigan, Huron et Érié par des écluses situées à Sault Ste. Marie et dans les canaux des rivières St. Mary's, Détroit et St. Clair. Les deux écluses opérationnelles américaines Poe et MacArthur sont la clé de ce segment. Le deuxième segment est le canal Welland, qui comprend huit écluses canadiennes reliant le lac Érié au lac Ontario. La troisième partie du système est connue sous le nom de section Montréal-lac Ontario, qui inclut sept écluses : les écluses Iroquois, Beauharnois supérieure et inférieure, Côte-Sainte-Catherine et Saint-Lambert du côté canadien de la voie navigable, et les écluses Dwight D. Eisenhower et Bertrand H. Snell du côté américain. Enfin, il reste le chenal maritime du Saint-Laurent, qui ne comporte aucune écluse et coule en aval du port de Montréal jusqu'à l'océan Atlantique.



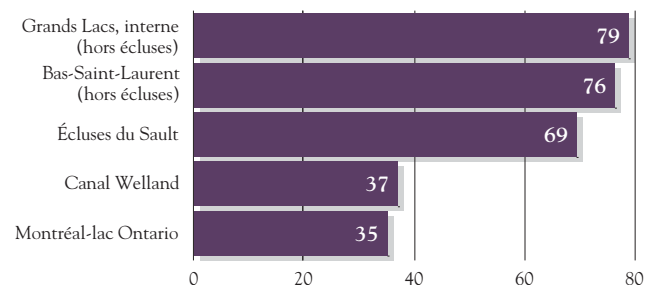
RÔLE ÉCONOMIQUE

Lorsque ce réseau a été parachevé lors de l'ouverture de la Voie maritime du Saint-Laurent en 1959, les planificateurs pensaient qu'il permettrait de transporter du grain des prairies de l'Amérique du Nord jusqu'aux marchés de l'Europe et de l'Union soviétique. Les changements politiques et économiques subséquents survenus dans ces marchés ont réduit la demande en grain nord-américain, denrée qui a récemment trouvé d'autres acheteurs dans la région du Pacifique. Bien que le grain soit toujours transporté par le réseau GLVMSL, ses volumes ont été éclipsés par d'énormes envois de minerai de fer, qui sont transportés du Minnesota et du Wisconsin aux fonderies de l'Ohio. Aujourd'hui, la voie navigable transporte plus de 80 % du minerai de fer utilisé dans la production de l'acier des É.-U. Le réseau permet également de transporter de vastes quantités de charbon du Montana et du Wyoming aux centrales électriques situées sur les rives des Grands Lacs. Parmi les autres produits transportés par le réseau, mentionnons le calcaire, le coke, le sel, les produits pétroliers, les produits chimiques, le minerai transformé, l'acier, ainsi que diverses marchandises transportées par conteneur.

Tonnage annuel moyen expédié 1995-2003 (Mtm)



Tonnage annuel moyen expédié 1995-2003 (Mtm)



Entre 1995 et 2003, le trafic total des marchandises transportées par le réseau GLVMSL a été d'environ 261 millions de tonnes métriques (Mtm) chaque année. Sur cette quantité, environ 69 Mtm étaient acheminées à travers les écluses de Sault Ste. Marie, alors qu'environ 37 Mtm et 35 Mtm passaient par le canal Welland et la section MLO respectivement. Le reste des marchandises était acheminé entre les ports du système sans passer par aucune des écluses. Les prévisions économiques laissent supposer que ce trafic est susceptible d'augmenter à un rythme modéré au cours du prochain demi-siècle. Cette prévision mène à la question fondamentale du rôle probable du réseau GLVMSL dans l'avenir; la réponse déterminera l'investissement qu'il faut effectuer pour maintenir le système opérationnel.

CONSÉQUENCES SUR L'ENVIRONNEMENT

Il est nécessaire d'établir un équilibre entre les avantages économiques du réseau GLVMSL et les coûts de ce dernier. Ces coûts ne se limitent pas aux seules dépenses associées à l'exploitation, à l'entretien ou à la réparation de l'infrastructure du système, ou aux seuls coûts engagés par l'industrie du transport en cas de défaillance inattendues de composantes. Il faut également tenir compte des conséquences de la navigation commerciale sur l'écologie du bassin des Grands Lacs et du fleuve Saint-Laurent.

L'écosystème du réseau GLVMSL est vulnérable à divers stressseurs. Le peuplement résidentiel, la croissance urbaine, les activités industrielles, le tourisme et les loisirs ont tous eu des conséquences sur la détérioration de l'environnement. Par conséquent, la navigation n'est absolument pas le seul facteur influant sur l'environnement de la région.

Lorsque le réseau a été parachevé, la protection de l'environnement ne représentait pas une grande priorité pour la population et les conséquences sur l'environnement n'étaient pas très connues. Cependant, au fil du temps, il est devenu manifeste que la construction, l'exploitation et l'entretien du réseau GLVMSL avaient des effets considérables sur l'écologie du bassin.

Le sillage des navires a érodé les côtes. La gestion des niveaux d'eau dans le bassin a endommagé les écologies locales en asséchant certaines régions et en inondant d'autres. Le dragage des chenaux de navigation a causé une turbidité dans les eaux tout en posant le défi de l'élimination des matériaux dragués avec une incidence minimale sur l'environnement. Les moteurs des navires brûlent un combustible de moins grande qualité qui contribue à la pollution de l'air. En outre, des navires sont revêtus d'une peinture spéciale anticorrosive qui libère des toxines dans l'eau.

Un grand nombre de ces effets s'inscrivaient dans un ensemble de conséquences environnementales plus importantes causées par le développement industriel, commercial et résidentiel de la région. Toutefois, certains découlaient uniquement de la navigation dans le système. L'effet le plus important, peut-être, a été l'introduction d'espèces exotiques envahissantes (EEE) aquatiques par les eaux de ballast des navires, par exemple la moule zébrée. En raison du peu de prédateurs naturels dans la région, ces espèces prolifèrent rapidement et ont des effets négatifs importants sur l'écologie indigène.

Agresseurs environnementaux

Catégorie d'agresseur		Agresseur
Non lié à la navigation	Général	Changeement climatique
		Prélèvement et détournement de l'eau
	Aménagement et utilisation du sol	Introduction et propagation d'EEE
		Émissions atmosphériques
		Effluents industriels et municipaux
		Élimination de déchets solides
		Fragmentation du paysage
		Écoulement de surface
		Altération ou renforcement des rivages
		Bruit et vibrations
Loisirs et tourisme axés sur l'eau	Érosion et sédimentation	
	Introduction et propagation d'EEE	
	Altération ou renforcement des rivages	
Lié à la navigation	Entretien des ports et chenaux	Élimination des déchets, pollution
		Érosion et remise en suspension des sédiments
		Conflits avec la faune
	Gestion des eaux	Modification de chenal
		Dépôt des matériaux de dragage
	Activités terrestres de soutien	Altération ou renforcement des rivages
		Dragage d'entretien
		Gestion des eaux à toutes fins
	Opérations des navires	Aménagement d'infrastructure
		Entretien des installations
Rejets non contrôlés		
Introduction et propagation d'EEE		
Émissions atmosphériques des navires		
Biocides (antisalissure)		
Accidents, déversements		
Bruit et vibrations		
Élimination des déchets		
Remous, vagues libres et sillage		
Balayures de cale		
Déglaçage	Échouement, ancrage	
	Interaction avec la faune	

La reconnaissance de ces effets dans le contexte plus large d'une meilleure appréciation de l'environnement a donné lieu à un engagement général à l'égard des mesures d'atténuation. Ainsi, la vitesse des navires est contrôlée afin de réduire le sillage dans les chenaux étroits. Les peintures toxiques font l'objet d'un retrait progressif. Afin de réduire la pollution atmosphérique, les exploitants de navire examinent les carburants de remplacement et les technologies d'épuration. Enfin, des contrôles stricts ont été mis en place pour les eaux de ballast. Les navires sont désormais tenus de gérer les eaux de ballast en effectuant l'échange en mer afin de réduire le risque d'introductions additionnelles d'EEE. Même les navires chargés qui ne transportent que de petites quantités d'eaux de ballast résiduelles doivent gérer adéquatement ces eaux si elle doivent être mélangées aux eaux des Grands Lacs et subséquemment rejetée dans les lacs.



Des activités telles que l'entretien régulier de l'infrastructure ou le dragage ou le dépôt de matériaux de dragage continueront d'avoir une incidence sur l'environnement de la région, mais leur incidence peut être réduite au minimum grâce à l'application efficace d'évaluations environnementales, de mesures correctives, de stratégies efficaces de gestion de l'environnement et de pratiques exemplaires.

De façon générale, il semble que les cadres organisationnel et de gouvernance, combinés à des politiques et des lois connexes, pourraient permettre de gérer et de contrôler les activités liées à la navigation qui ont eu un effet négatif sur l'environnement dans la région. Cependant, comme la majorité des stressés environnementaux dans le bassin des Grands Lacs et dans le fleuve Saint-Laurent ne sont pas rattachés à la navigation, les mesures prises contre les stressés de la navigation, tout en étant bénéfiques, ne sont pas susceptibles à elles seules de dégager des gains importants sur le plan de la qualité générale de l'environnement.

AVENIR DU RÉSEAU GLVMSL

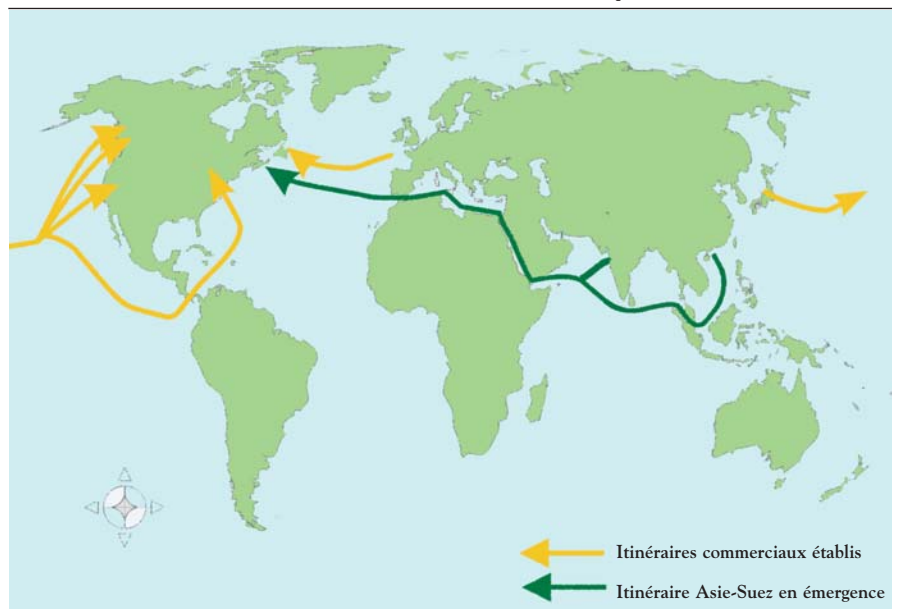
Il est manifeste que le réseau GLVMSL offre des économies considérables aux expéditeurs. Des enquêtes révèlent que le réseau leur permet d'économiser environ 2,7 milliards \$ par année en coûts de transport. En outre, ces économies sont tout particulièrement palpables dans des secteurs stratégiques comme l'acier et l'énergie, dont la compétitivité est essentielle à la performance de l'économie nord-américaine.

Le réseau GLVMSL offre également aux expéditeurs un excédent de capacité considérable. Ce facteur devient de plus en plus important, car les réseaux routiers et ferroviaires de la région connaissent une congestion croissante. Une bonne part des énormes volumes commerciaux entre le Canada et les É.-U. passe dans l'entonnoir des passages situés à Windsor-Détroit et Niagara Falls. Les réseaux routier et ferroviaire transportant ces marchandises ont maintenant atteint leurs limites matérielles, dont les difficultés ont été exacerbées par les nouvelles procédures de sûreté.

Le réseau GLVMSL peut jouer un rôle important pour atténuer certaines de ces pressions en offrant des itinéraires de transport complémentaires par le biais de ports moins achalandés et en transportant les produits directement à travers les lacs plutôt qu'autour de ceux-ci. Appelé le transport maritime à courte distance, la dernière solution nécessiterait un investissement dans les liens de surface modernisés vers le reste du réseau de transport, l'amélioration des installations portuaires servant au chargement et au déchargement des conteneurs, ainsi qu'un service de transport régulier le long des trajets de remplacement les plus susceptibles de s'imposer.

L'avenir de la voie navigable doit également être pris en compte dans le contexte général du commerce international. L'avènement de l'économie mondiale a donné lieu à l'apparition du transport par conteneurs et au développement de nouveaux marchés en Asie,

Évolution des itinéraires commerciaux entre l'Asie et l'Amérique du Nord



← Itinéraires commerciaux établis
← Itinéraire Asie-Suez en émergence

qui ont déplacé une partie du commerce international de l'Atlantique au Pacifique. Par conséquent, les ports de la côte Ouest de l'Amérique du Nord doivent aussi relever les défis de la congestion. Dans ce contexte, les transporteurs cherchent d'autres itinéraires, dont un consiste à transporter les produits conteneurisés à partir de l'Extrême-Orient jusqu'en Europe, en passant par le canal de Suez, puis de continuer le voyage vers les ports situés sur le littoral maritime Est de l'Amérique du Nord. Les produits pourraient par la suite être transbordés dans des transporteurs qui les achemineraient dans le réseau GLVMSL jusqu'au cœur de l'Amérique du Nord. Compte tenu que la majeure partie du transport par le réseau GLVMSL a traditionnellement servi aux produits en vrac, un des principaux déterminants du succès serait la capacité des navires et des ports du réseau GLVMSL de traiter les marchandises conteneurisées. Si on peut assurer cette capacité, on prévoit que le trafic conteneurisé acheminé par tous les modes dans la région binationale Grands Lacs-Saint-Laurent doublera en cours des cinquante prochaines années.

Le trafic maritime peut servir à atténuer certaines des pressions exercées par la congestion régionale et la restructuration des échanges internationaux. Le réseau GLVMSL présente actuellement un excédent de capacité qui pourrait absorber le trafic d'autres trajets terrestres. Pour que le mode maritime puisse devenir un complément viable au transport des marchandises par la route et le rail, le réseau doit se concentrer sur le maintien et l'amélioration de sa compétitivité.

Dans l'industrie du transport maritime, la compétitivité est déterminée par une combinaison de facteurs, soit le coût, la durée, la fréquence et la fiabilité. Il est évident que le coût par unité par kilomètre ou par mille transporté est un élément fondamental à considérer et dans ce cas, le transport maritime offre un avantage manifeste. C'est d'ailleurs la raison pour laquelle on l'utilise pour transporter de grands volumes de marchandises en vrac. Pour présenter une concurrence efficace aux autres modes de transport, le transport maritime doit également tenir compte d'autres déterminants de la compétitivité, tels que les durées de trajet et la fréquence des expéditions.

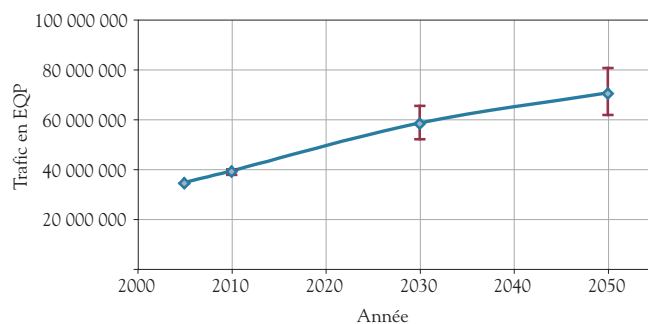
Toutefois, il se peut que le facteur de compétitivité le plus fondamental soit la fiabilité : les transporteurs n'utiliseront pas un réseau caractérisé par des fermetures imprévues fréquentes et des interruptions de trafic. Le réseau GLVMSL leur offre un degré de fiabilité élevé. Historiquement, il a été ouvert à la navigation pendant 98 % de la saison de navigation régulière. Environ les deux tiers des 2 % restants représentaient une interruption attribuable aux conditions météorologiques (mauvaise visibilité, glaces, vent), un quart représentait des incidents de navigation et le reste regroupait toutes les autres causes, ce qui comprend les défaillances des écluses. Le degré élevé d'accessibilité découle directement des investissements qui ont été effectués et qui continuent d'être effectués pour l'entretien soutenu du réseau.

ÉTAT ACTUEL DE L'INFRASTRUCTURE

Pour que le réseau des Grands Lacs et de la Voie maritime du Saint-Laurent (GLVMSL) demeure fiable, il faut assurer l'entretien de son infrastructure. Le réseau se compose d'écluses, de chenaux de navigation, de ports, de ponts, de systèmes de contrôle et de communications et d'interfaces avec d'autres modes de transport. Les chenaux de navigation accumulent des sédiments avec le temps et doivent être constamment dragués pour maintenir la profondeur nécessaire. Les écluses peuvent accuser une détérioration de certains éléments comme les murs et les portes, ou connaître des avaries mécaniques qui compromettent le mouvement des portes. Il y a également un certain nombre de ponts et de tunnels qui enjambent les écluses du canal Welland et de la section Montréal-lac Ontario de la Voie maritime qu'il faut entretenir de manière à ne pas gêner la circulation routière et ferroviaire.

Alors que tous ces éléments systémiques divers font partie d'un ensemble intégré, chacun exige ses propres investissements, technologies et calendriers. La planification doit tenir compte des exigences propres à chaque élément de manière à harmoniser les composantes de l'ensemble du système.

Prévision du marché du trafic de conteneurs selon tous les modes de transport exploités dans la région binationale GLVMSL



On a procédé à une évaluation de l'état actuel du réseau, en faisant particulièrement attention aux ensembles d'infrastructures du réseau d'écluses. L'évaluation a abouti à l'établissement d'un « indice de criticité » des éléments du réseau, lequel comporte des facteurs comme l'existence de pièces de rechange, l'état actuel, la probabilité d'une défaillance et l'impact sur la navigation. Cet indice constitue un moyen systématique et normalisé d'évaluation de l'état actuel des infrastructures du réseau. On a donc examiné l'état d'environ 160 éléments du réseau GLVMSL : l'évaluation a porté sur les écluses, les murs de guidage, l'ouvrage de contrôle du niveau de l'eau, les ponts routiers et ferroviaires de même que les tunnels. L'analyse a révélé que, dans l'ensemble, le réseau avait relativement bien résisté à l'âge. De plus, en dépit de différences dans les stratégies de construction et d'entretien, le classement des ensembles d'écluses était analogue d'une région à l'autre. Chaque région d'écluses, cependant, présentait certaines composantes critiques qu'on a jugées hautement prioritaires et qui ont besoin d'être réparées, remises en état ou remplacées. La majeure partie des composantes sont toujours utilisables, mais plusieurs d'entre elles auront besoin de travaux d'entretien majeurs dans les années à venir.

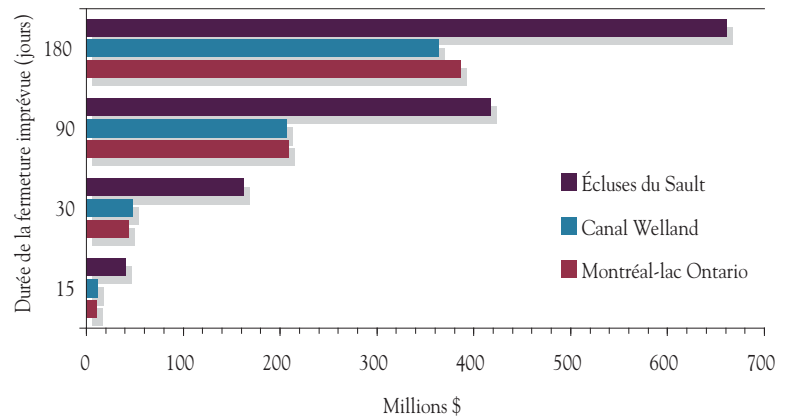
L'analyse a également établi des modèles dont on peut se servir pour prévoir quand les éléments risquent de subir une défaillance. Les évaluations de la criticité conjuguées aux données de fiabilité ont permis de recenser et de prioriser les principales composantes opérationnelles qui présentent un risque élevé de défaillance avec des conséquences graves. Cela permet d'adopter une stratégie d'entretien qui présente les problèmes au lieu d'essayer de les résoudre une fois qu'ils se sont matérialisés.

Il est possible d'entretenir le réseau en se concentrant sur les travaux d'entretien courants et permanents, les composantes étant remplacées au fur et à mesure qu'elles atteignent le terme de leur vie utile. Une telle démarche présente néanmoins un risque plus élevé de défaillance imprévue. Une stratégie plus proactive part des données de fiabilité pour anticiper le moment où certaines composantes risquent le plus de subir une défaillance sur le plan statistique et permet de remettre en état ou de remplacer ces composantes avant qu'une défaillance ne survienne, ce qui augmente la fiabilité globale du réseau.

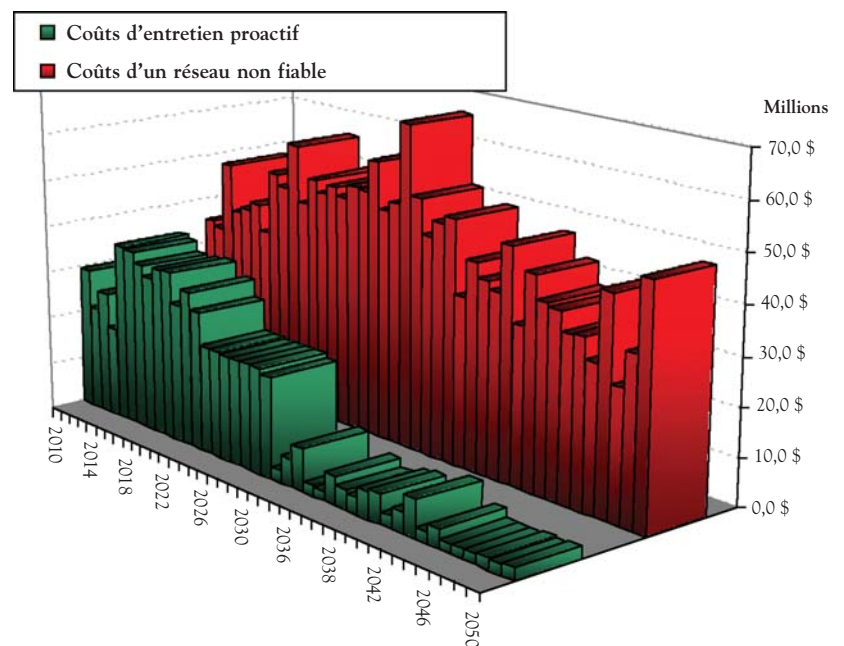
La fiabilité est d'autant plus importante que le réseau GLVMSL est au fond une série d'ouvrages qu'il faut franchir sans qu'il existe de solutions de rechange (à l'exception des échelles d'écluse du canal Welland et des doubles sas à Sault Ste. Marie). De ce fait, la fermeture d'un ouvrage a pour effet de fermer la totalité du réseau. De plus, la fermeture d'un ouvrage ou une suite de fermetures durant la saison de navigation peut interrompre le passage des navires de leur point d'origine à leur point de destination et sur le trajet de retour.

Les conséquences d'une interruption du service varient selon l'expédition et dépendent du type d'interruption du service (fermeture ou allongement du délai d'entretien), du lieu de l'interruption (écluse à un seul sas ou à double sas), de la durée et du moment (début, milieu ou fin de la saison de navigation). L'interruption du service n'a pas seulement des conséquences au niveau du retard des expéditions, mais également des voyages de retour pour décharger une expédition afin de la réacheminer sur un autre mode de transport, de l'immobilisation des navires, de l'épuisement des stocks et des fermetures d'usines. Quelles que soient les particularités, néanmoins, il est manifeste que les interruptions entraînent des coûts appréciables pour l'industrie des transports.

Coût estimatif d'une fermeture imprévue des écluses



Comparaison entre les coûts prévus d'un réseau fiable et les coûts de réparation non programmés attendus ainsi que les coûts de transport découlant d'un sous-financement des éléments prioritaires





L'objectif est donc d'adopter une stratégie d'entretien qui minimise les possibilités d'interruption et maximise la fiabilité globale du réseau. Cela est illustré dans le graphique en regard, qui compare les coûts d'entretien proactif prévus de certaines composantes du réseau aux incidences prévues des interruptions du réseau. Les coûts du manque de fiabilité du réseau sont nettement plus élevés et, même là, ils sont jugés conservateurs dans la mesure où ils présument que les navires n'encourent pas de coûts de retour et de déchargement, pas de coûts d'immobilisations, pas de coûts d'épuisement des stocks, pas de coûts de fermeture d'usines et que les marchandises dont le transport ne peut être assuré trouvent un autre moyen de transport (au besoin) au taux de rechange terrestre le moins coûteux à long terme. La comparaison illustre la valeur du mode proactif de la prévision des dépenses nécessaires au maintien de la fiabilité du réseau.

La conclusion générale que l'on peut tirer de ce modèle est qu'une stratégie d'entretien proactif permet d'éviter les coûts supplémentaires de réparations d'entretien d'imprévus et du manque de fiabilité générale du réseau. Son véritable avantage réside néanmoins dans le fait qu'elle permet d'éviter les coûts supplémentaires de transport qui se rattachent aux défaillances imprévues : lesquelles entraînent des temps d'attente; obligent à emprunter des moyens de transport de rechange plus coûteux durant les fermetures; et, en définitive, à adopter les modes plus coûteux à titre permanent si le réseau est jugé peu fiable. Un réseau GLVMSL plus fiable avec un moins grand nombre de défaillances d'écluses (fermetures, réduction de la vitesse, etc.) attirera sans doute un plus gros volume de trafic commercial, ce qui, à son tour, rendra le réseau plus rentable.

OBSERVATIONS

En général, l'analyse de l'état actuel du réseau GLVMSL conclut qu'il demeure un élément essentiel de l'économie nord-américaine. Sa valeur et ses perspectives d'avenir justifient incontestablement les coûts d'entretien de ses infrastructures. De plus, l'exploitation et l'entretien futurs du réseau pourront se faire de manière à minimiser ses impacts sur l'environnement. Compte tenu de ce vaste consensus, l'étude formule un ensemble d'observations spécifiques sur l'avenir du réseau.

Le réseau GLVMSL est un actif excessivement précieux pour l'Amérique du Nord. Le transport maritime sur la Voie maritime procure aux expéditeurs une option sûre, efficace, fiable et concurrentielle pour le transport des marchandises. Toutefois, le réseau n'a pas encore donné toute sa mesure en ce qui concerne l'importante contribution future qu'il pourrait apporter aux transports régionaux et continentaux. Les connaissances fondamentales que l'on a acquises sur les possibilités et les défis au cours de cette étude du réseau GLVMSL pourront servir à cerner les secteurs prioritaires et à concevoir une démarche équilibrée entre les facteurs économiques, environnementaux et techniques, tout en répondant à quatre impératifs stratégiques :

1. Quel rôle le réseau GLVMSL doit-il jouer au sein du réseau de transport fortement intégré de l'Amérique du Nord?
2. Quelles sont les solutions de transport qui existent pour garantir l'avenir dynamique de la Voie maritime?
3. Quelles mesures faut-il prendre pour assurer la fiabilité ininterrompue des infrastructures du réseau?
4. De quelle manière le réseau GLVMSL peut-il assurer son exploitation de manière à apaiser les préoccupations que suscite l'intégrité de l'environnement?



Fonction dans le réseau de transport nord-américain

L'Amérique du Nord fait partie d'un réseau commercial planétaire qui connaît une croissance explosive depuis deux décennies. Une partie de cette croissance est d'ordre géographique, l'Extrême-Orient et l'Asie du Sud-Est s'étant imposés comme intervenants de premier plan du commerce international. Un autre aspect touche des nouveaux types de cargaisons, acheminées principalement par des porte-conteneurs. Ces deux tendances ont un impact sur l'Amérique du Nord dans son ensemble, et sur le réseau GLVMSL en particulier.

Tandis que le volume des biens transportés internationalement poursuit sa croissance, des engorgements sur la côte Ouest de l'Amérique du Nord incitent les expéditeurs à chercher des trajets de remplacement, passant par les canaux de Panama ou de Suez. Une partie de ce trafic réacheminé aboutit dans le bassin des Grands Lacs et le fleuve Saint-Laurent. Toutefois, les trajets de transport terrestre dans cette région accusent déjà des pressions. Le réseau routier et le réseau ferroviaire sont mis à l'épreuve par une congestion croissante et un resserrement de leur capacité. Cette situation est exacerbée par le fait que la plus grande partie de ce trafic terrestre est canalisée vers un petit nombre de points de transit, et que les exigences de sûreté prolongent le délai de passage à la frontière. De plus, il n'existe que des possibilités limitées de construction de nouvelles routes ou voies ferrées pour soulager cette congestion.

La conclusion inéluctable est que le trafic maritime pourrait contribuer à atténuer une partie de ces pressions. Le réseau GLVMSL compte actuellement une capacité excédentaire qui permettrait de réacheminer une partie du trafic des trajets terrestres. De plus, le réacheminement de trafic par le réseau GLVMSL s'inscrit directement dans l'autre grande tendance du commerce international, la mise en conteneurs des cargaisons. Lorsque ces conteneurs arrivent à un port d'entrée, les expéditeurs ont donc maintenant un choix pour les acheminer vers l'intérieur des terres, puisque les navires, les camions et les wagons sont maintenant tous adaptés au transport de conteneurs.

Auparavant, les porte-conteneurs arrivant dans le Nord-Est de l'Amérique du Nord pouvaient décharger leur cargaison dans les grands ports du littoral est, ou l'acheminer vers l'intérieur jusqu'au port de Montréal. Avec la croissance prévue du trafic routier et ferroviaire dans la région, il se présente une possibilité de transporter à tout le moins une partie de ces cargaisons conteneurisées par le réseau GLVMSL.

Pour que le réseau GLVMSL s'impose à titre de complément viable au transport routier et ferroviaire des biens, il faut s'attacher à maintenir et rehausser sa compétitivité. Dans l'industrie de l'expédition, la compétitivité s'établit par une combinaison de facteurs, soit coût, durée, fréquence et fiabilité. Le coût par unité par kilomètre ou mille représente clairement un facteur de base déterminant de la compétitivité. Sur ce plan, l'expédition maritime détient un net avantage, et c'est pourquoi ce mode a servi au transport d'importantes quantités de biens volumineux. Toutefois, si l'expédition maritime doit s'inscrire dans la concurrence pour le trafic plus diversifié des cargaisons, elle doit également être concurrentielle pour les autres facteurs déterminants. Les durées totales de trajet doivent diminuer. Les fréquences d'appareillage doivent accommoder les exigences des expéditeurs. Les fermetures et interruptions du trafic imprévues doivent être maintenues au minimum. De fait, le réseau GLVMSL présente déjà un bilan avantageux dans ces domaines, mais toute amélioration relèverait sa compétitivité générale et renforcerait sa position à titre d'alternative viable de transport.



OBSERVATION

Le système GLVMSL possède le potentiel de soulager la congestion qui affecte les réseaux routier et ferroviaire, ainsi que les postes frontaliers, dans la région du bassin des Grands Lacs et du fleuve Saint-Laurent.

FACTEURS CLÉS

- Le réseau GLVMSL fonctionne actuellement à environ la moitié de sa capacité, il est donc sous-utilisé.
- Compte tenu de la croissance prévue de l'économie et des échanges commerciaux, tous les modes de transport dans les deux pays connaîtront des augmentations de trafic. Avec une intégration aux modes routier et ferroviaire, le mode maritime de la région peut grandement relever la capacité globale de transport, tout en réduisant la congestion des routes, des voies ferrées et des postes frontaliers.
- Un programme de recherche et développement contribuerait à favoriser le recours à de nouvelles technologies afin d'améliorer l'efficacité du transport maritime, et de renforcer ses liens avec les autres modes de transport.

Solutions pour un avenir dynamique

Le réseau nord-américain de transport ne se résume pas à la somme de ses parties, il présente également une nature intégrée par les liens entre les divers modes et les diverses compétences. Dans ce contexte, le réseau GLVMSL ne peut pas être abordé comme un mode isolé limité à un type de trafic traditionnel.

Le GLVMSL peut jouer un rôle important en proposant une combinaison différente de capacités, donnant plus de latitude aux expéditeurs. Pour concrétiser cette fonction complémentaire, il faudrait axer les politiques et la planification sur le potentiel de transport maritime à courte distance de la voie navigable, afin de rehausser sa capacité de transport intermodal et d'accommodement du trafic de conteneurs.

L'optimisation de la place du réseau GLVMSL à l'intérieur du réseau de transport du bassin des Grands Lacs et du fleuve Saint-Laurent exige une perspective holistique de l'ensemble du réseau. Le transport maritime doit faire l'objet d'une intégration sans faille aux autres modes de transport, en matière de coût, de durée, de fréquence et de fiabilité.

Pour que cette vision devienne réalité, il faudra veiller à plusieurs aspects de l'intégration modale. Les points de convergence du réseau doivent proposer des liens intermodaux d'une grande efficacité. Les ports du réseau GLVMSL doivent comporter des interconnexions convenables avec les réseaux routier et ferroviaire. Ils doivent également être dotés de l'équipement adapté pour transférer facilement des conteneurs entre des navires, des wagons plats et des camions gros porteurs.

D'autres facteurs entrent en jeu dans ce domaine. Il faut des systèmes appropriés de suivi et de communications électroniques pour acheminer et surveiller les expéditions. Les nouvelles technologies, des améliorations à l'infrastructure traditionnelle, la simplification des procédures aux postes frontaliers et l'harmonisation réglementaire occuperont également une place importante dans la conception de systèmes et la gestion des exigences pour une meilleure interconnexion des modes de transport.

L'avancement du principe de services intermodaux maritimes exige également des navires polyvalents, capables de transporter tant des produits de base en vrac que des conteneurs. Les trajets des cargaisons doivent également correspondre aux avantages éventuels du transport maritime. Ainsi, l'expédition par un navire qui traverse un lac en ligne droite peut être préférable au transport des biens par des routes congestionnées qui longent son rivage. En plus d'offrir un trajet plus rapide et plus direct, il se pourrait également que les procédures frontalières dans les ports respectifs prennent considérablement moins de temps que dans les postes frontaliers terrestres très congestionnés.

OBSERVATION

Un accent plus poussé sur le transport maritime à courte distance permettrait au réseau GLVMSL de mieux s'intégrer aux réseaux de transport routier et ferroviaire, tout en offrant aux expéditeurs un mode de transport des biens rentable, opportun et fiable.

FACTEURS CLÉS

- Il faut identifier et promouvoir des incitatifs à l'utilisation du transport maritime en complément des modes de transport routier et ferroviaire.
- Les obstacles institutionnels qui découragent l'offre de services de transport maritime à courte distance doivent être surmontés.
- Les possibilités d'encourager l'implantation de services de transport maritime à courte distance traversant un lac pourraient être cernées dans le cadre d'un projet pilote.
- Le Protocole de coopération sur le transport maritime à courte distance et la déclaration connexe, adoptés par le Canada en 2003 et les É.-U. en 2006, pourraient servir à continuer de faire progresser le dossier du transport maritime à courte distance en Amérique du Nord.

Optimisation de l'infrastructure établie

Il est entendu que l'infrastructure de transport maritime du réseau GLVMSL ne se limite pas à une série d'écluses. Cette infrastructure englobe également des ports et des terminaux, des chenaux, des ponts et des tunnels, des systèmes de contrôle et de communications, ainsi que des interfaces avec d'autres modes de transport. Collectivement, ces éléments constituent un réseau intégré qu'il faut optimiser pour qu'il puisse contribuer à satisfaire les besoins de transport de l'avenir.

Chacun des éléments suivants présente son ensemble particulier d'exigences, et il faudra gérer le tout de façon intégrée afin d'assurer la compétitivité du réseau GLVMSL.

Écluses : Du fait de leur âge, il faut assujettir les écluses à un calendrier d'entretien axé sur les possibilités de défaillance, afin de maintenir le trafic avec le moins d'interruptions possible et de préserver l'intégrité globale du réseau.

Chenaux de navigation : L'écoulement normal de l'eau transporte inévitablement du limon, dont les dépôts doivent être enlevés afin de garder les chenaux à la profondeur autorisée pour la navigation.

Ports : Les ports et terminaux qui pourraient accommoder le transport maritime à courte distance ou servir de noyau dans un réseau multimodal auront besoin d'un ensemble approprié d'installations et d'équipement de chargement et de déchargement, ainsi que de liaisons impeccables avec les modes de transport terrestres.

Ponts et tunnels : Plusieurs ponts et tunnels franchissent les écluses et les chenaux du canal Welland et de la section Montréal-lac Ontario de la Voie maritime, et ils doivent être entretenus de manière à ne pas entraver le trafic.

Contrôle et communications : Les systèmes logistiques actuels dépendent de systèmes électroniques avancés pour le suivi des déplacements et des expéditions en temps réel.

Navires : En plus des vraquiers classiques, il faudra des navires capables de charger, transporter et décharger des cargaisons conteneurisées.

L'ensemble de ces éléments diversifiés constitue un tout intégré, mais chacun présente ses caractéristiques particulières d'investissement, de technologie et d'établissement de calendrier. La planification doit tenir compte des exigences particulières de chaque élément, en prenant soin de les harmoniser avec le réseau global.

Il est évident que les facteurs de l'essor des échanges commerciaux, du resserrement de la capacité, du vieillissement de l'infrastructure de transport et des pressions croissantes visant les terres affectées au transport font partie intégrante de l'environnement maritime. Les écluses, ports, terminaux et autres éléments d'infrastructure du réseau GLVMSL constituent maintenant des composantes cruciales des points de passage du transport nord-américain, et à ce titre, il faut y affecter des investissements et des mécanismes répondant en temps opportun aux forces du marché pour qu'ils puissent continuer à soutenir le commerce intérieur et international du Canada et des É.-U.

OBSERVATION

L'infrastructure établie du réseau GLVMSL doit être gardée en bon état de fonctionnement afin d'assurer le maintien de la sécurité, de l'efficacité, de la fiabilité et de la compétitivité du réseau.

FACTEURS CLÉS

- Tout élément de l'infrastructure du réseau GLVMSL qui est désigné à risque et critique pour le maintien du bon fonctionnement du réseau devrait faire l'objet d'une attention prioritaire.
- L'infrastructure établie du réseau GLVMSL exige des investissements soutenus afin d'assurer sa capacité d'offrir des services de transport fiable pour l'avenir.
- La technologie moderne, en particulier dans des domaines comme le contrôle, devrait servir à maintenir le réseau GLVMSL dans un état qui préserve sa capacité d'adaptation à l'évolution imprévisible des conditions du marché.
- La formulation d'une stratégie à long terme de gestion des biens contribuerait à anticiper les problèmes susceptibles d'affecter l'infrastructure du réseau GLVMSL avant qu'ils ne surviennent, pour ainsi éviter des perturbations qui abaisseraient le niveau général d'efficacité et de fiabilité du réseau.
- Les options d'investissement relativement au réseau exigeraient de tenir compte de nombreux facteurs, comme la planification à long terme, des approches innovatrices du financement, des partenariats entre gouvernements, et la collaboration entre les secteurs public et privé.

Durabilité environnementale

Les facteurs qui précèdent doivent être envisagés dans le cadre de la durabilité environnementale. Dans sa définition la plus simple, la durabilité environnementale désigne la capacité de favoriser la croissance économique sans causer de dommages inacceptables à l'environnement. Par conséquent, les politiques et la planification doivent prendre en compte les conséquences environnementales de l'entretien et de la réparation des écluses, du dragage des chenaux, de la construction de nouvelles installations portuaires, ou de l'introduction de nouveaux navires dans le réseau.

L'écosystème du réseau GLVMSL est vulnérable face aux agresseurs environnementaux présents. Beaucoup de ces agresseurs ne relèvent pas directement de la navigation, et bien qu'il soit important de gérer ou de modifier les agresseurs liés à la navigation, il n'en découlerait pas nécessairement des gains importants en matière de qualité globale de l'environnement, à moins de s'inscrire dans une approche intégrée à des mesures d'autres secteurs économiques.

Comme les exigences de l'exploitation et de l'entretien du réseau GLVMSL mettent en cause certains agresseurs dans les écosystèmes des Grands Lacs et du fleuve Saint-Laurent, ces agresseurs doivent faire l'objet d'une gestion efficace. Des cadres organisationnels et de gouvernance, accompagnés de politiques et de mesures législatives connexes, permettront probablement d'assurer une gestion et un contrôle adéquats des activités liées à la navigation qui ont une incidence négative sur l'environnement. On a consacré des ressources considérables à la recherche et à la planification, mais à l'exception de quelques domaines particuliers touchant les espèces exotiques envahissantes, peu d'initiatives se sont traduites par des changements concrets sur le terrain. Il y aura encore des incidences découlant de travaux planifiés, comme l'entretien de l'infrastructure, le dragage d'entretien et de dépôt des matériaux de dragage, mais il est possible de réduire ces incidences au minimum par l'application efficace d'évaluations environnementales, de mesures correctives, de saines stratégies de gestion environnementales et des meilleures pratiques.

Le développement durable ne se limite cependant pas à retenir les options qui ont une incidence minimale sur l'environnement. Dans la perspective la plus élargie, il s'agit de tenter de mettre à profit certains avantages environnementaux du transport maritime par rapport aux modes routier et ferroviaire, à titre de composante d'un réseau intégré de transport qui peut être exploité de manière plus respectueuse de l'environnement. Le transport par voie d'eau offre un rendement énergétique considérablement supérieur à celui des autres modes, et pourrait donc contribuer à réduire les émissions de gaz à effet de serre et autres polluants. De plus, un recours accru au transport par voie d'eau pourrait aider à atténuer la congestion de la circulation routière, et réduire à terme les coûts d'entretien et de réparation des routes.

OBSERVATION

La vitalité et la réussite à long terme du réseau GLVMSL dépendront en partie de sa durabilité, notamment par une réduction accrue des incidences écologiques négatives de la navigation commerciale.

FACTEURS CLÉS

- Le réseau GLVMSL devrait être administré de manière à prévenir l'introduction et la propagation accidentelles d'espèces exotiques envahissantes, et à soutenir les objectifs de programmes conçus pour réduire au minimum ou éliminer l'incidence de ces espèces.
- La stratégie établie de durabilité de la navigation pour le fleuve Saint-Laurent devrait être étendue au bassin des Grands Lacs.
- Le déplacement et la mise en suspension de sédiments découlant de l'expédition maritime ou des opérations liées à la navigation devraient être gérés, en formulant une stratégie pour l'ensemble du réseau GLVMSL relativement aux nombreux défis que présentent les matériaux de dragage, et en recherchant des possibilités de réutilisation valorisante.
- Il faudrait réduire au minimum les émissions des navires, au moyen de nouveaux carburants, de nouvelles technologies, ou de pratiques de navigation différentes.
- Les habitats des îles et des chenaux étroits devraient être protégés des incidences du sillage des navires.
- Nous devons parfaire notre connaissance des incidences sociales, techniques et environnementales de la baisse à long terme des niveaux d'eau dans le contexte de la navigation, et formuler des stratégies d'atténuation.
- Il faudrait améliorer la surveillance à court et à long terme des activités d'atténuation.

SURVEILLANCE ET SUIVI

Les observations et les principaux éléments qui ressortent de l'étude sur le réseau GLVMSL sont le fruit de recherches approfondies échelonnées sur plusieurs années auxquelles ont participé des dizaines d'experts et de spécialistes. De plus, ils reflètent un consensus entre les sept organismes participants. En soi, cela représente un jalon unique dans l'histoire du réseau GLVMSL.

Le succès des initiatives visant à bâtir l'avenir du réseau GLVMSL dépend de l'engagement pris par le gouvernement et l'industrie au Canada et aux États-Unis à l'égard d'objectifs limpides et d'une surveillance constante des progrès et des succès. Le Canada et les États-Unis ne doivent pas relâcher leurs efforts de collaboration visant à planifier l'avenir de la navigation commerciale sur le réseau GLVMSL par le biais d'un organe binational de représentants gouvernementaux. Le rôle de cet organe consistera à surveiller les progrès réalisés dans les secteurs jugés prioritaires dans l'étude sur le réseau GLVMSL. Les deux pays travailleront en partenariat pour établir un cadre politique judicieux, promouvoir les possibilités qu'offre le réseau à d'autres segments du gouvernement et assurer une approche intégrée à l'égard des impératifs distincts de l'économie, de l'environnement et de l'ingénierie. Enfin, la durabilité du réseau GLVMSL dépend de l'équilibre rentable entre ces trois perspectives.

Les connaissances acquises grâce au savoir-faire de ceux qui ont contribué à l'étude sur le réseau GLVMSL pourront servir à éclairer les décideurs canadiens et américains. L'étude contient les observations et les facteurs clés dont il faut tenir compte pour optimiser l'exploitation et l'entretien du réseau GLVMSL et s'assurer qu'il continuera à servir l'économie nord-américaine au cours des cinquante prochaines années.



CHAPITRE 1

Introduction

Les Grands Lacs et la Voie maritime du Saint-Laurent constituent une voie navigable cruciale, qui a occupé une place essentielle dans l'évolution économique et la prospérité de l'Amérique du Nord. Toutefois, notre réseau actuel a plus d'un demi-siècle, et les conséquences de cet âge commencent à se faire sentir. Pour réagir à la situation, les gouvernements du Canada et des États-Unis ont entrepris une initiative conjointe d'évaluation de l'état actuel de l'infrastructure du réseau et de ses perspectives commerciales d'avenir, dans le contexte plus large de la gérance environnementale régionale.

Depuis plus d'un demi-siècle, le réseau des Grands Lacs et de la Voie maritime du Saint-Laurent (GLVMSL) constitue un couloir vital de transport pour la plus importante concentration industrielle au monde. Chevauchant le bassin des Grands Lacs, le cœur industriel de l'Amérique du Nord dépend de ce complexe réseau d'écluses, de chenaux et d'eaux libres.

Toutefois, la voie navigable affronte de nouveaux défis qu'il était impossible d'anticiper lorsque le dernier maillon de la chaîne, la Voie maritime du Saint-Laurent, est devenu pleinement opérationnel en 1959. Les changements traversés par l'économie ont modifié la demande de produits et les caractéristiques du trafic, alors que l'évolution de l'industrie des transports touchait les dimensions des navires. En conséquence, les volumes d'expédition maritime ont fluctué et les forces économiques à la base du réseau ont connu une transformation. Néanmoins, le réseau GLVMSL remplit toujours une fonction vitale de transport, non seulement pour les régions des Grands Lacs et du Saint-Laurent, mais pour l'ensemble du cœur industriel de l'économie nord-américaine. Compte tenu de son importance soutenue, et dans un contexte de congestion croissante aux passages frontaliers et dans les autres modes de transport, il est essentiel de maintenir le réseau à titre d'élément sécuritaire, fiable, efficient et durable du réseau de transport global du continent.

Un réseau aussi imposant et complexe que le GLVMSL a des effets inévitables sur son environnement. De manière générale, la société est devenue beaucoup plus consciente de telles incidences environnementales, exacerbées par les pressions parallèles de la croissance démographique, de l'urbanisation et l'évolution des modes de vie. Les recherches scientifiques récentes permettent de mieux comprendre l'impact cumulatif de l'activité humaine sur l'environnement. Elles ont également abouti à une appréciation plus fine d'environnements complexes comme le bassin des Grands Lacs et le fleuve Saint-Laurent, et transformé la façon d'étudier et d'évaluer de tels écosystèmes.

L'infrastructure du réseau GLVMSL commence à trahir son âge. Après 50 à 75 ans de service, le réseau des écluses et chenaux montre les signes d'usure et de détérioration de centaines de milliers de passages de navires. À mesure que vieillit le réseau, les exigences d'entretien s'accroissent, tout comme les coûts.

Confrontés à ces changements cumulatifs, les gouvernements du Canada et des États-Unis (É.-U.) ont entrepris un examen global du réseau GLVMSL. Le 1^{er} mai 2003, ils signaient un mémoire de coopération prévoyant leur collaboration à une vaste étude qui visait à répondre à la question suivante : *Quel est l'état actuel du réseau GLVMSL, et quelle serait pour nous la meilleure façon d'utiliser et d'entretenir le réseau, dans sa configuration matérielle actuelle, afin d'exploiter les possibilités et d'affronter les défis qui se présenteront au cours des prochaines années?*

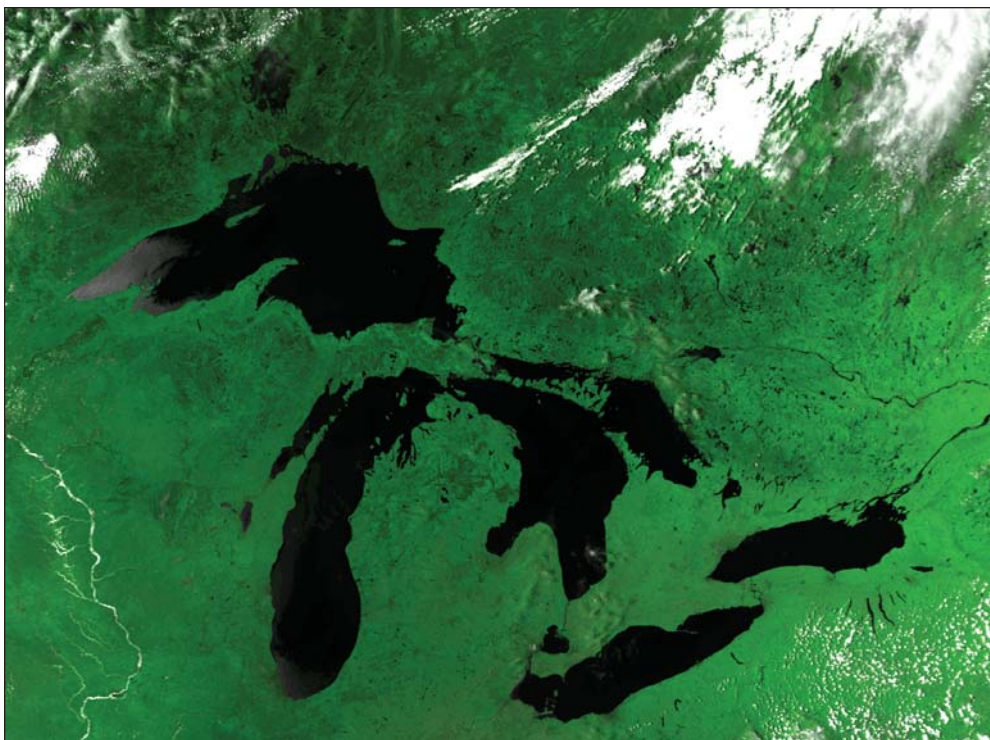
Quel est l'état actuel du réseau GLVMSL, et quelle serait pour nous la meilleure façon d'utiliser et d'entretenir le réseau, dans sa configuration matérielle actuelle, afin d'exploiter les possibilités et d'affronter les défis qui se présenteront au cours des prochaines années?

Sept ministères et organismes fédéraux du Canada et des É.-U. ont participé à l'initiative : Transports Canada (TC), Department of Transportation des États-Unis, U.S. Army Corps of Engineers, Corporation de gestion de la Voie maritime du Saint-Laurent au Canada, Saint Lawrence Seaway Development Corporation aux É.-U., Environnement Canada et U.S. Fish and Wildlife Service. Tous faisaient partie d'un comité directeur responsable de l'orientation stratégique d'ensemble du projet.

La responsabilité de supervision des travaux et du progrès des équipes techniques a été confiée à une équipe de gestion réunissant un représentant de Transports Canada et un représentant du U.S. Army Corps of Engineers.

L'étude a été réalisée par des experts en la matière et des représentants des sept partenaires, regroupés dans trois équipes : économie, ingénierie et environnement.

L'Équipe chargée des aspects économiques avait pour mandat de réfléchir au rôle économique actuel du réseau GLVMSL et à son évolution future probable. L'Équipe devait examiner la nature et la direction des flux de trafic historiques et actuels, et énoncer une projection du type de trafic que l'on pourrait attendre au cours du prochain demi-siècle. Il s'agissait d'estimer l'importance économique future du réseau GLVMSL, un facteur clé pour établir l'infrastructure qu'il faudra en soutien de cette activité économique.



Vue satellitaire des Grands Lacs
Source : U.S. Army Corps of Engineers

L'Équipe technique (ingénierie) avait comme tâche d'examiner l'état actuel de l'infrastructure matérielle du réseau GLVMSL. L'Équipe était chargée d'identifier d'éventuelles sources de problèmes, d'estimer les coûts du maintien du réseau dans un état fonctionnel, et d'énoncer une stratégie optimale pour assurer son fonctionnement fiable et continu.

L'Équipe chargée des dimensions environnementales devait examiner l'état actuel de l'environnement dans le bassin des Grands Lacs et le fleuve Saint-Laurent. La tâche consistait à identifier les éléments les plus précieux de cet écosystème, et à établir comment la navigation commerciale les avait affectés. Finalement, l'Équipe devait suggérer des façons de veiller à réduire au minimum pour l'avenir l'incidence environnementale de la navigation commerciale.

La mobilisation des intervenants constituait un élément important du processus de l'étude, compte tenu de son envergure et de sa portée. Dès le départ, il était clairement entendu qu'il fallait consulter les intervenants afin d'obtenir leurs commentaires, de définir leurs intérêts, et de cerner les sujets de préoccupation.

Des rencontres ont été organisées avec des parties intéressées, des secteurs tant public que privé, d'abord en juin et juillet 2004, puis à nouveau en septembre 2005. Ces événements ont été déterminants dans la mobilisation des intervenants, en les informant des objectifs de l'étude tout en leur demandant d'exprimer leurs préoccupations. Les rencontres ont non seulement permis de recueillir de l'information et des connaissances d'experts, sous forme d'opinions, de présentations ou de mémoires, elles offraient également une tribune d'échange d'idées, notamment sur des enjeux et préoccupations d'importance pour le volet environnemental. L'information recueillie à ces occasions a été transmise à l'équipe de gestion, aux trois équipes spécialisées et à tous les partenaires de l'étude.

À titre de grande entreprise binationale, l'étude avait pour mandat d'effectuer un examen complet de l'infrastructure établie du réseau GLVMSL, dans sa configuration actuelle. Toutefois, malgré l'ampleur et la profondeur de ce mandat, il a été décidé que certaines questions ne seraient pas abordées. L'étude se concentre sur la navigation commerciale, en excluant les enjeux de navigation touchant la plaisance ou le tourisme. De plus, l'étude n'aborde pas d'éventuels changements à la configuration établie du réseau GLVMSL, comme l'agrandissement des écluses, des chenaux plus profonds, des écluses doubles ou des bassins d'évitage, et elle ne traite pas non plus d'enjeux comme la prolongation de la saison de navigation ou les incidences possibles d'un changement climatique à long terme. Finalement, bien que l'on tienne compte du rôle de la navigation commerciale dans l'introduction d'espèces aquatiques exotiques envahissantes, l'étude n'aborde pas en détail d'éventuelles mesures d'atténuation, comme la réglementation du traitement des eaux de ballast.

Dans l'évaluation des besoins d'infrastructure du réseau GLVMSL relativement à la navigation commerciale, l'étude s'est attachée aux incidences économiques, environnementales et d'ingénierie de ces besoins. Le présent document intègre les constatations de chacune de ces trois perspectives, afin de produire une évaluation générale de la situation actuelle du réseau GLVMSL, et une esquisse des possibilités et défis des prochaines années.

La présente étude propose la première évaluation complète de l'état matériel du réseau GLVMSL. Elle enrichit notre compréhension de la dynamique matérielle du réseau au chapitre de l'usure, de la fatigue des matériaux et de l'état du béton. Jusqu'à maintenant, malgré l'âge de l'infrastructure, le réseau continue de fournir un service très fiable. Le moment est toutefois venu de réévaluer les pratiques courantes et de définir une stratégie d'entretien et de remise en état qui accommodera les besoins des 50 prochaines années.

Les modalités de mise en œuvre de la stratégie d'entretien dépendront du rôle futur attendu de cette voie navigable ainsi que des décisions du Canada et des É.-U. en matière de financement. Il est clair que le réseau continuera d'apporter une contribution économique vitale à la région. Le trafic qui emprunte actuellement le réseau ne pourrait pas être transféré aux voies routières et ferroviaires sans entraîner de la congestion, des inefficacités et des émissions accrues de gaz à effet de serre qui auraient un impact négatif significatif tant sur l'efficacité économique que sur l'environnement. Les prévisions de trafic du présent rapport indiquent que le vrac actuellement transporté par le réseau devrait connaître une croissance modeste, mais régulière.

Outre ces facteurs, dans le contexte de l'infrastructure matérielle établie, de nouvelles occasions se présentent avec la possibilité d'implanter la conteneurisation dans le réseau GLVMSL. Toutefois, pour exploiter ces occasions, l'analyse indique qu'il faut maintenir la *fiabilité* du réseau.

Afin de maximiser la fiabilité du réseau GLVMSL, tout en utilisant les fonds publics avec un maximum de prudence et d'efficacité, on a entrepris une analyse de fiabilité à l'échelle de tout le réseau. Différents scénarios d'entretien du réseau ont été examinés au chapitre de leur incidence sur la fiabilité, de leur coût relatif, et de leurs incidences sur le trafic du fret maritime dans la voie navigable.

En complément de la perspective d'ingénierie, le volet environnemental de l'étude a servi à recueillir l'information nécessaire pour établir l'état actuel de précieuses ressources environnementales susceptibles d'être affectées par des activités liées à la navigation dans le réseau. L'incidence éventuelle de projections du trafic futur et de différents scénarios d'entretien du réseau a été évaluée. L'Équipe a ensuite cerné les types de mesures de gestion nécessaires pour atténuer les futures incidences environnementales.

Le présent rapport résume les constatations des équipes et groupes d'étude divers, une synthèse d'information tirée de douzaines de rapports, études et évaluations. Les termes techniques ont délibérément été écartés, afin de rendre les constatations de l'étude GLVMSL accessibles au plus vaste auditoire possible de décideurs et d'intervenants.

L'étude GLVMSL a représenté une grande initiative étalée sur plusieurs années, mettant à contribution plus de 50 experts et autorités dans des domaines très variés. Au bout du compte, la compréhension issue de leur expertise pourra alimenter la réflexion des décideurs du Canada et des É.-U. qui élaborent des stratégies et des options sur les activités suivies de surveillance et d'entretien du réseau. L'analyse présentée propose une solide fondation pour l'élaboration d'une stratégie d'avenir de la gestion rentable et durable des biens de l'ensemble du réseau.

CHAPITRE 2

La voie navigable

Le réseau des Grands Lacs et de la Voie maritime du Saint-Laurent se trouve dans le cœur industriel de l'Amérique du Nord. S'étant implanté de concert avec le développement de ce cœur, le réseau a joué et continue de jouer un rôle crucial, non seulement en soutien du développement économique dans toute la région, mais aussi en contribuant à sa compétitivité internationale. À titre de partie intégrante du réseau global de transport et du corridor commercial de la région, le réseau englobe de nombreux éléments reliés, notamment des écluses, des chenaux, des ports, des navires, des liens multimodaux, ainsi que des organisations de service et de soutien. Cette interaction complexe d'éléments diversifiés doit être prise en compte dans la formulation d'une stratégie pour s'attaquer aux nouveaux défis et s'assurer que le transport maritime dans le réseau maintienne pour l'avenir sa contribution à la prospérité.

À titre d'artère commerciale de premier plan, le réseau des Grands Lacs et de la Voie maritime du Saint-Laurent (GLVMSL) constitue une composante essentielle d'un système économique intégré qui englobe les bassins des Grands Lacs et du fleuve Saint-Laurent, pour s'étendre dans l'arrière-pays environnant. En fait, le réseau GLVMSL se trouve au cœur de ce qui est devenu l'un des noyaux économiques les plus importants et les plus dynamiques au monde. Le réseau dessert des producteurs et fabricants qui comptent pour environ le tiers de l'économie nord-américaine. En conséquence il s'agit d'une région à forte densité de transport avec d'énormes volumes de fret transportés par voie routière, ferroviaire, aérienne ou maritime, ou une combinaison de ces modes. Dans ce vigoureux marché, le réseau GLVMSL soutient et renforce des liens économiques régionaux, continentaux et intercontinentaux en offrant un transport maritime à bas prix du vrac.

L'IMPORTANCE ÉCONOMIQUE DE LA RÉGION GLVMSL¹

- 100 millions de personnes (le quart de la population de l'Amérique du Nord) vivent dans les provinces et états limitrophes (Ontario, Québec, New York, Pennsylvanie, Ohio, Michigan, Indiana, Illinois, Wisconsin et Minnesota).
- En 2006, l'Ontario et le Québec comptaient pour 58 % du produit intérieur brut (PIB) du Canada.
- En 2005, les huit états de la région comptaient pour 28,5 % du PIB des É.-U.
- Le PIB régional combiné représentait 4,3 billions de dollars en 2005.
- La région regroupe 55 % des industries manufacturières et de service de l'Amérique du Nord, et compte pour environ la moitié du total des ventes au détail nord-américaines.

SURVOL DU RÉSEAU

La voie navigable GLVMSL part de l'océan Atlantique, à la hauteur du golfe du Saint-Laurent, suit le fleuve Saint-Laurent, et atteint tous les Grands Lacs. Elle emprunte des chenaux dans le fleuve Saint-Laurent et les rivières Détroit,

St. Clair et St. Mary's, qui sont draguées au besoin pour accommoder un tirant d'eau adéquat. Le réseau comporte également des canaux et des écluses qui permettent aux navires de contourner les rapides et les chutes du fleuve et des rivières. De Sept-Îles (Québec) dans le golfe du Saint-Laurent jusqu'à la tête des Grands Lacs à Duluth (Minnesota), cette voie navigable parcourt un total de 3 700 km (2 300 milles). Ses écluses permettent aux navires de monter à plus de 180 m (600 pi) au-dessus du niveau de la mer, jusqu'au niveau du lac Supérieur.

FIGURE 2.1

Place du réseau GLVMSL en Amérique du Nord



1 Source : Statistiques Canada et le U. S. Bureau of Economic Analysis.

LES DÉBUTS

Depuis les premiers établissements humains dans la région, les eaux du bassin des Grands Lac et du fleuve Saint-Laurent ont servi de corridor de transport. La fonction de ce corridor a changé au fil de l'évolution des besoins des économies canadienne et américaine. Au départ, sa fonction primaire était de soutenir des liens internes dans la région. Éventuellement, le corridor allait donner au cœur industriel de l'Amérique du Nord un accès direct aux marchés du monde entier.

Comme la voie navigable présente des changements considérables d'élévation où se trouvent des chutes ou des rapides, à compter du dix-huitième siècle, des canaux et des écluses ont été aménagés puis reconstruits pour contourner ces obstacles naturels. Le point culminant de ce processus est survenu en 1959, lorsque la Voie maritime est entrée en service avec des écluses de capacité suffisante pour accommoder efficacement dans tout le réseau des vraquiers et des navires océaniques.

La vision d'origine du réseau GLVMSL portait particulièrement sur le grain et le minerai. Dans les années 1950, le réseau ferroviaire avait atteint la limite de sa capacité de transport du vrac, phénomène particulièrement évident dans l'expansion du commerce du grain. Le grain des Prairies était traditionnellement transporté en petits volumes par rail, depuis la tête du lac Supérieur à Thunder Bay et Duluth, ou les ports de la baie Georgienne. Il partait ensuite à destination de Montréal et autres ports de l'Est, pour exportation ou consommation au pays. Toutefois, avec la croissance du commerce mondial du grain, le réseau ferroviaire n'était plus en mesure d'accommoder les volumes croissants de ce trafic.

L'expansion industrielle qui a suivi la Seconde Guerre mondiale a créé un autre besoin d'expédition maritime régionale et internationale efficace. Il s'agissait de transporter du minerai de fer à la fois de la région Québec-Labrador jusqu'à l'intérieur du bassin des Grands Lacs, et de la chaîne Mesabi au Minnesota jusqu'à des fonderies en Indiana, en Ohio et en Ontario.

Le besoin d'un transport économique de volumes plus importants de grain et de minerai de fer a donné son élan à l'aménagement planifié de longue date de la Voie maritime, un réseau de 15 écluses permettant le passage de navires océaniques du fleuve

Saint-Laurent jusqu'au lac Érié. Après quatre années de construction, la voie navigable devenait opérationnelle en 1959, rendant le cœur industriel de l'Amérique du Nord accessible au transport maritime océanique. La poussée de trafic qui en a résulté a duré plus de deux décennies, et lancé une période de rapide expansion économique partout dans les provinces et états adjacents. Depuis son ouverture, la Voie maritime a vu passer plus de 2,3 milliards de tonnes métriques de fret.

Ces améliorations à la navigation s'accompagnaient en parallèle d'une expansion similaire de capacité à Sault Ste. Marie, où la navigation était entravée par une baisse de dénivellation de 6,4 m (21 pi) à l'endroit où la rivière St. Mary's descend du lac Supérieur jusqu'au niveau du lac Huron. Dans ce cas également, on voulait à l'origine soutenir l'exportation de grain et de produits agricoles, ainsi que de minerai et d'autres matières brutes. Un objectif clé à l'époque était d'approvisionner les aciéries américaines le long du rivage sud du réseau en quantités croissantes de minerai de fer et de coke.

La modernisation des écluses Davis et Sabin à Sault Ste. Marie a été réalisée dans la deuxième décennie du vingtième siècle, et l'écluse MacArthur est entrée en service en 1943. L'aménagement a toutefois atteint son point culminant avec la gigantesque écluse Poe, qui avait été construite en 1896, puis reconstruite au milieu des années 1960 pour accommoder le trafic des grands laquiers; elle devait finalement être ouverte à la navigation en 1969.



Inauguration de la Voie maritime en 1959.

Source : Corporation de gestion de la Voie maritime du Saint-Laurent

LE RÉSEAU ACTUEL

Le réseau GLVMSL dans sa forme actuelle est l'aboutissement de siècles d'améliorations systématiques visant à faire circuler facilement des navires à travers un vaste territoire dans lequel les eaux descendent de plus de 180 m (600 pi) dans leur parcours du lac Supérieur jusqu'à l'océan Atlantique (voir figure 2.2). Comme la plupart de ces changements d'élévation sont le fait de rapides ou de chutes, une série de canaux et d'écluses ont été aménagés afin d'élever ou de baisser les navires pour franchir ces obstacles naturels (figures 2.2 et 2.4).

En plus des écluses, le réseau repose sur des chenaux dans le fleuve Saint-Laurent et les rivières Detroit, St. Clair et St. Mary's. Ces chenaux sont dragués au besoin, afin d'accommoder le tirant d'eau de navires y circulant. Le réseau est également soutenu par une grande variété d'éléments d'infrastructure et de services, notamment :

- terminaux, quais, installations de chargement et administrations portuaires;

LE RÉSEAU GLVMSL EN BREF

Principales voies navigables : les cinq Grands Lacs, la rivière St. Mary's, le lac St. Clair, la rivière Détroit, le fleuve Saint-Laurent et le golfe du Saint-Laurent.

Voie navigable et infrastructure portuaire : 6 canaux et des écluses à six différents emplacements desservant 15 grands ports internationaux et plus de 50 ports régionaux des deux côtés de la frontière.

Tonnage expédié par le biais des écluses de la Voie maritime depuis 1959 : 2,3 milliards de tonnes métriques d'une valeur de 350 milliards \$.

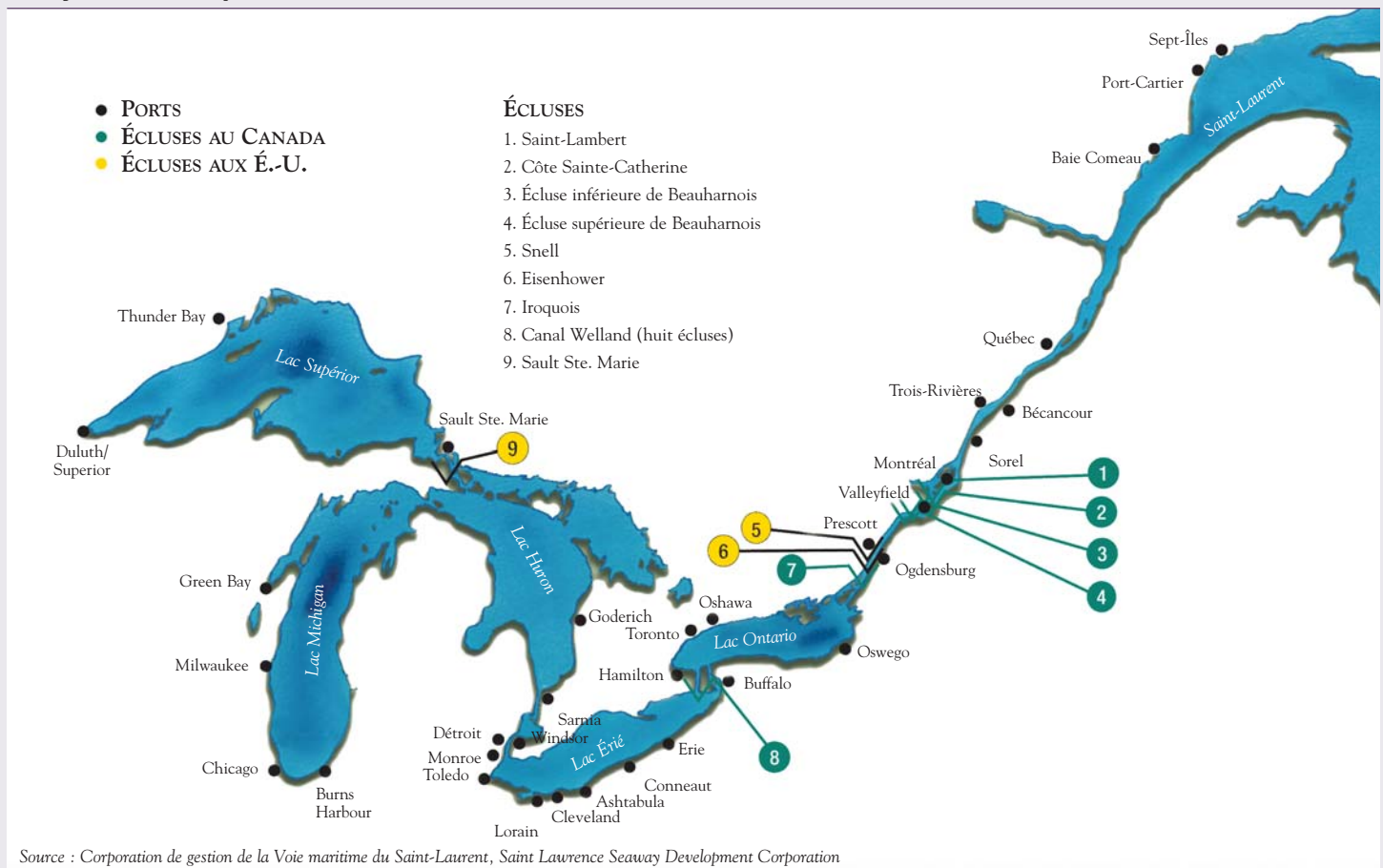
Tonnage expédié par le biais des écluses à Sault Ste. Marie depuis 1959 : 4,2 milliards de tonnes métriques.

Contribution économique directe : Chaque année, le trafic commercial des É.-U. dans le réseau GLVMSL produit plus de 4,3 milliards \$ en revenus personnels, 3,4 milliards \$ en revenus liés au transport, et 1,3 milliard \$ en taxes fédérales, d'état et locales.

- services portuaires (mouillage, chargement, déchargement, etc.);
- services de navigation maritime, de pilotage et de déglçage;
- sociétés de transport maritime, et fournisseurs de services d'expédition et de logistique;
- divers services rattachés à l'entretien et au soutien des écluses.

FIGURE 2.2

Principales caractéristiques du réseau GLVMSL



Finalement, les ports du réseau GLVMSL servent de noyaux dans un vaste réseau de transport multimodal qui englobe également plus de 40 autoroutes et 30 voies ferroviaires. En conséquence, le réseau GLVMSL est profondément enchâssé dans l'infrastructure de transport de l'ensemble de région.

Le réseau GLVMSL comporte quatre sections distinctes : les Grands Lacs, le canal Welland, la section Montréal-lac Ontario, et le chenal maritime du Saint-Laurent. Les pages suivantes décrivent chacune de ces sections.

FIGURE 2.3

Principales autoroutes et voies ferroviaires dans la région GLVMSL

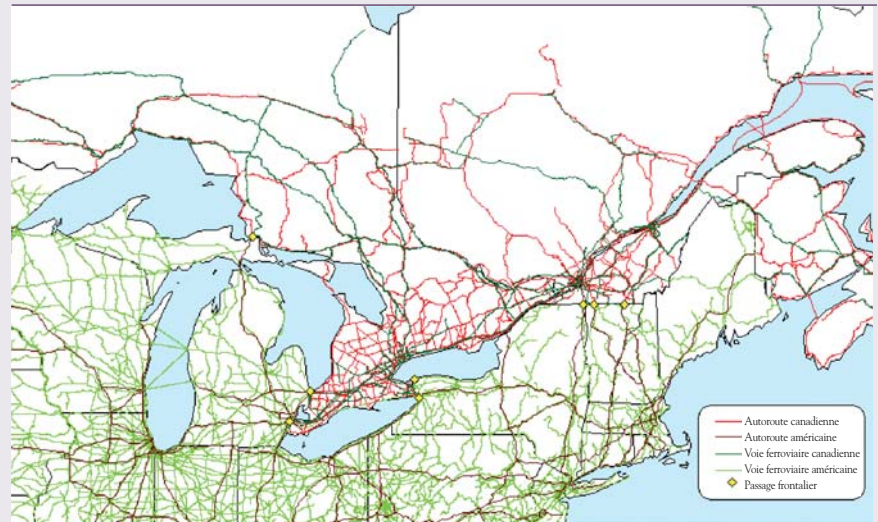
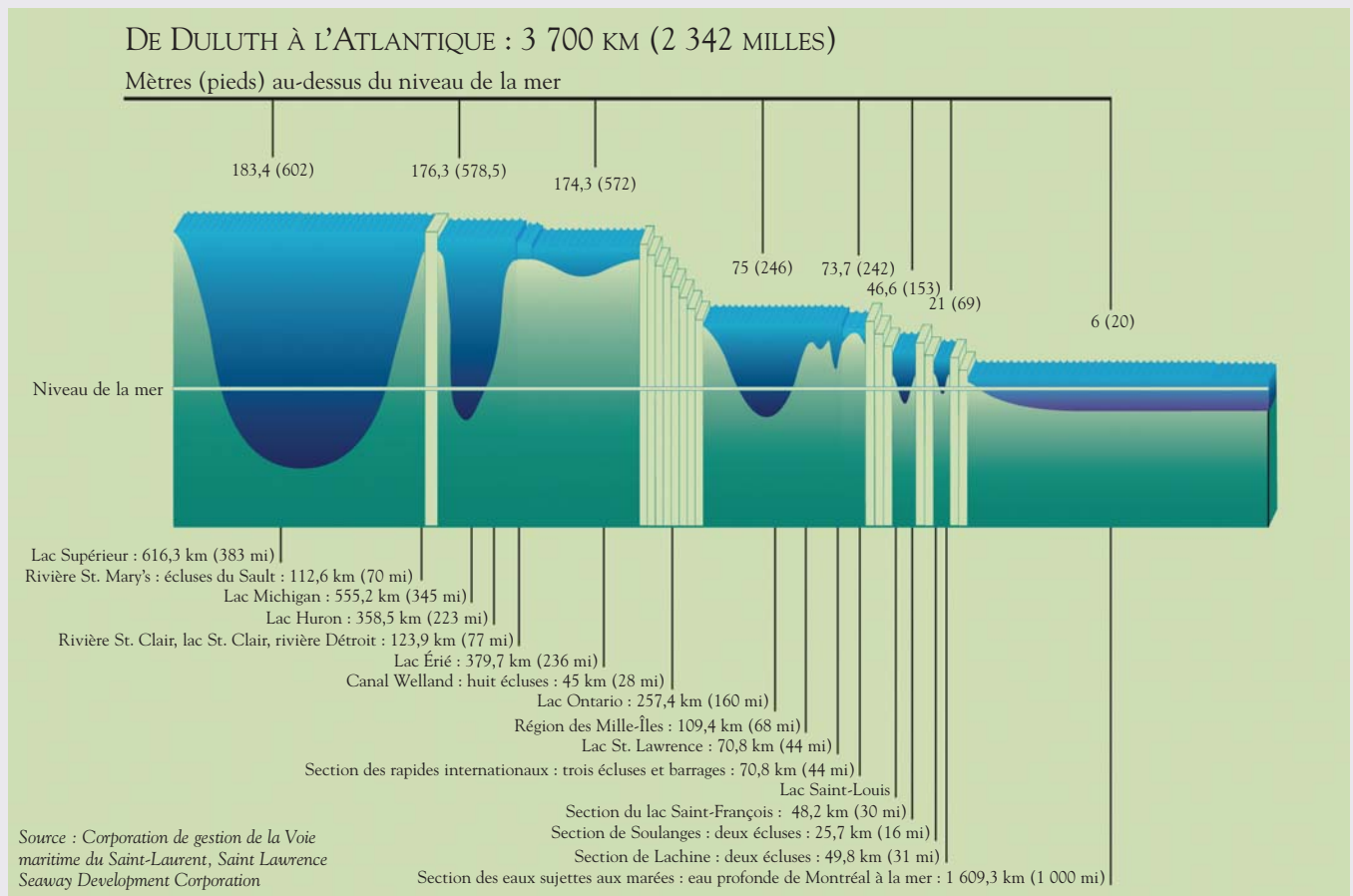


FIGURE 2.4

Profil étagé du réseau GLVMSL du lac Supérieur à l'océan Atlantique



LES GRANDS LACS

Il s'agit du réseau de navigation reliant les lacs Supérieur, Michigan, Huron et Érié, qui englobe les voies interlacustres de la rivière St. Mary's, des détroits de Mackinac et du réseau des rivières Détroit-St. Clair.

Il y a cinq écluses à Sault Ste. Marie, mais la petite écluse du côté canadien ne sert qu'aux embarcations de plaisance. Du côté américain, les écluses (dites du Sault) consistent en quatre écluses parallèles (Poe, MacArthur, Sabin et Davis), toutes administrées par la Great Lakes and Ohio River Division du United States Army Corps of Engineers (USACE). Actuellement, seules les deux plus grandes écluses, la MacArthur et la Poe, desservent la navigation commerciale. Le sas de l'écluse MacArthur peut accommoder des bâtiments ayant les dimensions maximales permises dans les écluses de la Voie maritime, soit 225,5 m (740 pi) de longueur, et 23,8 m (78 pi) de largeur. L'écluse Poe peut accueillir des bâtiments de jusqu'à 308,9 m (1 014 pi) de longueur et 32 m (105 pi) de largeur. Le tirant d'eau nominal disponible pour la navigation commerciale est de 7,77 m (25,5 pi), mais il varie avec les fluctuations des niveaux d'eau des lacs.



Photo satellitaire
des Grands Lacs
Source : SeaWiFS Project
NASA/GSFC et GeoEye

QUELQUES FAITS

Des écluses de compensation contrôlées par la Commission mixte internationale servent à régulariser le niveau de l'eau du lac Supérieur. Les rapides immédiatement en aval de ces écluses accueillent d'importantes frayères.

On trouve des canaux d'énergie et des centrales sur les rives canadiennes et américaines des rivières, notamment la centrale Edison dont le canal d'énergie traverse Sault Ste. Marie (Michigan).

Les laquiers qui utilisent la voie navigable transportent trois principaux produits : du minerai de fer et du charbon pour la production d'acier intérieure, du charbon pour la production d'électricité, et du calcaire pour la production de ciment.

Comme les navires des lacs Supérieur et Huron sont exploités exclusivement en eau douce, ils subissent moins de corrosion et ont une durée utile qui peut s'étendre jusqu'à 50 ans, comparativement à 25 ans pour des navires océaniques.

TABLEAU 2.1

Caractéristiques des lacs

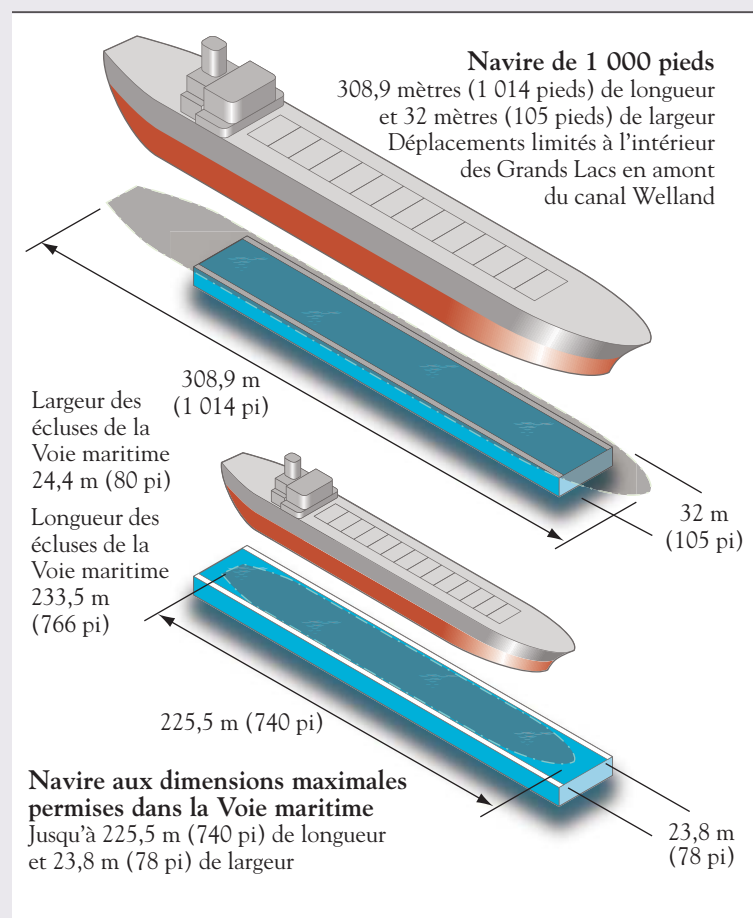
	<i>Supérieur</i>	<i>Michigan</i>	<i>Huron</i>	<i>Érié</i>	<i>Ontario</i>
Élévation en mètres (pi)	182 (598)	176 (577)	176 (577)	173 (569)	74 (243)
Profondeur moyenne en mètres (pi)	147 (483)	85 (279)	59 (195)	19 (62)	86 (283)
Profondeur maximum en mètres (pi)	406 (1 332)	282 (925)	229 (750)	64 (210)	244 (802)
Superficie des eaux en km ² (mi ²)	82 100 (31 700)	57 800 (22 300)	59 600 (23 000)	25 700 (9 910)	18 960 (7 340)
Longueur du rivage en km (mi)	4 385 (2 726)	2 633 (1 638)	6 157 (3 827)	1 401 (871)	1 146 (712)
Volume en km ³ (mi ³)	2 900	1 180	850	116	393

Les « laquiers », des vraquiers conçus spécifiquement pour les Grands Lacs, dominent dans cette voie navigable. La grande majorité sont des transporteurs de vrac sec autodéchargeants. La cargaison est déchargée par des écoutilles qui alimentent un convoyeur à bande le long du fond du navire. Le convoyeur fait remonter le produit et l'achemine au quai adjacent au moyen d'une flèche orientable. Cette configuration permet aux navires de décharger leur cargaison à un débit pouvant atteindre 10 000 tonnes métriques l'heure, sans le moindre personnel ou équipement à terre. Les laquiers comprennent une flotte de 13 bâtiments américains de 1 000 pieds, les plus longs à fréquenter le réseau GLVMSL. Le transport particulier qui est de loin le plus important dans tout le réseau du GLVMSL est celui des cargaisons de minerai et charbon en vrac qu'acheminement des laquiers depuis le port de Duluth-Superior en aval pour aller aussi loin que le lac Érié.



Photo aérienne des écluses du Sault
Source : U.S. Army Corps of Engineers

FIGURE 2.5
Navires des Grands Lacs



NAVIRES DES GRANDS LACS

La plupart des navires intérieurs battant pavillon américain (les « laquiers ») sont de loin les plus imposants navires dans les Grands Lacs, certains dépassant les 300 mètres (1 000 pieds) de longueur. Leur taille exclut leur passage par le canal Welland, et ils sont exploités exclusivement dans les quatre lacs du secteur supérieur des Grands Lacs.

Les navires intérieurs battant pavillon canadien (« laquiers canadiens ») sont habituellement construits sans dépasser les dimensions maximales permises dans la Voie maritime, et peuvent donc faire escale dans les ports des cinq Grands Lacs, du fleuve Saint-Laurent, et pour certains, des ports de l'extérieur du réseau GLVMSL.

Les navires océaniques ne dépassant pas les dimensions maximales permises dans la Voie maritime (« navires océaniques des Grands Lacs ») ont une longueur approximative de 180 mètres (600 pieds) et peuvent arriver d'outre-mer pour transiter par la Voie maritime du Saint-Laurent, le canal Welland, et les cinq Grands Lacs.

LE CANAL WELLAND

Le canal Welland est l'une des deux composantes de la Voie maritime du Saint-Laurent, qui relie le lac Érié et le lac Ontario au fleuve Saint-Laurent et à l'océan Atlantique.

Le canal permet la navigation entre les lacs Érié et Ontario, permettant de pallier à la baisse de dénivellation de 99 m (326 pi) de la rivière Niagara aux chutes Niagara. Le canal Welland comporte huit écluses canadiennes sur une longueur de plus de 42 km (26 milles). Ces écluses permettent de compenser plus de la moitié de la différence d'élévation entre le lac Supérieur et le niveau de la mer. Port Colborne sur le lac Érié représente la limite en amont du canal Welland, qui

se termine en aval à Port Weller sur le lac Ontario. Les écluses peuvent accommoder des bâtiments ayant les dimensions maximales permises dans les écluses de la Voie maritime, soit 225,5 m (740 pi) de longueur, et 23,8 m (78 pi) de largeur. Le tirant d'eau nominal disponible du canal est de 8,08 m (26,6 pi).

QUELQUES FAITS

C'est depuis 1829 qu'il existe des canaux de navigation traversant Welland pour contourner les chutes Niagara, dont le réseau actuel constitue la quatrième incarnation.

Le canal Welland a été inauguré en 1932, et a subi des modifications mineures dans les années 1950 pour l'adapter aux spécifications de la Voie maritime.

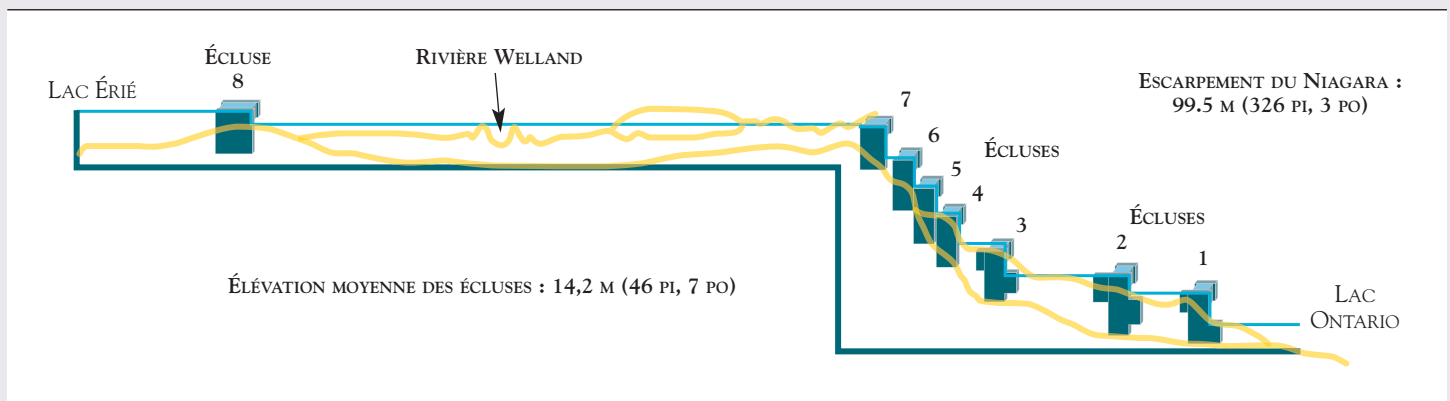
Un siphon permet à la rivière Welland de traverser le canal à la perpendiculaire en coulant sous le canal dans un grand ponceau de béton.

Une échelle d'écluses jumelées (écluses 4, 5, 6) assure le passage le plus dénivelé du canal. Une échelle d'écluses impose habituellement une période prolongée de navigation, et ces écluses sont donc jumelées pour accélérer le trafic. Cette échelle d'écluses et celles du Sault sont les seules écluses parallèles du réseau GLVMSL.

L'une des portes du canal Welland
Source : St. Lawrence Seaway Development Corporation



FIGURE 2.6
Profil du canal Welland



Les sept écluses-ascenseurs se trouvent dans la section nord de 11,6 km (7,2 mi) du canal, entre le lac Ontario et le sommet de l'escarpement du Niagara, Un chenal aménagé de 27,8 km (17,3 mi) franchit une section à niveau jusqu'à l'écluse de régulation à faible dénivellation du lac Érié. Des môles s'avancent vers les lacs sur une distance supplémentaire de 4,0 km (2,5 mi).

Le canal Welland permet de franchir plus de la moitié de la dénivellation entre les eaux sujettes aux marées et la tête des Grands Lacs.



Vue aérienne du canal Welland
Source : Thies Bogner, photographe



Vue rapprochée des écluses 4, 5 et 6 à Thorod (quatrième canal Welland)
Source : Thies Bogner, photographe

LA SECTION MONTRÉAL-LAC ONTARIO

La section Montréal-lac Ontario (MLO) franchit quelque 300 km (186 milles) le long du fleuve Saint-Laurent, du lac Ontario jusqu'au port de Montréal. Les eaux du lac Ontario descendent sur une dénivellation d'un total de 74 m (243 m) avant d'atteindre le niveau de la mer dans le golfe du Saint-Laurent.

La section MLO compte sept écluses, soit Iroquois, écluses supérieure et inférieure de Beauharnois, Côte Sainte-Catherine et Saint-Lambert, du côté canadien de la voie navigable, et écluses Dwight D. Eisenhower et Bertrand H. Snell du côté américain.

Cette section de la voie navigable achemine tant les importations et exportations d'outre-mer que les biens en vrac (minerai, charbon, minéraux, etc.) se déplaçant à l'intérieur du réseau.

La taille des navires est limitée par la géométrie des écluses, qui peuvent accueillir des navires d'une longueur maximale de 225,5 m (740 pi) et d'une largeur de 23,8 m (78 pi). Le tirant d'eau nominal pouvant être accommodé, 8,08 m (26,6 pi), est le même que celui du canal Welland.

QUELQUES FAITS

L'écluse canadienne Iroquois se trouve entre les niveaux du lac Ontario en amont et du lac St. Lawrence en aval. La petite différence de hauteur à cette écluse permet d'y employer des vannes à secteur plutôt que les massives portes busquées employées ailleurs dans le réseau.

Le canal de Beauharnois (long de 21 km ou 13 mi) se situe en amont de Montréal. C'est là que se trouvent les écluses supérieure et inférieure de Beauharnois, à côté du barrage et de la centrale hydroélectrique de Beauharnois. Le lac Saint-Louis et la ville de Montréal se trouvent en aval de Beauharnois.

Le chenal maritime contourne les rapides de Lachine par un canal de 22,5 km (14 mi) sur la rive sud canadienne. Ce canal comporte deux écluses, l'écluse de Côte Sainte-Catherine en amont, et l'écluse de Saint-Lambert en aval.

Les deux écluses américaines se situent entre Montréal et le lac Ontario. Elle accommodent la différence de hauteur contrôlée par le barrage et la centrale Moses-Saunders.

L'écluse américaine Eisenhower en amont est reliée à l'écluse Snell en aval par le chenal maritime Wiley-Dondero.

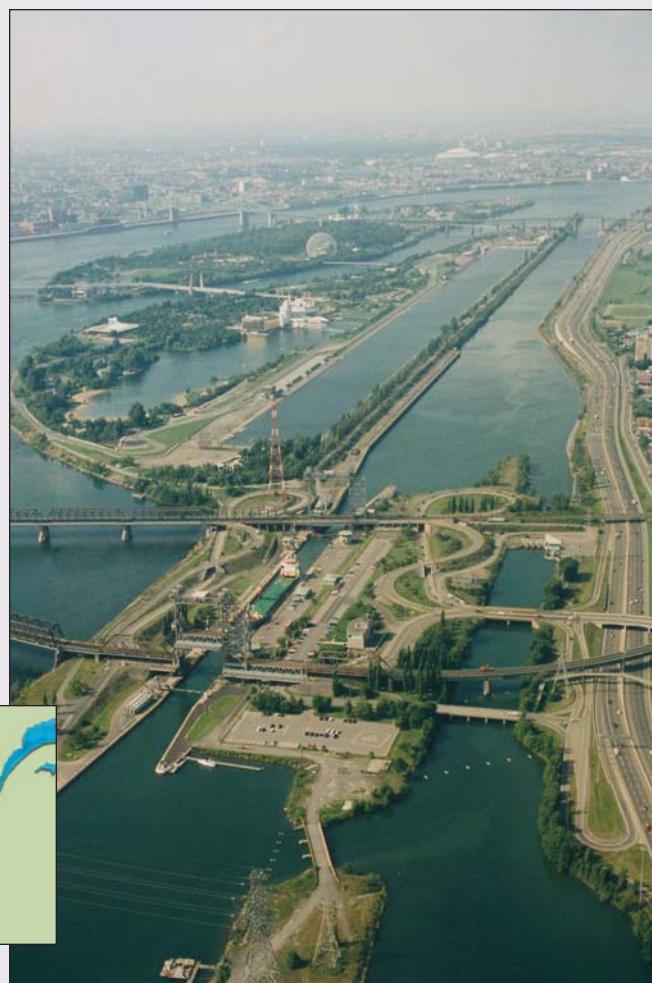
À l'écluse Eisenhower, l'accès à la centrale Moses-Saunders passe par un tunnel qui traverse le seuil d'écluse.



Vue aérienne de l'écluse Eisenhower
Source : Saint Lawrence Seaway Development Corporation

La section MLO a permis aux expéditions internationales d'atteindre le cœur du continent nord-américain, et des navires de partout dans le monde acheminent aux ports du Saint-Laurent et des Grands Lacs de grandes quantités de produits finis, de produits façonnés de fer et d'acier et de cargaisons générales importées par le Canada et les États-Unis. Au retour, les navires transportent une multitude de cargaisons des centres industriels de l'intérieur des terres.

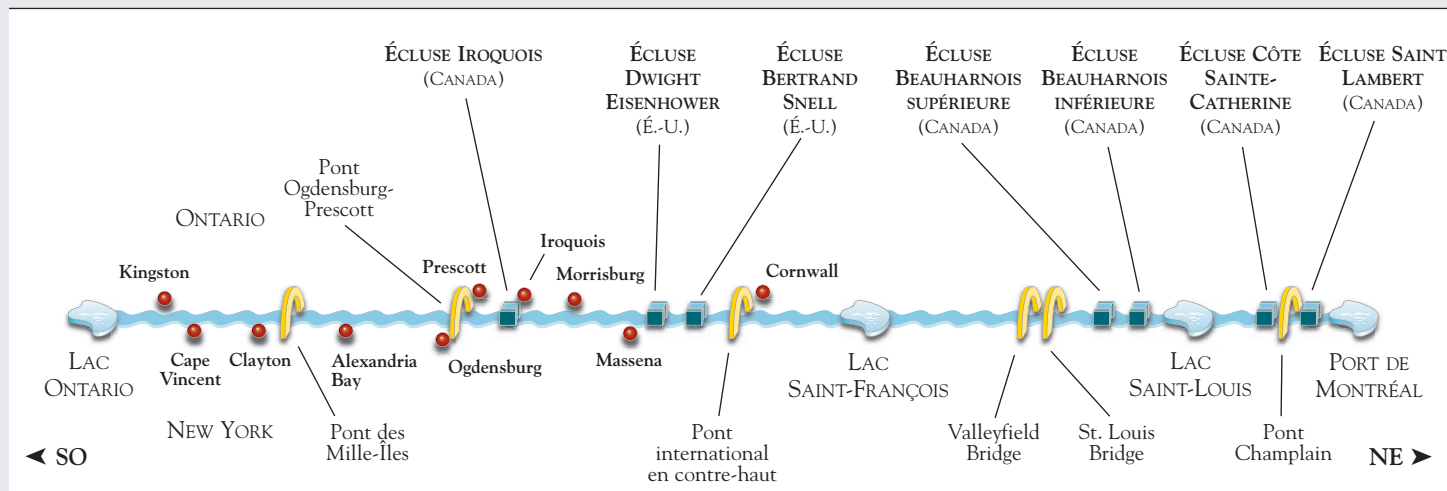
La saison de navigation sur la voie navigable va généralement de la fin mars à la fin décembre. Depuis l'inauguration de la Voie maritime en 1959, l'implantation de nouvelles technologies pour empêcher la formation de glaces dans les écluses et les canaux ont permis d'ajouter plus de 25 jours à la saison de navigation. Entre l'inauguration de 1959 et 2006, la Voie maritime a vu transiter plus de 2,3 milliards de tonnes métriques de cargaison. L'exploitation rationalisée de navires qui peuvent transporter un produit de base vers l'amont (comme le minerai de fer) et un produit différent de retour vers l'aval (comme du grain) fait de la Voie maritime un mode de transport concurrentiel pour une grande variété de produits de vrac et de cargaisons liées à un projet.



Vue aérienne de l'écluse Saint-Lambert
Source : Corporation de gestion de la Voie maritime du Saint-Laurent

FIGURE 2.7

Profil des écluses de la section MLO



LE CHENAL MARITIME DU SAINT-LAURENT

Le chenal maritime du Saint-Laurent est le chenal de navigation entretenu en aval de la dernière écluse du réseau GLVMSL. Il va du port de Montréal jusqu'au golfe du Saint-Laurent dans l'océan Atlantique. Il ne comporte pas d'écluses, et est ouvert à la navigation à longueur d'année.

Auparavant, les navires océaniques ne pouvaient pas aller plus loin que la ville de Québec avant de devoir transborder leurs cargaisons à bord de navires à moindre tirant d'eau pour leur trajet vers l'intérieur. La plupart des rapides le long du chenal sont devenus navigables avec l'arrivée de bateaux à vapeur de plus en plus puissants capables de négocier ces obstacles. L'aménagement de canaux a rendu possible la navigation dans trois sections particulièrement difficiles (Montréal-Lachine, Pointe-des-Cascades-Coteau Landing, Cornwall-Dickinson's Landing). On a travaillé systématiquement à accroître la profondeur du chenal tout au long du 19^e siècle et du début du 20^e siècle. En conséquence, Montréal a remplacé Québec comme port principal sur le fleuve Saint-Laurent.

QUELQUES FAITS

Le chenal maritime du Saint-Laurent ne comporte pas d'écluse et est ouvert à la navigation à longueur d'année. Pendant les mois d'hiver, des opérations de déglacage permettent aux navires de naviguer depuis l'Atlantique jusqu'à Montréal.

La majeure partie des flux du trafic commercial englobe des navires de taille supérieure au maximum que peut accommoder la Voie maritime, comme des porte-conteneurs océaniques ou de grands vraquiers.

Il est nécessaire de draguer divers points du chenal et les ports afin d'assurer la sécurité constante de la navigation.

Ce chenal naturel représente l'un des écosystèmes les plus importants au Canada. Les déplacements des navires passent par différentes composantes d'écosystème (rivières, lacs, estuaire) de fragilité variable.

L'eau salée se rend jusqu'à la bordure est de l'Île d'Orléans, et cette section fluviale est sujette à des marées.

Navire traversant le lac Saint-Pierre (Québec)
Source : Environnement Canada



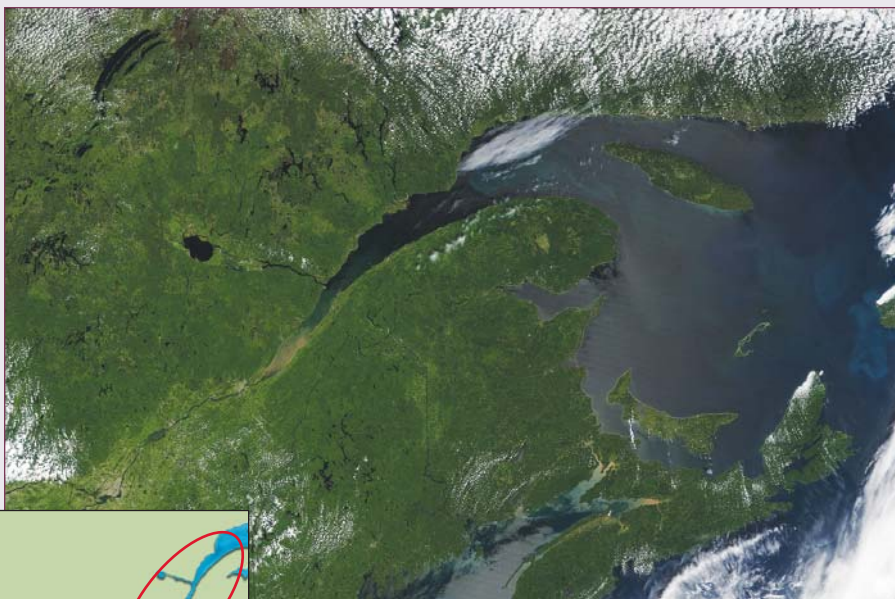
Navire arrivant au port de Montréal (Québec)
Source : Environnement Canada



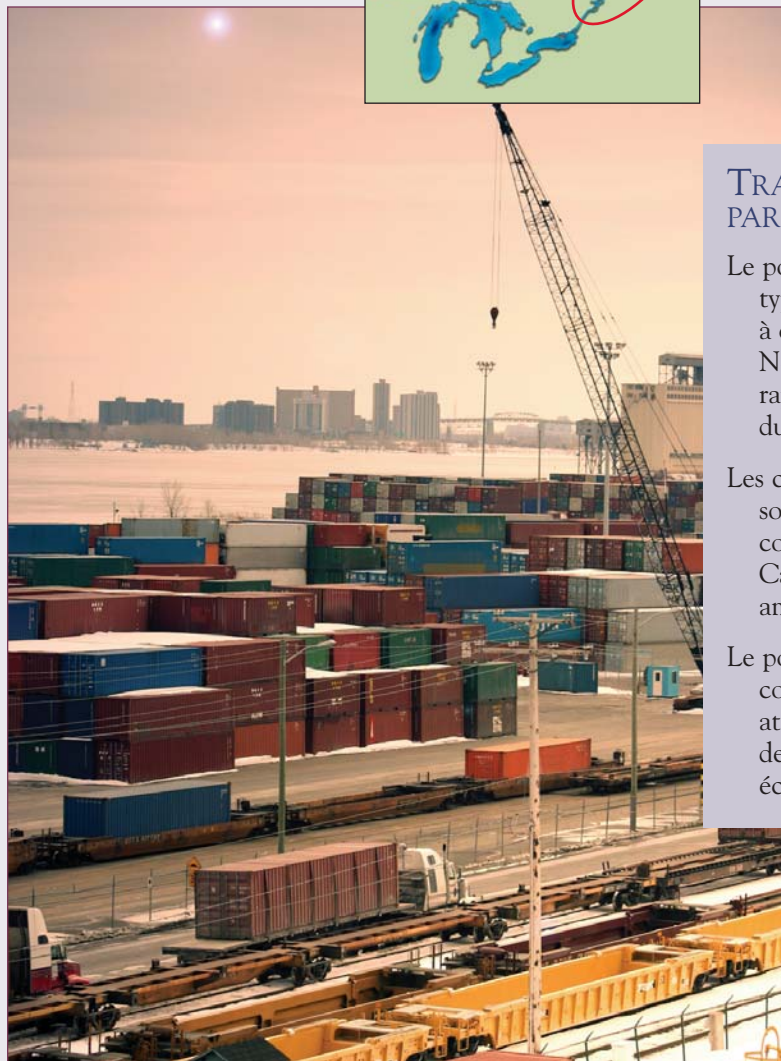
Navire dans les glaces
Source : Port de Montréal



Maintenant, le chenal maritime du Saint-Laurent dessert un trafic maritime composé à la fois de trafic interne du réseau GLVMSL et de trafic de navires océaniques de taille supérieure au maximum que peut accommoder la Voie maritime. Cette deuxième catégorie englobe le trafic de porte-conteneurs qui fréquente le port de Montréal, ainsi que le trafic de grands vraquiers (en particulier des pétroliers) desservant le port de Québec. Le tirant d'eau nominal de la voie navigable entre Québec et Montréal est de 10,7 m (35,1 pi), mais la profondeur du chenal de navigation est maintenue à 11,3 m (37,1 pi) pour assurer un dégagement adéquat aux navires.



Vue satellitaire du golfe du Saint-Laurent
Source : NASA, Visible Earth



TRAFIC DE PORTE-CONTENEURS PAR LE PORT DE MONTRÉAL

Le port de Montréal accueille des cargaisons de tous types à longueur d'année, il est un leader des ports à conteneurs desservant le marché de l'Atlantique Nord, ainsi que le port international le plus rapproché du cœur industriel de l'Amérique du Nord.

Les cargaisons conteneurisées transitant par le port sont constituées d'une grande variété de produits correspondant à la combinaison des industries du Canada central et du Midwest et du Nord-Ouest américains.

Le port voit habituellement transiter des porte-conteneurs océaniques d'une capacité pouvant atteindre les 4 500 équivalents vingt pieds (EVP), des navires trop imposants pour franchir les écluses de la Voie maritime.

Cargaison conteneurisée, port de Montréal (Québec)
Source : Transports Canada

EXPLOITATION ET MAINTIEN DU RÉSEAU

La responsabilité de la gestion et de l'exploitation de l'infrastructure du réseau GLVMSL relève de plusieurs organismes gouvernementaux et entreprises privées.

Le gouvernement du Canada est propriétaire de toutes les immobilisations de la partie canadienne de la Voie maritime. La Corporation de gestion de la Voie maritime du Saint-Laurent (CGVMSL), une société sans but lucratif établie par des utilisateurs de la Voie maritime et autres parties intéressées, exerce par contrat les responsabilités touchant l'exploitation et l'entretien de la partie canadienne de la Voie maritime, y compris ses 13 écluses. Afin de produire les recettes nécessaires à l'exploitation et à l'entretien de la Voie maritime, la CGVMSL est habilitée à imposer des péages et autres frais. L'entente prévoit également que la CGVMSL peut recouvrer des fonds supplémentaires auprès du gouvernement du Canada afin d'éponger des déficits d'exploitation, le cas échéant.

Les deux écluses américaines dans la Voie maritime sont exploitées et entretenues par la Saint Lawrence Seaway Development Corporation (SLSDC), une société d'État détenue en propriété exclusive par le U.S. Department of Transportation. Le financement de la SLSDC provient d'affectations du Harbor Maintenance Trust Fund, dépositaire des recettes nationales de droits d'entretien portuaire.

Les écluses du Sault du secteur supérieur des Grands Lacs sont gérées et exploitées par le U.S. Army Corps of Engineers (USACE). Sa division Great Lakes and Ohio River a son siège à Cincinnati et compte sept districts, dont trois (Détroit, Buffalo et Chicago) couvrent la partie du territoire américain se trouvant dans le bassin des Grands Lacs. En plus de gérer les écluses du Sault, l'USACE exerce également des responsabilités relatives à des projets de ressources hydriques touchant la navigation, le contrôle des inondations, l'érosion des rives et des berges, la protection et la remise en état des écosystèmes, et l'entretien des ports et des havres.



Vue aérienne du barrage et de la centrale de Beauharnois, à côté de l'écluse inférieure de Beauharnois
Source : Corporation de gestion de la Voie maritime du Saint-Laurent

Les services de garde côtière du Canada comme des É.-U. sont actifs dans la Voie maritime et dans les Grands Lacs. Les deux gardes côtières sont responsables des bouées, des feux, des balises de chenal et des systèmes électroniques avancés de positionnement qu'utilisent les grands navires commerciaux. Elles gèrent également les activités de déglacement de la voie navigable. La U.S. Coast Guard est chargée d'assurer un ensemble d'activités de police et d'application de la loi dans toutes les eaux côtières des É.-U.

SOUTIEN AU RÉSEAU GLVMSL AUTRE QUE L'INFRASTRUCTURE

En plus des organisations directement responsables de l'exploitation et de l'entretien de l'infrastructure du réseau, plusieurs autres organisations gouvernementales ou privées fournissent une variété de services importants au réseau GLVMSL. Quelques services clés :

- régulation des niveaux d'eau par la Commission mixte internationale, créée par le Canada et les É.-U.;
- services des douanes et de l'immigration des deux gouvernements;
- inspections sanitaires par des organismes des deux pays;
- protection et dépollution de l'environnement par divers organismes gouvernementaux;
- surveillance de services de pilotage et de navigation par plusieurs administrations de pilotage;
- surveillance de l'expédition et de l'acheminement par plusieurs associations d'affaires;
- développement économique et représentation des milieux d'affaires par des organisations comme les chambres de commerce locales.

Le nombre et la diversité de ces services témoignent de l'importance et de la complexité du réseau.

Le réseau GLVMSL compte de nombreux ports, allant des très grands aux très petits. Des ports de premier plan comme ceux de Montréal ou Chicago manutentionnent des millions de tonnes métriques de trafic chaque année. Il y a également des ports de moindre taille qui traitent d'importants volumes de trafic, ainsi que des ports qui ont comme spécialité une seule denrée ou seulement quelques-unes.

La structure administrative des ports varie. Aux É.-U., l'administration des ports peut relever des autorités de l'état ou d'exploitants commerciaux indépendants. Au Canada, l'administration des ports du réseau GLVMSL peut relever d'administrations portuaires exploitées selon des critères commerciaux, d'administrations portuaires locales, de ports privés ou d'une administration gouvernementale directe. De plus, les installations des ports peuvent être publiques ou privées, et spécialisées dans certaines cargaisons ou polyvalentes pour une grande variété de cargaisons.

Les saisons affectent également l'infrastructure du réseau GLVMSL. Le déglacage, les estacades à glace et autres activités de contrôle des glaces permettent le trafic maritime à longueur d'année entre Montréal et l'océan Atlantique. Dans la Voie maritime du Saint-Laurent en aval de Montréal, le déglacage et d'autres activités de contrôle des glaces sont souvent nécessaires à divers endroits tant au début qu'à l'approche de la fin de la saison de navigation, selon l'intensité de l'hiver et des conditions des glaces en découlant. Habituellement, la Voie maritime de Montréal jusqu'au lac Érié fonctionne selon une saison de neuf mois et demi, qui se termine généralement à la fin de décembre, pour reprendre en mars. Dans le secteur supérieur des Grands Lacs, les écluses du Sault sont généralement ouvertes pendant environ dix mois de l'année. C'est au cours de la fermeture du réseau GLVMSL pour l'hiver que se déroulent les grands travaux d'entretien et de remise en état des écluses et chenaux.

La combinaison complexe d'écluses, de canaux, de chenaux de navigation et de ports qui forment le réseau GLVMSL fonctionne à un niveau de fiabilité de 98 %, c'est-à-dire que des ralentissements ou des fermetures surviennent moins de 2 % du temps. Environ les deux tiers de ces temps d'arrêt sont attribuables aux conditions météorologiques (mauvaise visibilité, glaces, vents). Les incidents relatifs à des navires provoquent le quart des temps d'arrêt, le reste étant attribuable à toutes les autres causes, dont les défaillances.

Ce degré élevé de fiabilité s'explique par les activités régulières d'entretien réalisées dans tout le réseau. L'arrêt hivernal annuel de la navigation donne aux équipes de travail l'occasion de mettre en œuvre le calendrier des travaux d'entretien des écluses. Les systèmes d'écluse ont connu des changements matériels minimes au fil du dernier demi-siècle. Ils demeurent néanmoins sujets à l'usure et à la détérioration inévitables du passage constant de navires, et tôt ou tard, des composantes s'usent et doivent être remplacées.

ÉVOLUTION

Le réseau GLVMSL a atteint sa configuration actuelle à l'inauguration de la Voie maritime du Saint-Laurent en 1959, et à la réouverture de l'écluse Poe, reconstruite en 1969.

L'aménagement du réseau reposait alors sur des principes relativement simples : le trafic dans le réseau GLVMSL devait consister en cargaisons de grain se dirigeant vers l'aval depuis des ports canadiens et américains, et de minerai de fer de la région Québec-Labrador se dirigeant vers l'amont à destination d'aciéries canadiennes et américaines. Ces axes de trafic étaient au cœur de la vision d'origine pour le réseau GLVMSL, vision qui est demeurée valide pendant deux décennies de rapide

croissance économique. Toutefois, des évolutions fondamentales de l'économie mondiale allaient éventuellement déclasser cette vision.

Le marché international a connu des transformations radicales au cours des années 1970 et 1980. Une révolution dans la productivité agricole s'est traduite par une pointe de la demande de grain de l'Union européenne, de l'Europe de l'Est et de la Russie pendant les années 1970, suivie d'un déclin. Parallèlement, la concentration des exportations de grain se déplaçait vers les marchés asiatiques. Le commerce du grain a également été compromis par des conflits internationaux croissants sur les subventions agricoles. En conséquence, la demande de grain est tombée bien en-deça des niveaux prévus à l'origine, et le transport de grain dans le réseau GLVMSL a décliné appréciablement.

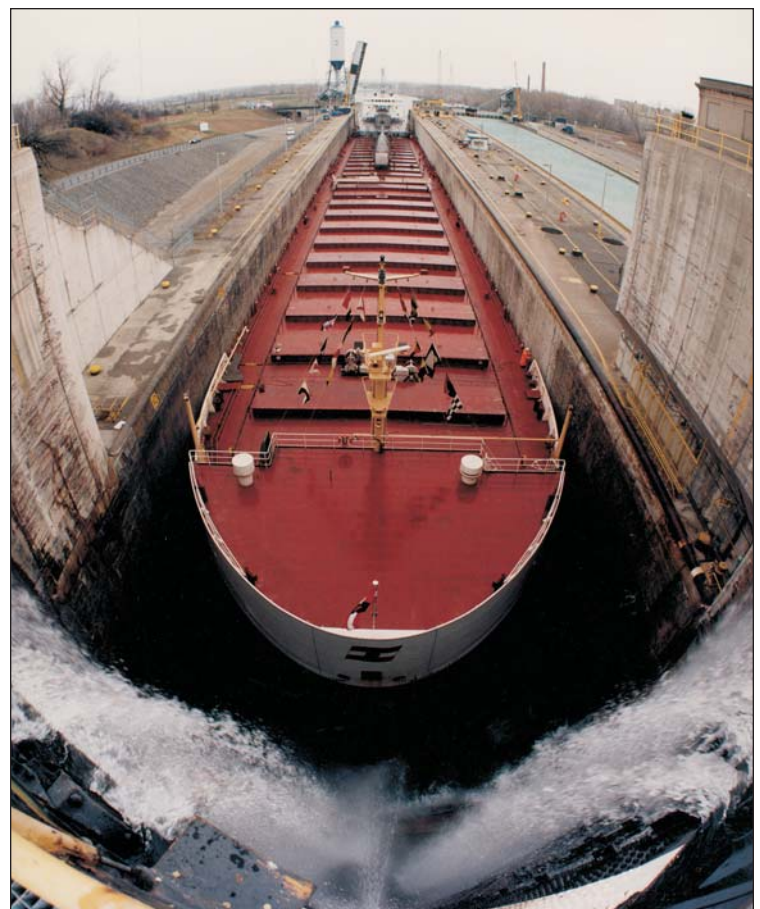
Ce déclin des exportations de grain a contribué au déclin observé dans les expéditions vers l'amont du minerai de fer du Québec-Labrador, car ces dernières s'inscrivaient en complément de trafic de retour pour les cargaisons de grain allant dans l'autre direction. D'autres facteurs affectaient également le marché du minerai de fer. Les économies régionales et de l'Amérique du Nord ont commencé à moins compter sur les industries primaires, pour se concentrer plus sur d'autres formes de fabrication et le secteur des services. Cette évolution signifiait une baisse de la demande de matières premières comme l'acier, et donc un déclin non seulement de l'industrie de l'acier, mais aussi des expéditions de minerai et de charbon qui alimentaient cette industrie. Ce changement a été exacerbé par l'effet combiné de la récession et de la restructuration, cette dernière étant stimulée par la libéralisation des échanges commerciaux, qui a exposé des industries régionales à la concurrence internationale.

L'arrivée de la mondialisation a signalé des mouvements radicaux de la demande, des marchés et de la production. L'Extrême-Orient s'est imposé comme un géant manufacturier, déplaçant le centre de gravité de l'économie mondiale de l'Atlantique au Pacifique. Parallèlement, la concurrence a mené à la construction de navires océaniques de plus grande taille, tout simplement trop gros pour passer dans les écluses du réseau GLVMSL. Finalement, les navires de charge transportant des marchandises diverses ont été remplacés par des porte-conteneurs qui suivent un calendrier très précis avec un nombre limité d'escales, une autre transformation du contexte concurrentiel dans lequel fonctionnait le réseau GLVMSL.

L'industrie du transport intérieur nord-américain a vécu un autre ensemble de changements fondamentaux. La construction du réseau GLVMSL s'effectuait en parallèle de l'implantation d'un réseau continental d'autoroutes à plusieurs voies, qui a fait du camionnage l'élément

central du transport commercial et incité d'autres modes de transport à s'y relier. De plus en plus, on avait recours au camion lorsque les délais étaient courts et que la souplesse était essentielle. À mesure que les relations se sont développées entre les économies canadienne et américaine à la suite du Pacte de l'automobile, puis de l'Accord de libre-échange, des entreprises des deux côtés de la frontière ont fait appel au camionnage pour livrer des intrants clés « juste-à-temps » à des filiales ou des partenaires. Le réseau GLVMSL n'était pas tellement partie à cet échange intense et transfrontalier de produits manufacturiers finis et semi-finis à l'intérieur des entreprises et des industries, mais il a cependant été affecté indirectement par la congestion croissante de la circulation sur les autoroutes qui accueillent ce trafic. Les autoroutes congestionnées affectent les activités des ports du réseau GLVMSL qu'elles desservent, mais elles font aussi du réseau GLVMSL relativement peu congestionné une alternative attrayante pour certains types de trafic.

Finalement, il faut se rappeler que dans les années 1960, les enjeux environnementaux n'avaient pas l'importance qu'ils ont acquise depuis, et l'on savait très peu de choses sur les éventuelles incidences environnementales du réseau



Navire soulevé dans une écluse
Source : Corporation de gestion de la Voie maritime du Saint-Laurent



Deux laquiers se croisant dans la rivière St. Clair (Michigan)
 Source : U.S. Army Corps of Engineers

GLVMSL. Les modifications matérielles à la voie navigable ont été apportées pour la plupart il y a de 50 à 75 ans, et les écosystèmes aquatiques et à proximité du rivage se sont en grande partie adaptés à ces nouvelles conditions. Certains effets, par exemple la régulation du niveau de l'eau, le sillage des navires, la pollution, les risques de déversement et les espèces exotiques envahissantes posent toujours des problèmes environnementaux. Ces enjeux font l'objet d'études poussées suivies de la part d'équipes scientifiques et environnementales tant canadiennes qu'américaines. Les conclusions de ces études servent à élaborer de nouvelles stratégies de gestion des défis environnementaux que pose la navigation commerciale.

Le réseau GLVMSL a connu de nombreux défis et changements. Comme le trafic de denrées en vrac a dominé, son évolution a suivi les caractéristiques et tendances économiques et géographiques du commerce du fer, du charbon et du grain. Par conséquent, la fréquentation de la partie Voie maritime du réseau a augmenté régulièrement de son inauguration en 1959 jusqu'en 1979, après quoi le trafic a commencé à décliner. Le réseau GLVMSL demeure toutefois crucial pour plusieurs industries d'importance stratégique dans la région. Ainsi, il présente une importance critique pour l'industrie de l'acier de la région qui, à son tour, est un important moteur économique non seulement au plan régional dans le bassin des Grands Lacs, mais aussi pour l'ensemble de l'Amérique du Nord. De plus, le réseau GLVMSL possède la capacité d'accueillir le double du trafic actuel, un atout éventuel important pour l'avenir, compte tenu de la congestion croissante des routes et voies ferrées de la région.

DÉFIS

L'évolution du dernier demi-siècle pose au réseau GLVMSL quatre défis à la fois distincts et reliés, qui constituent le fondement de la présente étude.

Le premier défi consiste à établir quel devrait être le rôle du réseau GLVMSL à l'intérieur du réseau de transport américain fortement intégré. Trouver la réponse exige d'analyser les marchés et les produits afin d'établir quels sont les biens pour lesquels les services de transport du réseau GLVMSL seraient les plus avantageux (voir chapitre 3). Il s'agit d'examiner les autres modes de transport pour cerner les aspects dans lesquels le réseau GLVMSL détient un avantage concurrentiel. Il faut également examiner le réseau de transport continental pour définir la meilleure façon dont le réseau GLVMSL peut exploiter les liens et débouchés multimodaux (voir chapitre 6).

Lorsqu'il s'agit de transporter des biens d'un point à un autre, le transport maritime ne peut habituellement pas couvrir tout le trajet depuis la source jusqu'au consommateur final. Il lui faut donc se relier aux réseaux ferroviaire et routier. La disponibilité, l'efficacité et le coût de tels liens intermodaux sont les déterminants de la décision d'expéditeurs de faire appel au transport maritime. La congestion croissante du trafic routier et ferroviaire dans le bassin des Grands Lacs crée la possibilité de détourner une partie de ce trafic vers le secteur maritime, mais cette possibilité est également limitée par la disponibilité et l'efficacité des liens multimodaux.

L'évolution démographique des 50 dernières années vers une urbanisation croissante pousse vers leurs limites la capacité des réseaux autoroutiers, et il est maintenant largement accepté qu'il faut réinvestir dans l'infrastructure de transport. Sans intervention, la congestion des réseaux autoroutiers et ferroviaires de l'Amérique du Nord pourrait devenir un facteur limitatif de la croissance économique. Par conséquent, le maintien du fonctionnement du réseau GLVMSL est essentiel pour éviter que la combinaison actuelle de cargaisons qu'il transporte soit transférée à des réseaux autoroutiers et ferroviaires déjà congestionnés. Qui plus est, l'excédent de capacité que présente le réseau GLVMSL pourrait soulager considérablement le fardeau de ces autres réseaux de transport.

Le deuxième défi qu'affronte le réseau GLVMSL consiste à se mettre au pas de l'évolution de l'industrie du transport et des technologies sources de changement afin de garantir un avenir dynamique pour l'industrie.

QUATRE DÉFIS FONDAMENTAUX

Quel devrait être le rôle du réseau GLVMSL à l'intérieur du réseau de transport américain fortement intégré?

Quelles sont les solutions de transport disponibles pour garantir un avenir dynamique à la voie navigable?

Quelles mesures faut-il prendre pour optimiser les nombreuses différentes composantes de l'infrastructure du réseau?

Comment le réseau GLVMSL devrait-il rendre ses opérations durables d'une manière qui répond aux préoccupations d'intégrité environnementale?

Ces dernières années, les exploitants ferroviaires ont adopté d'importantes améliorations, en particulier dans leurs services de conteneurs. Ainsi, on a significativement rehaussé le service transdirect depuis Montréal et Halifax, et de nouveaux transporteurs par conteneurs desservent maintenant des ports sur la côte Est américaine, y compris le port de New York-New Jersey et le port de Norfolk (Virginie). Il y a également des réfections constantes des autoroutes dans la région, bien que les améliorations routières en zone urbaine profitent peu à l'industrie du camionnage, étant rapidement assimilées par la rapide croissance du volume des migrants journaliers. Finalement, les ports maritimes côtiers des É.-U. affrontent de plus en plus des contraintes de capacité à cause du manque d'espace et d'infrastructure de transport terrestre.

Dans ce contexte de changement arrivent de nouveaux types de navires, qui pourraient relever la compétitivité du réseau GLVMSL par rapport à d'autres modes de transport. Des navires plus rapides, des porte-conteneurs et des navires autodéchargeants figurent parmi les exemples de nouvelles solutions technologiques qui pourraient restaurer la compétitivité du réseau GLVMSL. Cet enjeu fait l'objet d'un traitement détaillé au chapitre 6 du présent document.

Le troisième défi qu'affronte le réseau GLVMSL porte sur l'optimisation des nombreuses composantes différentes de l'infrastructure du réseau, pour maintenir sa viabilité opérationnelle malgré les effets inévitables de l'usure et du vieillissement. Des milliers de passages dans les écluses du réseau ont laissé leur marque. Si le réseau doit continuer de desservir les industries de la région tout en offrant une alternative à la congestion du transport terrestre, il faut alors prévoir la réfection ou le remplacement de ses composantes, de préférence avant qu'une défaillance n'interrompe le trafic. L'analyse des composantes du réseau résumée au chapitre 5 constitue le fondement de recommandations en vue d'une stratégie pour anticiper et atténuer de telles défaillances.

Le défi final consiste à rendre les opérations du réseau GLVMSL durables, d'une manière répondant aux préoccupations d'intégrité environnementale. Le chapitre 4 résume les principales préoccupations relativement à l'impact du réseau GLVMSL sur l'environnement de la région. Il ressort clairement de cette analyse que la navigation n'est que l'un des facteurs en cause. La région dans laquelle se trouve le réseau GLVMSL accueille les trois-cinquièmes de la population canadienne et le cinquième de la population américaine. On compte cinq grands centres urbains dans le bassin des Grands Lacs et le fleuve Saint-Laurent. Les activités diversifiées typiques de ces agglomérations urbaines ont un effet marqué sur la qualité de l'air, de l'eau et du sol. À titre de cœur industriel de l'Amérique du Nord, la région affecte inévitablement une variété de caractéristiques environnementales. Même les activités récréatives entourant les Grands Lacs causent leur propre groupe d'incidences. Les stress environnementaux supplémentaires imposés par la navigation commerciale contribuent à l'impact environnemental cumulatif de l'activité humaine dans le bassin des Grands Lacs et le fleuve Saint-Laurent, mais ils ne représentent qu'un facteur parmi d'autres.

La région GLVMSL conserve son rôle de grand noyau manufacturier en continuant de maintenir et d'améliorer l'infrastructure de transport et les niveaux de service pour se concentrer sur la capacité de réaction, la ponctualité et la fiabilité. Elle s'inscrit dans un important réseau de transport multimodal international. Les biens et produits de nombreuses industries en pleine maturité passent du navire, au train et au camion, et du train et du camion au navire, dans un ballet commercial bien chorégraphié. Pour toutes les industries dans la région, le trafic qui continue de passer par le réseau GLVMSL démontre que ce dernier demeure un atout économique de premier ordre, qu'il faut entretenir et renouveler.

CHAPITRE 3

Importance économique du réseau GLVMSL

Le réseau des Grands Lacs et de la Voie maritime du Saint-Laurent continue de jouer un rôle décisif dans la vie économique de l'Amérique du Nord. La nature et l'envergure du trafic qui le fréquente demeurent imposantes. De plus, une grande part de ce trafic dessert des industries ayant des besoins spécialisés, ce qui les rend très dépendantes de la disponibilité d'un transport économique par voie d'eau. Ces industries sont intégrées à des chaînes de valeur qui s'étendent dans presque tous les secteurs de l'économie nord-américaine, conférant au trafic du réseau une importance stratégique allant au-delà de ses dimensions déjà considérables en soi. Qui plus est, ces volumes transportés connaîtront une croissance modérée au cours des prochaines décennies, renforçant la valeur du réseau pour l'économie nord-américaine.

Le destin ultime du réseau des Grands Lacs et de la Voie maritime du Saint-Laurent (GLVMSL) repose sur le rôle économique que joue le réseau, maintenant et pour l'avenir. L'envergure, l'importance, la fréquence et la nature du trafic dans le réseau définiront le type de stratégie d'entretien le mieux adapté aux besoins du réseau GLVMSL.

Partant de ce principe, l'Équipe chargée des aspects économiques de l'étude GLVMSL a examiné l'envergure et la nature du trafic qui passe par le réseau depuis le milieu du 20^e siècle, en étudiant l'évolution de la combinaison et de la direction des cargaisons. Il a ensuite appliqué divers modèles pour cerner le genre de trafic que l'on peut attendre dans le réseau GLVMSL au cours du prochain demi-siècle. Dans l'élaboration de ces modèles, l'Équipe s'est penchée à la fois sur la dynamique interne du réseau et sur les tendances externes prévisibles susceptibles d'influencer le trafic. L'objectif ultime de ce volet de l'étude consistait à définir l'importance économique du réseau GLVMSL, comme élément contribuant à la définition de l'infrastructure qui sera nécessaire pour soutenir cette activité économique.

ÉVALUATION DE L'IMPORTANCE

Pour évaluer l'importance économique du réseau GLVMSL, l'Équipe a examiné l'envergure et l'échelle du trafic qui fréquente actuellement le réseau. Du côté canadien, la moitié des 20 plus grands ports du Canada font partie du réseau GLVMSL. En moyenne, ces ports manutentionnent environ 55 millions de tonnes métriques (Mtm) de marchandises transportées par voie maritime, soit 40 % du volume total de ce trafic intérieur au Canada, et près de 60 Mtm, ou 50 % du volume total des échanges transfrontaliers avec les États-Unis (É.-U.). Pour ce qui est du trafic maritime intérieur des marchandises aux É.-U., plus de 100 Mtm se déplacent entre les ports à l'intérieur du réseau, ce qui représente environ 10 % de tout le trafic intérieur par voie maritime aux É.-U.

Toutefois, la véritable importance du réseau GLVMSL s'exprime dans la nature de ce trafic. La prospérité de nombreux secteurs dépend du réseau, notamment le fer et l'acier, la fabrication de ciment, la production énergétique, et les exportations agricoles. Toutes ces industries comptent sur la disponibilité d'un transport par eau fiable et peu coûteux. À titre d'exemple, l'industrie nord-américaine de l'acier est regroupée dans le périmètre des Grands Lacs, tout comme l'industrie automobile qui en dépend. De même, des centrales électriques au charbon ont été aménagées le long des rives des Grands Lacs, qui fournissent un moyen très économique d'alimenter ces centrales avec le combustible nécessaire.

Dans ces secteurs et bien d'autres, le réseau GLVMSL remplit une fonction cruciale de couloir de transport, approvisionnant l'industrie en intrants de matières brutes, ou lui offrant un moyen économique et commode d'exporter ses extrants. À cet égard, le réseau GLVMSL constitue la pierre angulaire d'une activité économique qui exerce des effets multiplicateurs dans toute l'Amérique du Nord.

Le trafic qui fréquente la voie navigable peut être décrit de multiples façons. Le niveau le plus fondamental consiste à examiner les types de cargaison qui passent par le réseau. Toutefois, il peut aussi être très éclairant d'étudier les segments individuels du réseau, ou les origines et les destinations du trafic. La présente étude s'est penchée successivement sur chacun de ces points de vue.

FIGURE 3.1 Principaux centres industriels dans la région du réseau GLVMSL



CARGAISONS

Le commerce qui compte aujourd'hui sur le réseau GLVMSL peut être regroupé en six grandes catégories de cargaisons : grain, minerai de fer, charbon, acier, pierre et tous les autres produits de base. Une caractéristique distincte du trafic du réseau GLVMSL est le transport de cargaisons en conteneurs (principalement concentré au port de Montréal) englobant une grande variété de biens.

Grain

Le potentiel de renforcement de l'agriculture nord-américaine par des exportations internationales de grain figurait parmi les principaux motifs justifiant l'aménagement original de la Voie maritime du Saint-Laurent. Encore aujourd'hui, le grain provenant des prairies canadiennes et américaines est transporté par voie ferrée jusqu'à Thunder Bay (Ontario) et Duluth (Minnesota), pour y être transbordé sur des laquiers à destination du Bas-Saint-Laurent, en vue d'un autre transbordement, ou sur des navires océaniques pour exportation directe vers des destinations outre-mer. Une petite proportion du grain est débarquée dans divers ports du réseau GLVMSL. Ces dernières années, le grain produit en Ontario a commencé à prendre une place relativement plus importante dans le transport de grain par la Voie maritime.



Terminal de céréales, Montréal (Québec)
Source : Port de Montréal (Québec)

de grain, mais seulement 2 % du total des exportations américaines de grain, qui tendent en très grande majorité à transiter par le Mississippi vers le golfe du Mexique. Le réseau GLVMSL demeure néanmoins un facteur important de soutien de l'agriculture nord-américaine.

Déterminants du trafic du grain Le trafic du grain canadien dans le réseau GLVMSL est principalement influencé par les changements de la demande de grain dans les marchés traditionnels de l'Europe, de l'Afrique du Nord et du Moyen-Orient, de l'Amérique latine, des É.-U., d'autres pays africains et de l'ancienne Union soviétique. Deux facteurs clés dans ces marchés ont été l'affaiblissement de la demande en Europe occidentale en conséquence de la Politique agricole commune de l'Union européenne, et l'évaporation de la demande de grain étranger dans l'ancienne Union soviétique après 1993.

En plus de ces facteurs de demande, l'ampleur des transports de grain par voie maritime dépend de la disponibilité d'autres modes de transport offrant une combinaison concurrentielle de coûts et de tarifs. Ces dernières années, des changements technologiques et législatifs dans les systèmes canadiens de transport et de manutention du grain ont rendu plus rentable le transport ferroviaire de ce grain directement des prairies jusqu'aux marchés du Québec et des É.-U. Le progrès des exportations de grain via les ports de la côte du Pacifique a également affecté la proportion de grain canadien exportée par l'intermédiaire du réseau GLVMSL.

FIGURE 3.2
Commerce du grain



Le trafic historique du grain dans le réseau GLVMSL a atteint son sommet à la fin des années 1970, début des années 1980. L'évolution subséquente du marché et de la structure de l'industrie a réorienté les modes d'expédition. De 1998 à 2003, le réseau GLVMSL a transporté 12,5 Mtm par année de grain, ce qui représentait environ 10 % du total combiné des exportations de grain du Canada et des É.-U. Le réseau GLVMSL a compté pour quelque 30 % des exportations canadiennes

La plus grande partie du grain des É.-U. exporté par le réseau GLVMSL est destinée à l'Europe occidentale. En 1988, seulement 14 % des exportations de grain des É.-U. vers l'Europe passaient par le réseau GLVMSL, mais en 2004, cette proportion avait progressé à 45 %. Il s'agit toutefois d'une part accrue d'une base en déclin; le total des exportations de grain américain vers l'Europe occidentale a baissé de 12,7 Mtm en 1988 à 4,9 Mtm en 2004, pour une chute du volume absolu de grain américain transitant par le réseau GLVMSL. Le réseau joue cependant un rôle important à titre de vanne de sûreté. Pendant les années où le réseau américain de transport de grain atteignait les limites de sa capacité, le réseau GLVMSL était en mesure d'accommoder le surplus. Cette situation s'est présentée à plusieurs occasions, le plus récemment à la suite des ouragans Katrina et Rita en 2005.

Le transport de grain par le réseau GLVMSL subit l'influence de changements plus vastes dans la manutention et du transport du grain, à l'échelle continentale. L'Ouest canadien a connu l'alignement croissant de la structure réglementaire des tarifs ferroviaires sur des critères commerciaux, la fermeture de lignes d'embranchement et de silos de collecte, et la croissance des grands silos terminaux de l'intérieur. Dans l'Est, les compagnies ferroviaires sont allées chercher une partie du trafic de grain qui était auparavant transporté par des laquiers vers les meuneries de l'Ontario et du Québec. Ce transfert est survenu parce que les compagnies ferroviaires sont en mesure de fournir des quantités moindres à intervalles fréquents, évitant aux meuneries d'avoir à stocker en silo de pleines cargaisons de navire. Cette même préférence pour la commodité s'exprime également par la mise en conteneur croissante de grain destinés à l'exportation, car les meuniers et les transformateurs préfèrent recevoir des expéditions en volumes plus faciles à manutentionner.

Le transport ferroviaire direct des Prairies jusqu'à Québec représente une alternative concurrentielle au réseau GLVMSL, en particulier l'hiver lorsque ce dernier est fermé. Toutefois, compte tenu des grands volumes de grain qui passent par les silos de transbordement de l'Est, le transport maritime devrait maintenir sa dominance, en particulier du fait que les silos ne sont pas tous accessibles par voie ferrée. Du grain est également expédié par navires océaniques de Thunder Bay directement vers des destinations outre-mer, à des coûts presque identiques à ceux du transport ferroviaire des grains de Brandon (Manitoba) à Québec, puis par navire. Comme le grain se vend souvent à partir de son point de disponibilité, les options de l'expédition directe depuis Thunder Bay ou d'un silo de transbordement sur le fleuve Saint-Laurent comportent d'autres avantages qui ne peuvent se réduire à une simple analyse des coûts de transport et de manutention.

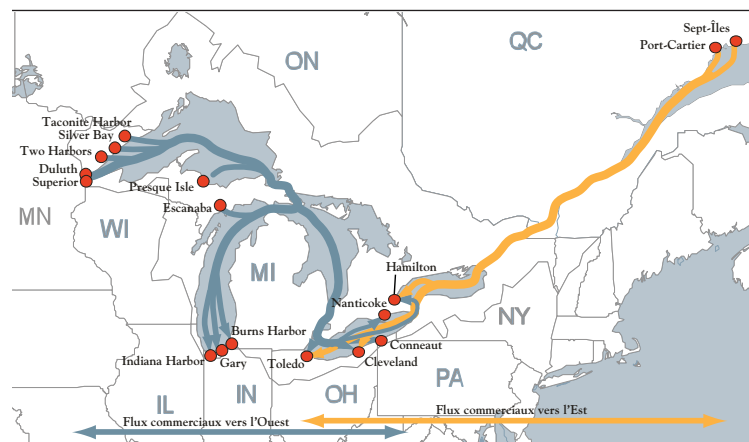
Intrants des industries du fer et de l'acier

Le deuxième groupe important de produits de base transitant par le réseau GLVMSL est celui des intrants de l'industrie de l'acier. Ce groupe englobe le minerai de fer, le charbon, le coke et le calcaire, tous utilisés dans la production d'acier.

Minerai de fer En tonnage brut, le minerai de fer compte pour une plus grande proportion des expéditions du réseau GLVMSL que tout autre produit de base. En 2004, les 103 Mtm de minerai de fer de sources locales représentaient environ 40 % du tonnage transporté par le réseau GLVMSL.

FIGURE 3.3

Commerce de la minerai de fer



Le minerai de la chaîne Mesabi a été expédié par laquier via Duluth (Minnesota) et Superior (Wisconsin), ainsi que de Marquette (Michigan) sur le lac Supérieur. La plus grande part de ces expéditions est passée par les écluses du Sault vers les aciéries de l'Illinois, de l'Indiana, du Michigan, de l'Ohio et de l'Ontario. De plus, du minerai de la chaîne Marquette a été expédié par Escanaba (Michigan), sur les rives du lac Michigan.

En 2004, les mines de la fosse du Labrador au Québec ont produit quelque 28 Mtm de minerai de fer. De ce total, plus de 11 Mtm (environ 40 %) ont été expédiées en aval par la section Montréal-lac Ontario (MLO) du réseau GLVMSL, soit 5,5 Mtm pour des aciéries canadiennes, et 6,1 Mtm pour les É.-U. Le reste du minerai de la fosse du Labrador a été exporté, principalement vers l'Allemagne et le Royaume-Uni.

Charbon et coke métallurgiques Les grands producteurs d'acier de l'Indiana, de l'Illinois, de l'Ohio et de l'Ontario utilisent tous du charbon métallurgique. De plus, le coke, un dérivé du charbon, sert à alimenter les hauts fourneaux des aciéries, fournissant le carbone et la chaleur nécessaires pour transformer le minerai de fer en

fonte brute. Les industries du ciment et de l'aluminium consomment également du coke, dans une moindre mesure. La plus grande partie du transport du coke se fait vers l'aval, partant des É.-U. vers des destinations canadiennes, pour consommation locale ou transbordement pour expédition outre-mer. Les grands ports d'origine américains comprennent Détroit, Duluth-Superior, Cleveland et Buffalo. Les principales sources de coke outre-mer se trouvent en Europe, en particulier l'Italie et l'Espagne. Comme le coke fait partie intégrante de la production des industries du fer et de l'acier, les fluctuations du trafic de coke dans le réseau GLVMSL correspondent aux fluctuations dans ces industries, ainsi qu'aux changements dans la disponibilité des approvisionnements canadiens intérieurs.

Calcaire Les producteurs de fer et d'acier dépendent également des approvisionnements de calcaire, utilisé dans le processus de production comme agent qui réagit avec les impuretés afin de les extraire. La section ci-après sur la pierre traite plus en détail de la situation du calcaire dans l'analyse du trafic du réseau GLVMSL.

Déterminants du trafic En définitive, les expéditions de marchandises de ce groupe dépendent de la demande de l'acier dans les zones desservies par le réseau GLVMSL. Comme ces produits de base sont au cœur de l'industrie du fer et de l'acier, les volumes d'expédition sont énormément influencés par des facteurs macro-économiques et l'évolution technologique, ainsi que la performance économique des industries de l'acier et de l'automobile, la pierre angulaire de toute la région.

L'industrie nord-américaine de l'acier a traversé plusieurs vagues de restructuration au fil des 20 dernières années. Les entreprises qui restent sont moins nombreuses, mais plus solides financièrement. Depuis 2004, l'économie mondiale, et celle de la Chine en particulier, connaît une forte croissance. Cette croissance s'est accompagnée d'une demande accrue pour l'acier; l'utilisation nord-américaine d'acier a augmenté de près de 4 % par année entre 1990 et 2003. En conséquence, les prix mondiaux de l'acier ont augmenté. Parallèlement, un meilleur rendement de la main-d'œuvre compensait les hausses des coûts de l'énergie et des matières brutes. Le résultat final est une industrie plus rentable, qui a les moyens d'investir dans de nouvelles technologies permettant une production plus efficace avec moins d'incidences environnementales. L'industrie produit maintenant des aciers légers et à haute résistance mécanique, en consommant moins d'énergie qu'auparavant.

Une variété de progrès technologiques renforcera la durabilité à long terme de l'industrie, avec une influence décisive sur le trafic connexe dans le réseau GLVMSL. Parfois, cette influence diminue en fait le trafic. Ainsi, le recours croissant à la technologie du four électrique à arc fait qu'il est devenu économiquement possible de réutiliser les déchets de manière plus efficace; environ 51 % du fer servant actuellement à la fabrication de l'acier provient de la ferraille, ce qui réduit la demande globale de minerai de fer, et par le fait même les expéditions de minerai de fer par le réseau GLVMSL.

Une tendance inverse se manifeste cependant, avec l'amélioration de la capacité et de l'efficacité de la production régionale de l'acier comparativement à d'autres sources internationales. Cette tendance stimule le trafic dans le réseau GLVMSL et l'on en trouve un exemple dans les techniques émergentes de transformation du minerai en acier marchand. Avant les années 1950, le minerai de fer produit au nord du lac Supérieur était un minerai riche d'hématite, qui présentait typiquement une teneur en fer de 50 %. La production a chuté à mesure que ces gisements s'épuisaient. Dans les années 1950, de nouvelles techniques se sont perfectionnées pour extraire et raffiner les abondants gisements de taconite de la région, un minerai à moindre teneur de 25 à 30 % de fer. Les boulettes de

FIGURE 3.4
Commerce du fer et de l'acier



Fer et acier Le fer et l'acier qui passent par le réseau GLVMSL sont importés d'outre-mer à destination de ports canadiens et américains des Grands Lacs. Les volumes d'acier marchand (p. ex. rouleaux) surpassent de loin les volumes d'acier non fini (p. ex. brames). Les brames aboutissent généralement à Hamilton et plusieurs ports des lacs des É.-U., notamment Toledo, Détroit et Burns Harbor. Une faible quantité d'acier canadien et américain est transportée par la Voie maritime pour exportation outre-mer, mais la plus grande partie de la production d'acier de la région se consomme dans les marchés locaux. La Voie maritime transporte une petite quantité d'acier qui s'échange entre le Canada et les É.-U., ainsi qu'à l'intérieur des marchés canadien et américain. Les volumes des expéditions d'acier fluctuent en fonction de la vigueur de l'économie, dont l'impact touche de façon particulièrement directe les aciéries américaines.

taconite ainsi produites, de la taille d'une bille, ont une teneur en fer de 60 à 65 %. Cette nouvelle technologie minière a revitalisé la production du minerai de la chaîne Mesabi, maintenant le pivot du trafic moderne du minerai dans le réseau GLVMSL; environ 95 % de tout le minerai transporté dans le réseau se présente sous la forme de boulettes.

On perfectionne également de nouvelles technologies afin de produire des pépites de fer dans un four à sole tournante, utilisant du charbon comme agent de réduction. Si cette nouvelle technologie fait ses preuves à l'échelle de l'usine pilote, elle permettrait une production à grande échelle de pépites avec une teneur en fer de 97 %. On pourrait alors obtenir d'importantes économies d'énergie et réductions d'émissions dans le processus de fabrication de l'acier, et les aciéries pourraient utiliser directement ce minerai transformé dans un convertisseur basique à oxygène ou un four électrique à arc. De telles technologies émergentes pourraient signaler le début d'une troisième vague de fabrication de l'acier hautement efficace, susceptible de revitaliser et durabiliser la fabrication de l'acier dans le bassin des Grands Lacs.

Les progrès technologiques du genre renforceront le trafic dans le réseau GLVMSL. La technologie n'est cependant pas le seul facteur. Ainsi, l'imposition par les États-Unis de tarifs douaniers sur les importations d'acier de mars 2002 à décembre 2003 a notablement réduit la quantité d'acier étranger passant par la Voie maritime pendant les saisons de navigation de 2002 et 2003.

Au final, le volume des intrants de l'industrie de l'acier qui transite par le réseau GLVMSL dépendra à la fois de la compétitivité des producteurs locaux comparativement à leurs concurrents internationaux, et de la compétitivité du réseau GLVMSL comparativement à d'autres modes et trajets.

Pour ce qui est de la compétitivité dans l'industrie, les producteurs locaux réussissent à se maintenir. Ainsi, les producteurs canadiens de minerai de fer demeurent des fournisseurs compétitifs des industries du fer et de l'acier sur les rives du lac Ontario, du lac Érié, du lac Michigan et de la côte Atlantique. Toutefois, cette compétitivité s'atténue à mesure que s'éloignent les marchés. Les coûts élevés de transport rendent cette industrie moins concurrentielle sur la côte du golfe du Mexique aux États-Unis, ainsi qu'en Europe. En 2004, il s'est exporté 4,0 Mtm de minerai de fer du Québec-Labrador à destination de l'Asie, comparativement 2,8 Mtm il y a une décennie, du fait que les clients asiatiques sont disposés à offrir un tarif préférentiel de transport à bord de leurs navires. Toutefois, une quelconque combinaison d'appréciation de la devise canadienne, d'augmentation des tarifs de transport dans la Voie maritime du Saint-



Terminal Midwest Energy, Superior (Wisconsin)
Source : <http://www.midwestenergy.com>

La Midwest Energy Resources Company ouvrait en 1976 son installation de transbordement du charbon au port de Superior, au coût de 45 millions \$. Après avoir franchi 1 100 milles depuis le bassin de la rivière Powder au Wyoming, des trains transportant 13 200 tonnes métriques de charbon déchargent leur cargaison à l'installation portuaire en quelque 3,5 heures, au moyen du culbuteur rotatif de wagon unique le plus rapide au monde. Le charbon est ensuite chargé à bord de laquiers à un rythme moyen de 8 000 tonnes métriques l'heure.

Laurent, ou de hausse des coûts énergétiques pourrait nettement entamer la compétitivité des coûts des producteurs locaux de minerai de fer.

La compétitivité du réseau GLVMSL pour le transport s'exprime dans des facteurs comme les avantages d'emplacement et les frais de transport. L'industrie du fer et de l'acier s'est implantée dans le bassin des Grands Lacs à cause de la disponibilité d'un transport par voie maritime à faible coût adapté au mouvement d'importants volumes de marchandises transportées en vrac. Toutefois, les volumes transportés ont chuté au début des années 1980 à la suite d'une importante restructuration interne de l'industrie. L'avènement des nouvelles technologies a permis de récupérer ces volumes; ils progressent depuis 2001 et cette tendance devrait se maintenir. Aussi longtemps que l'industrie du fer et de l'acier demeurera prospère dans ses emplacements actuels, la demande de transport par le

réseau GLVMSL restera constante. Il est en effet improbable que les énormes volumes de minerai de fer ou de charbon à la base de l'industrie puissent être expédiés de façon rentable ou rapide par les réseaux autoroutiers ou ferroviaires déjà congestionnés de la région.

Charbon

La plus grande part du charbon qui transite par le réseau GLVMSL est destinée non pas à l'industrie de l'acier, mais plutôt à la production d'électricité. En 2004, le réseau a acheminé 37,5 Mtm de charbon d'une valeur approximative de 2 milliards \$CAN (1,7 milliard \$US). De ce total, une proportion de 94 % est allée à la production d'électricité, et seulement 6 % sous forme de coke pour l'industrie de l'acier.

Les centrales locales s'intéressent particulièrement au charbon à faible teneur en soufre du bassin de la rivière Powder, qui s'étend dans le sud-est du Montana et le nord-est du Wyoming. Le charbon de cette région est transporté par train jusqu'à Superior (Wisconsin), où il est chargé à bord de laquiers qui le livrent à des centrales électriques le long des rives des Grands Lacs inférieurs. La Detroit Edison du Michigan est l'un des principaux consommateurs de ce charbon, en transbordant chaque année environ 20 Mtm par le port de Superior.

De plus, du charbon originaire du Kentucky et de Virginie-Occidentale est expédié depuis Chicago et de ports du lac Érié comme Ashtabula (Ohio). En fait, l'Ohio se démarque comme deuxième plus important point de transit pour les expéditions de charbon dans le réseau GLVMSL. En 2004, cet état produisait des expéditions de 20 Mtm, dont 79 % à destination de l'Ontario. Comme la province n'a pas de sources intérieures de charbon, elle en importe un total d'environ 21 Mtm par année (autour de 95 % de tout le charbon importé au Canada). Environ 17 Mtm du charbon importé par l'Ontario sont consommés pour la production d'électricité, de 3 à 4 Mtm servent à la production d'acier, et une petite quantité se répartit parmi d'autres industries.

Déterminants du trafic du charbon Le trafic du charbon par les écluses du Sault et dans le secteur supérieur des Grands Lacs découle de la disponibilité du charbon à faible teneur en soufre du bassin de la rivière Powder. Au port de Duluth-Superior, les expéditions connaissent une croissance régulière, au point qu'en 2005, les volumes de charbon (19 Mtm) surpassaient les volumes de minerai de fer (17 Mtm) pour la première fois de l'histoire. Dans la partie Voie maritime du réseau

FIGURE 3.5
Commerce du charbon



GLVMSL, les expéditions de charbon ont connu une reprise après que la fermeture de plusieurs centrales nucléaires de l'Ontario ait relancé la demande de charbon thermique à la fin des années 1990.

Les expéditions de charbon par le réseau GLVMSL ont connu différentes tendances ces 50 dernières années. Les expéditions par la section MLO et le canal Welland ont été plutôt stables, alors que celles passant par les écluses du Sault ont augmenté considérablement. Toutefois, les trois groupes d'écluses n'englobent pas tout le trafic de charbon dans le réseau, car une partie passe dans les lacs sans traverser d'écluse. Néanmoins, il est indéniable que les expéditions de charbon suivent une tendance à la hausse. Le réseau s'est adapté à ces volumes supplémentaires par l'aménagement sur le lac Supérieur d'installations portuaires capables de charger du charbon sur des laquiers à un rythme moyen de 8 000 tonnes l'heure.

La croissance du trafic du charbon dans le réseau GLVMSL et la capacité du réseau d'accommoder des volumes supplémentaires témoignent du maintien de sa compétitivité pour ce produit de base. Il est possible de transporter le charbon par voie ferrée, et l'amélioration soutenue de l'efficacité ferroviaire, en particulier le déploiement de nouvelles locomotives et de wagons à marchandises de capacité supérieure, signifie que le transport ferroviaire direct peut s'avérer moins dispendieux qu'un acheminement train-laquier. Toutefois, le recours à des navires de plus grande capacité a contribué à garder la différence de coût à un niveau relativement minime. De plus, le transport maritime par le réseau GLVMSL offre à l'expéditeur des laquiers autodéchargeants, un avantage considérable par rapport au besoin d'aménager des installations pour le déchargement individuel de wagons de charbon à la destination ultime.

Pierre

Il y a deux catégories de cargaisons de pierre qui passent par le réseau GLVMSL, le calcaire, que diverses industries utilisent pour ses propriétés chimiques, et d'autres types de pierre employés principalement en construction.

Le marché du calcaire illustre les relations entre les divers produits de base expédiés dans le réseau GLVMSL. Le calcaire est employé de longue date dans l'industrie de l'acier, la production du ciment et la construction. On constate cependant une demande croissante de calcaire de la part des industries consommant du charbon, car il s'agit d'un réactif important dans la réduction des émissions de soufre, au moyen d'épurateurs et de systèmes de combustion en lit fluidisé. En conséquence, la demande croissante de charbon, combinée à des exigences d'émissions plus strictes pour les installations brûlant du charbon, a raffermi la demande de calcaire.

La plupart des autres types de pierre canadienne et américaine fait l'objet d'un trafic remontant par le canal Welland et les écluses du Sault. Le trafic descendant part du Canada et des É.-U. pour passer par les deux sections de la Voie maritime vers des destinations canadiennes. Comme cette pierre sert à la production de béton et à la construction routière, les volumes du trafic suivent l'évolution de l'offre et de la demande en fonction du grand contexte économique.

Autres cargaisons

Le dernier groupe principal de cargaisons du réseau GLVMSL consiste en produits de base comme les produits pétroliers, les produits chimiques, le sel et le ciment. Ils ont en commun le fait que leurs tendances de consommation, et donc les volumes de trafic par le réseau GLVMSL, sont déterminées par une demande en grande partie locale. Ainsi, la quantité de sel expédiée par le réseau GLVMSL pendant une année quelconque subit l'influence de l'intensité locale de l'hiver, qui définit le besoin de sel pour déglacer les routes locales.

Produits pétroliers Cette catégorie englobe des produits de base comme le pétrole brut, ainsi que des produits raffinés comme l'essence et le mazout. Les raffineries du Québec importent leur brut par pétrolier, alors que celles en aval de Montréal sont généralement approvisionnées par oléoduc, avec en complément une part d'importations par pétrolier. De 1995 à 2003, le trafic de produits pétroliers par le chenal maritime du Saint-Laurent a progressé de près de 20 % pour atteindre 20,6 Mtm, une hausse attribuable en grande partie aux quantités croissantes de brut importées à la raffinerie de Saint-Romuald (Québec).

FIGURE 3.6
Commerce de la pierre



Presque tout le trafic de produits pétroliers entre Montréal et le lac Érié part du Canada et franchit la Voie maritime vers des destinations canadiennes et américaines. Les principaux ports canadiens d'origine sont Sarnia, Nanticoke et Montréal. Les destinations importantes comprennent Québec, Montréal, Cornwall et des ports côtiers américains de la Nouvelle-Angleterre. De l'autre côté de la frontière, quelque 60 % du trafic américain de produits pétroliers part de Indiana Harbor, pour être distribué vers des ports des lacs Michigan, Huron et Érié.

Produits chimiques Parmi les produits de base, la catégorie des produits chimiques est la plus diversifiée de toutes. C'est principalement parce que ces produits sont employés dans une grande variété d'industries, notamment l'automobile, les métaux, le logement, les engrais, les plastiques et le verre. Les cargaisons de produits chimiques ont tendance à être expédiées en direction descendante dans les deux parties de la Voie maritime, partant de producteurs canadiens vers des destinations au Canada, aux É.-U. et outre-mer. Le trafic remontant s'effectue principalement depuis des origines d'outre-mer vers les É.-U., ainsi que de sources canadiennes et américaines vers d'autres parties du Canada. Les principaux ports d'origine comprennent Sarnia et Windsor en Ontario, et la Louisiane et la Floride aux É.-U. Les grandes destinations comprennent Toledo, Hamilton, Montréal, Morrisburg, Burns Harbor et l'Europe occidentale. Les variations annuelles du trafic de produits chimiques dans la Voie maritime peuvent être rattachées aux fluctuations des cycles d'affaires des industries desservies, et à la nature hautement concurrentielle de l'industrie des produits chimiques à l'échelle mondiale.



Laquier auto-déchargeant transportant du calcaire
Source : U.S. Army Corps of Engineers

Sel Le sel transporté par la Voie maritime est extrait principalement dans les régions de Goderich et Windsor en Ontario, et expédié vers plusieurs destinations en Ontario, au Québec et aux É.-U. La plus grande partie du trafic du sel s'effectue dans le sens descendant, d'origines canadiennes et américaines vers des destinations canadiennes. Le sel sert à déglacer les routes, et il est employé dans un moindre volume par l'industrie de la transformation alimentaire. Les variations annuelles découlent de l'intensité de l'hiver, et la croissance de la demande de sel est liée à l'expansion et l'amélioration du réseau routier.

Ciment Le trafic du ciment tend à suivre un trajet remontant du Canada vers les É.-U., par le canal Welland. L'Ontario domine l'industrie canadienne du ciment. Le commerce transfrontalier du ciment varie considérablement d'une année à l'autre, en fonction de la demande. Les exportations annuelles de ciment vers les É.-U. représentent de 3 à 4 Mtm, et comptent pour environ le tiers de la production canadienne totale. Ces exportations sont principalement destinées à la région sud des Grands Lacs et à la région nord-ouest du Pacifique. Le Canada importe environ 0,5 Mtm de ciment, principalement dans le cadre d'échanges transfrontaliers régionaux. Le trafic du ciment sur la Voie maritime est influencé par l'offre et la demande, ainsi que le contexte économique général.

Après quelques années de croissance initiale, le trafic total de ces produits de base variés a atteint un niveau stable. Certains produits dans certains segments du réseau affichent une croissance marginale à long terme, notamment le sel et le ciment passant par le canal Welland au cours des trois dernières décennies. D'autres produits dans d'autres segments connaissent une tendance contraire; les expéditions de produits pétroliers par la section MLO ont reculé, de 3,5 Mtm en 1970 à seulement 1,4 Mtm en 2004. Malgré ces variations, le

trafic global demeure stable. Dans les sections du canal Welland et MLO, le trafic annuel autre que celui du grain et du minerai comptait pour une moyenne légèrement supérieure à 13 Mtm par année depuis 1965, et aucune année particulière ne s'est écartée de cette moyenne de plus de 3 Mtm.

Tendances émergentes des mouvements de cargaisons

Les produits de base en vrac traditionnellement transportés par le réseau GLVMSL ont récemment connu un complément constitué de types nouveaux et diversifiés de mouvements de cargaisons. Bien que les tonnages de ces nouvelles cargaisons demeurent relativement peu importants, regroupées dans une catégorie, elles représentent des créneaux commerciaux dans lesquels le transport maritime apporte un avantage direct de rentabilité, ou rehausse l'efficacité en complément du transport terrestre. Le mouvement de lingots d'aluminium entre Sept-Îles et Trois-Rivières offre un bon exemple de ce nouveau trafic; ces expéditions partent du fleuve Saint-Laurent à destination de ports des Grands Lacs comme Oswego (New York) et Toledo (Ohio). Les produits forestiers figurent parmi les produits qui émergent en transport maritime sur le fleuve Saint-Laurent. On constate également une croissance de cargaisons non traditionnelles très diversifiées, par exemple des pièces d'éoliennes, importées d'outre-mer à destination de ports intérieurs comme Hamilton (Ontario) et Duluth (Minnesota), pour être transbordées en vue du transport subséquent par camion. Ces mouvements émergents de cargaisons témoignent d'un intérêt envers le transport maritime à courte distance à titre de moyen de mieux exploiter la capacité établie des voies navigables et de faciliter l'intégration modale pour contribuer à satisfaire les besoins commerciaux et socio-économiques de la clientèle industrielle.

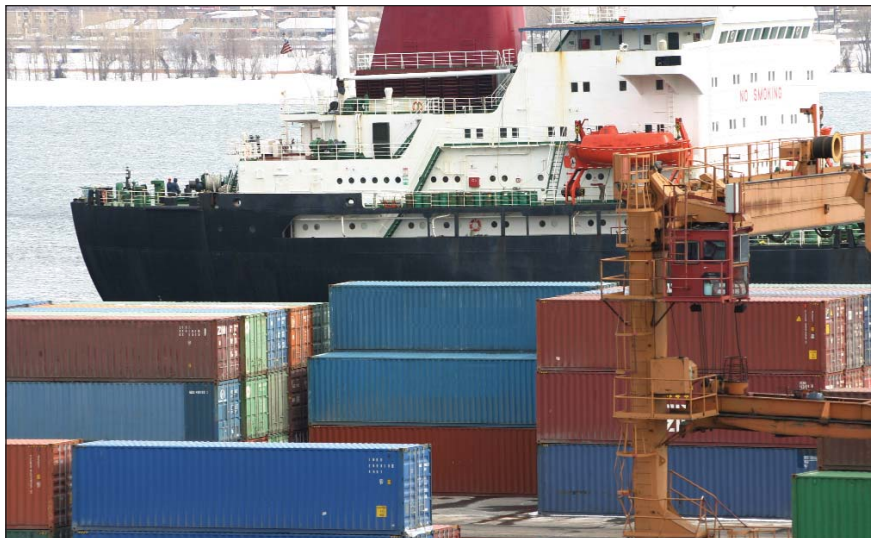
Cargaisons conteneurisées

Les cargaisons conteneurisées dans le réseau GLVMSL se concentrent principalement au port de Montréal. Il s'agit d'une grande variété de produits, correspondant à la combinaison d'industries du Canada central, et du Nord-Est et du Midwest des É.-U. Des articles comme les produits forestiers, les produits manufacturés, et les produits animaux, alimentaires et chimiques comptaient pour la plus grande part des cargaisons conteneurisées internationales transitant par le port de Montréal.

Environ la moitié du trafic de cargaisons conteneurisées passant par le port a son origine ou sa destination dans le marché canadien, principalement au Québec et en Ontario. L'autre moitié provient du marché américain où s'y rend, principalement le Midwest (Illinois, Michigan, Minnesota, Wisconsin et Ohio) et le Nord-Est (Nouvelle-Angleterre et New York). La plus grande part

de ce trafic est transbordée depuis ou vers le mode ferroviaire par des liens avec l'intérieur du continent, soit les marchés de l'Ontario et du Midwest américain.

Au chapitre de la manutention de cargaisons conteneurisées, Montréal se situe au 5^e rang des ports de la côte Atlantique nord-américaine. L'arrière-pays portuaire accueille la plus forte concentration industrielle du continent, et d'énormes centres manufacturiers bordent les voies maritimes, routières et ferroviaires menant à Montréal. De 1993 à 2003, l'expansion générale du commerce international a contribué à une croissance mondiale marquée de la conteneurisation. En conséquence, le trafic de conteneurs au port de Montréal est passé de 0,57 million d'équivalents vingt pieds (EVP) en 1994 à 1,11 million d'EVP en 2003, pour un taux de croissance annuel de 7,6 %.



Navire déchargeant des conteneurs au port de Montréal
Source : Transports Canada

L'Europe occidentale représente de loin le plus important marché outre-mer pour les exportations de cargaisons conteneurisées du port de Montréal. En 2003, ces exportations atteignaient un total de 4,2 Mtm, soit 98 % de toutes les exportations de cargaisons conteneurisées manutentionnées au port. Montréal comptait pour 34 % de toutes les exportations de conteneurs à destination de l'Europe occidentale depuis la côte Atlantique nord-américaine.

L'Europe occidentale est également la plus importante source outre-mer d'importations de cargaisons conteneurisées transitant par le port de Montréal. En 2003, les importations à Montréal depuis ce marché atteignaient un total de 4,9 Mtm, pour 98 % du total des cargaisons conteneurisées d'arrivée. Montréal comptait pour 24 % de toutes les importations de conteneurs à destination de la côte Atlantique nord-américaine depuis l'Europe occidentale.

SEGMENTS DU RÉSEAU

Les trois groupes d'écluses dans le réseau GLVMSL définissent trois segments distincts du réseau : les écluses du Sault se trouvent par le travers du trafic du secteur supérieur des Grands Lacs, le canal Welland contrôle le passage des biens entre le secteur supérieur et le lac Ontario, et les écluses de la section MLO accommodent le trafic entre le chenal maritime du Saint-Laurent et les Grands Lacs.

Il ne faut toutefois pas perdre de vue que les dimensions des écluses déterminent la taille possible du trafic. Les écluses relativement petites des segments MLO et du canal Welland n'accueillent pas la même échelle de trafic intérieur de vrac qui peut franchir les écluses beaucoup plus grandes du Sault. De plus, du fait que les segments MLO et du canal Welland accueillent une quantité significative de trafic océanique, ils sont généralement plus sensibles aux tendances économiques mondiales.

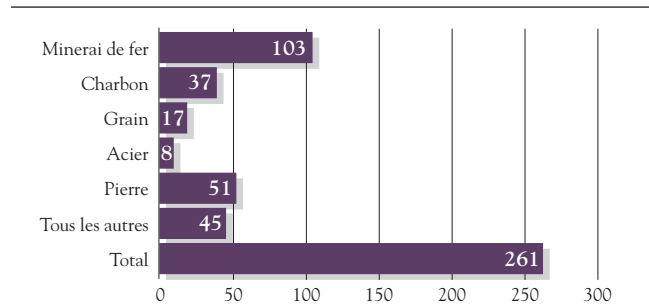
Entre 1995 et 2003, la moyenne annuelle du trafic total de cargaisons par le réseau GLVMSL s'établissait à 261 Mtm. De ce total, environ 69 Mtm passaient par les écluses du Sault, alors que les sections du canal Welland et MLO connaissaient un trafic respectif d'environ 37 Mtm et 35 Mtm. Une grande partie du trafic était de nature interne, c'est-à-dire cargaisons chargées et déchargées à l'intérieur du réseau GLVMSL; le tonnage total manutentionné par l'ensemble des ports du réseau GLVMSL se situait dans les 440 Mtm.

Comme l'illustre la figure 3.7, environ 26 % (76 Mtm) du trafic de cargaisons dans le réseau GLVMSL part du Bas-Saint-Laurent et y aboutit, n'exigeant donc pas de passage en écluse. Une autre proportion de 27 % est constituée de trafic interne, qui part des Grands Lacs et y aboutit (p. ex. trafic des lacs Michigan, Huron et Érié), et n'exige pas non plus de passage en écluse. Ensemble, les trois systèmes d'écluses du Sault, de Welland et du segment MLO comptent pour environ 47 % du total du trafic de cargaisons dans le réseau GLVMSL, pour une moyenne d'environ 108 Mtm par année (selon les statistiques pour 1995-2003).¹

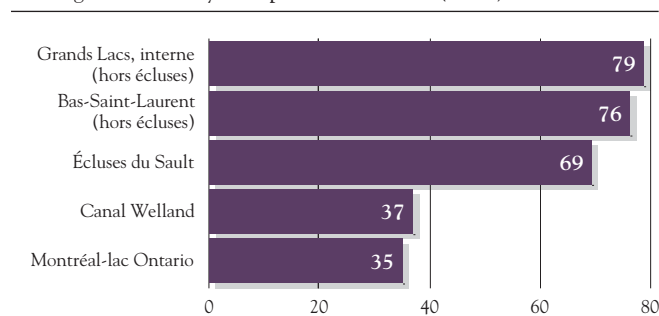
¹ Ce total de 108 Mtm est inférieur à la somme du trafic par chacun des trois systèmes d'écluses parce qu'une partie du trafic franchit plus d'un système d'écluses.

FIGURE 3.7

Tonnage annuel moyen expédié 1995-2003 (Mtm)


FIGURE 3.8

Tonnage annuel moyen expédié 1995-2003 (Mtm)



Les groupements de produits de base offrent un autre regard sur le trafic dans le réseau GLVMSL. La figure 3.8 présente le tonnage total annuel moyen pour les six groupes fondamentaux de cargaisons dans le réseau, pendant la période de 1995 à 2004. Le minerai de fer et les concentrés comptaient pour environ 40 % du total des volumes, la pierre arrivant au deuxième rang avec autour de 20 %. Le charbon représentait 15 % du total; le grain, 7 %; l'acier, 3 %, et toutes les autres cargaisons formaient une proportion de 17 %. Les expéditions de cargaisons constituent essentiellement des échanges commerciaux internes, puisque qu'une proportion très majoritaire de ces cargaisons demeure à l'intérieur du réseau. L'acier se démarque, avec des importations de divers produits d'acier semi-finis, principalement d'Europe.

Les éléments du trafic varient considérablement à chacun des trois systèmes d'écluses. Les minerais et concentrés dominant presque totalement le trafic aux écluses du Sault. Par contre, le trafic au canal Welland affiche un équilibre parmi différents groupes de produits de base, alors que le grain et le minerai forment une grande part du trafic aux écluses MLO.

Certaines tendances de mouvement peuvent également être dégagées pour les trois systèmes d'écluses du réseau GLVMSL. Les 9 Mtm de grain qui passent chaque année par les écluses du Sault sont destinées à l'exportation, et les mêmes 9 Mtm passent donc également par le canal Welland et la section MLO de la Voie maritime.

Un examen plus attentif des données de la figure révèle que le transport de minerai de fer et de charbon aux écluses du Sault s'effectue en direction descendante, provenant respectivement du Minnesota-Michigan et du Wyoming, alors que le minerai de fer traversant la section MLO prend une direction remontante, depuis la fosse du Labrador.

Autres déterminants du trafic

La première force commerciale du réseau GLVMSL est qu'il fournit un transport à faible coût à des industries qui transportent de gros volumes de produits de base en vrac. Cette possibilité a stimulé l'implantation et l'expansion de plusieurs industries, dont la compétitivité dépend d'un accès direct à cette capacité de transport à faible coût.

Les besoins de transport de ces entreprises présentent également une stabilité inhérente. Des industries primaires comme les aciéries, les cimenteries, les sucreries et les raffineries de pétrole exigent des investissements considérables. Une fois implantés, ces établissements sont peu susceptibles d'aller s'établir ailleurs. Le réseau GLVMSL a donc une clientèle captive pour une partie importante de son activité. Même si les sources de certaines matières brutes comme le charbon, le minerai de fer et le coke peuvent changer à l'occasion, tant l'offre que la demande dépendent de la disponibilité d'un transport maritime à faible coût.

Dans le contexte de ce noyau relativement stable de clientèle, d'autres facteurs influencent l'envergure et la nature du trafic qui passe par le réseau GLVMSL.

Possibilités de trafic de retour

Certains types de trafic dans le réseau GLVMSL sont affectés par la disponibilité de possibilités pertinentes de trafic de retour. Il est fondamental pour tout mode de transport de pouvoir optimiser l'efficacité opérationnelle en transportant une pleine charge à l'aller et au retour d'un trajet. Ce principe peut s'appliquer à des cargaisons apparemment sans rapport. Ainsi, lorsqu'il y a une croissance des importations américaines d'acier par le réseau GLVMSL vers des ports du lac Érié et du lac Michigan, il y a une croissance correspondante de l'exportation de grain américain depuis Duluth vers l'autre direction, les grains servant de cargaison pour le trafic de retour des navires océaniques apportant l'acier.

Cette relation peut également présenter un impact négatif. Comme on l'a mentionné, l'évolution des marchés mondiaux et de la production intérieure signifie que le réseau GLVMSL n'est plus perçu comme le principal lieu de transit des exportations canadiennes de

grain. Une plus grande partie de la transformation et de la consommation s'effectue dans les Prairies, et des ports comme ceux de Vancouver et de Prince Rupert sur la côte Ouest canadienne se sont imposés comme grands centres d'exportation du grain. En conséquence, la quantité de grain canadien disponible dans les Grands Lacs a décliné au cours de la dernière décennie. En l'absence de cette possibilité de trafic de retour, de nombreux navires transocéaniques de moindre tonnage hésitent plus à naviguer vers les Grands Lacs, ce qui s'est traduit par une pénurie de capacité transocéanique dans le réseau pour transporter d'autres types de cargaisons.

Le minerai canadien garde une grande popularité grâce à sa qualité, son prix et sa proximité. Auparavant, le minerai de fer servait de cargaison de trafic de retour pour les laquiers canadiens transportant du grain. Toutefois, avec le déclin du trafic du grain, le minerai s'est imposé comme cargaison de trafic d'aller, pour devenir le type de cargaison le plus important dans le réseau GLVMSL. Sa nature saisonnière ne semble pas un obstacle puisque, à l'exception de l'usine d'acier Dofasco au port canadien de Hamilton (Ontario), les installations à quai de toutes les aciéries régionales comptent sur des laquiers autodéchargeants, qui de toutes façons ne pourraient pas vraiment fonctionner pendant les mois d'hiver, lorsque le minerai gèle dans la trémie du navire.

Concurrence

Des facteurs concurrentiels variés constituent des déterminants importants du trafic dans le réseau GLVMSL. Les trajets de remplacement, les différents modes de transport, les tarifs, la disponibilité et la fiabilité ont tous une influence sur les flux du trafic.

Le mouvement du grain dans le réseau GLVMSL subit l'influence d'autres options concurrentielles. En plus du réseau GLVMSL, le grain canadien et américain est transporté par divers autres trajets et modes de transport. Le rail sert au transport du grain canadien vers les ports canadiens du Pacifique, le port nordique de Churchill, les ports d'exportation de l'Est sur l'Atlantique et dans le Bas-Saint-Laurent, et les É.-U. Aux É.-U., le grain est transporté vers le Mexique par le réseau rail-barges du Mississippi, et par rail vers des ports côtiers de l'Atlantique et du Pacifique.

Un autre facteur concurrentiel relève de l'offre et des tarifs du transport océanique. Comme les céréaliers-vraquiers sont exploités dans un contexte de libre marché, les tarifs montent et descendent en fonction de l'évolution de la demande de services et de l'offre de navires. Par conséquent, la mesure dans laquelle le réseau GLVMSL peut offrir aux exportateurs de grains la

disponibilité d'un transport et des tarifs compétitifs est directement fonction de l'offre et la demande mondiales de navires de taille appropriée.

Les ports mondiaux se livrent également une féroce concurrence pour le trafic de conteneurs. Du côté de l'offre, les lignes de navigation tentent constamment de rehausser leur efficacité opérationnelle en réduisant les coûts et en attirant des volumes supérieurs de conteneurs. Ils utilisent des navires de plus grande capacité et choisissent des trajets avec des escales plus efficaces.

Dans ce contexte, il importe de souligner que le réseau GLVMSL détient un avantage concurrentiel décisif. Le réseau possède une capacité excédentaire et se trouve donc en mesure d'absorber un trafic supplémentaire, alors que les modes concurrents ressentent les effets de la congestion et des contraintes de capacité. Ainsi, les compagnies ferroviaires canadiennes connaissent une congestion importante sur les voies de Toronto vers le point de passage Détroit-Windsor, alors que l'industrie du camionnage vit des frustrations croissantes du fait de la congestion de la circulation dans la région métropolitaine de Toronto et aux postes frontaliers entre l'Ontario et les É.-U. À mesure que ces pressions s'intensifient, des expéditeurs pourraient de plus en plus envisager de transférer une partie de leurs cargaisons à des trajets maritimes.



Trafic routier dans la région du Grand Toronto
Source : *Transports Canada*

Technologie

La technologie affecte le trafic dans le réseau GLVMSL sur deux plans. D'un côté, l'évolution des technologies rattachées à l'expédition modifie les structures de coût et la compétitivité du transport par voie maritime. Le chapitre 6 du présent document traite de ces effets. Par ailleurs, l'évolution technologique dans les industries

desservies par le réseau GLVMSL peut modifier la combinaison de cargaisons qui approvisionnent ces industries.

Le calcaire est un exemple de produit pour lequel l'évolution technologique modifie l'envergure et la direction de certaines catégories d'expédition. Les carrières de calcaire produisent de la pierre employée dans la fabrication de l'acier et du ciment, ainsi qu'en construction. Les cimenteries sont habituellement propriétaires de leurs propres carrières, d'où elles extraient leurs matières brutes. Dans la mesure du possible, elles occupent un emplacement riverain le plus près possible de la cimenterie. Dans ce cas, la demande de calcaire est directement liée à la demande de ciment, elle-même influencée par le niveau général de travaux publics et d'investissement gouvernemental en infrastructures publiques.

De son côté, l'industrie de l'acier utilise du calcaire de grade supérieur pour la production de boulettes de minerai de fer et, à titre de fondant, dans la fabrication de l'acier. Dans ce cas, l'évolution technologique des procédés industriels de l'acier pourrait réduire la demande de calcaire comme fondant à plus long terme.

Un changement technologique peut également affecter la demande de coke. Il est probable que les aciéries nord-américaines passeront éventuellement des hauts-fourneaux à des fours électriques ou à un procédé à injection de charbon pulvérisé n'exigeant pas de coke. Par conséquent, la production et le transport du coke devraient poursuivre leur déclin.

Finalement, dans le cas du charbon, les préoccupations environnementales exercent une influence décisive. Ces préoccupations ont pour l'instant raffermi la demande du charbon à faible teneur en soufre, dont les expéditions par Duluth-Superior ont rapidement progressé. Les préoccupations environnementales à l'égard des combustibles fossiles, en particulier au titre des émissions de carbone et d'autres substances, font que l'avenir à plus long terme du charbon dépend de l'implantation de technologies de captage du carbone.

Prévision à partir de la composition actuelle du trafic

Dans le contexte actuel et selon les tendances perceptibles de la demande du marché et du transport régional, le volume du trafic dans les divers éléments du réseau GLVMSL devrait connaître une augmentation lente, mais régulière. Même si aucun autre facteur ne change, c'est-à-dire même sans l'introduction de nouvelles cargaisons ou technologies d'expédition dans le réseau GLVMSL, il y aura toujours un niveau substantiel d'activité économique qui continuera de dépendre du réseau, et ce dernier sera donc nécessaire

au soutien de ce trafic. La section suivante analyse ce scénario. Il faut toutefois l'envisager comme une référence de base. Il se peut également que de nouvelles cargaisons et de nouvelles technologies de transport arrivent dans le réseau GLVMSL, ce qui relèvera la demande de ses services. Cette possibilité est explorée au chapitre 6.

Méthodologie de prévision

Afin de confirmer le postulat que la demande de services de transport par le réseau GLVMSL connaîtra à tout le moins une croissance lente mais régulière, des prévisions de la composition attendue du trafic jusqu'en 2020 ont été préparées pour la section MLO, le canal Welland et les écluses du Sault. À partir de données historiques jusqu'en 2003, les prévisions se sont arrêtées uniquement à la combinaison actuelle de cargaisons et de trafic, en explorant trois scénarios, optimiste, pessimiste et le plus probable. La prévision fait également appel à des postulats sur le contexte économique et d'autres facteurs susceptibles d'affecter le trafic dans le réseau GLVMSL jusqu'en 2020. La méthodologie employée combinait des techniques économétriques tant qualitatives que quantitatives d'analyse des marchés, de la région et de ses complexes industriels. Chaque produit de base a fait l'objet d'une analyse distincte, en adaptant la méthodologie à ses caractéristiques particulières.

Comme point de départ, on a réalisé une projection de l'offre et la demande mondiales des principaux produits de base transportés dans le réseau GLVMSL. Ensuite, l'on a estimé les proportions nord-américaines de l'offre et la demande intérieures, et distingué les exportations, importations et expéditions intérieures pouvant se déplacer dans le réseau GLVMSL. La pondération des facteurs combinés qui influencent la sélection des modes et des trajets par lesquels le produit de base pouvait être transporté a été appliquée, afin d'estimer la part de ce mouvement allant au réseau GLVMSL. La mise à l'épreuve et la validation des équations ont consisté à effectuer une corrélation des estimations et des mouvements antérieurs. Des mécanismes plus empiriques, comme des techniques de lissage des données prévisionnelles, ont été employés pour prolonger la prévision de trafic de 2020 à 2050.

Il faut préciser que ce processus de prévision intégrait les postulats suivants.

- Les taux annuels de croissance s'établiront à 1,1 % pour la population, 3,3 % pour l'économie dans son ensemble, et 5,9 % pour le commerce international. Ces estimations reposent sur les perspectives économiques internationales de la Banque mondiale, les perspectives économiques du Fonds monétaire international, et des données de Global Insight et de Transports Canada.

- La libéralisation des échanges et la mondialisation des affaires se poursuivront.
- L'économie américaine connaîtra un taux de croissance de 2,6 % (pessimiste) ou 3,0 % (optimiste), avec un taux le plus probable de 2,8 %. Ces taux présument une croissance de l'indice de la production industrielle des É.-U. de l'ordre de 2,8 à 3,8 %. L'économie canadienne devrait afficher une croissance de 2,3 à 2,6 %, et l'indice de production industrielle canadien devrait progresser de 2,6 à 3,4 %. Le taux de change du dollar canadien par rapport au dollar américain devrait s'établir en moyenne à 1,28, fluctuant entre 1,27 et 1,29.²
- Des initiatives stratégiques d'amélioration de la situation concurrentielle du réseau GLVMSL devraient compenser des activités équivalentes d'autres modes, et les péages et autres coûts connexes du réseau ne monteront pas à des niveaux susceptibles d'affecter négativement le trafic dans le réseau.
- Les fluctuations des niveaux des eaux des Grands Lacs suivront les tendances des 20 dernières années, il n'y aura pas de grève ou d'accident importants, et il n'y aura pas de grave perturbation politique, économique ou sociale.

Un changement dans l'une ou l'autre de ces conditions pourrait modifier les résultats de cette prévision. Ainsi, l'émergence de blocs commerciaux internationaux pourrait atténuer les obstacles internes aux échanges commerciaux tout en créant des obstacles externes, et déclencher des conflits commerciaux entre blocs qui affaibliraient le commerce international. Dans ce cas, les échanges commerciaux nord-américains en souffriraient, et la nature du trafic dans le réseau GLVMSL changerait.

Les prévisions de trafic *pessimiste* et la *plus probable* pourraient être valables chacune leur tour assez souvent pendant la période de prévision, selon les conditions en vigueur à un moment quelconque. La prévision *optimiste* du trafic est la moins susceptible de se concrétiser, et elle représente le potentiel maximal de trafic actuellement possible. Cette prévision pourrait néanmoins avoir son utilité pour évaluer la capacité du réseau.

Résultats de la prévision

Comme l'indiquent les figures 3.9, 3.10 et 3.11, le trafic des produits de base en vrac par le réseau GLVMSL devrait augmenter graduellement jusqu'en 2030, puis progresser régulièrement pendant les 20 années suivantes.

Les données résumées aux figures 3.12, 3.13 et 3.14 illustrent les évolutions attendues dans la combinaison des produits de base établis, pour la section MLO, le canal Welland et les écluses du Sault, jusqu'en 2050.

Section Montréal-lac Ontario Dans le cas de la section MLO, la proportion relative de la plupart des cargaisons devrait rester relativement stable au cours des prochaines décennies, à l'exception de l'acier, dont la proportion du tonnage total devrait progresser de 9,3 % à 16 %. Le grain devrait demeurer la plus importante catégorie de cargaison passant par la section MLO, suivi du minerai de fer, des autres produits de base, de l'acier et du charbon. Les proportions relatives actuelles des divers produits de base ne devraient pas changer notablement.

Canal Welland La catégorie des « autres produits de base » devrait accroître légèrement sa dominance dans le canal Welland, progressant de 34,5 % à 38,1 % du tonnage total d'ici 2050. De façon similaire, le tonnage de l'acier devrait augmenter de 5,6 % à 10,6 %, et celui du grain de 24,5 % à 29 %, tandis que la place du charbon et le minerai de fer reculera dans la composition.

Écluses du Sault Dans les écluses du Sault, le minerai de fer devrait demeurer la plus importante catégorie de cargaison jusqu'en 2030 environ, après quoi l'on prévoit que le trafic du charbon le rattrapera. Cette situation découlera d'une demande accrue d'énergie à partir du charbon provoquée par une demande accrue d'électricité. Le minerai de fer et le charbon devraient échanger leurs positions aux écluses du Sault vers 2050. Le charbon passera de 26,6 % à 41,7 % du tonnage total, alors que le minerai de fer reculera de 52,3 % à 36,4 % d'ici 2050.

Il convient de préciser que les prévisions qui précèdent portent toutes sur le trafic qui devrait passer par les écluses de la section MLO, du canal Welland ou du Sault. Il y a également un volume considérable de trafic qui se déplace entre différents ports des Grands Lacs sans jamais passer par l'un ou l'autre des systèmes d'écluses. L'on prévoit que ce trafic suivra les mêmes tendances générales que dans la prévision pour les écluses du Sault, car ces niveaux de cargaison sont influencés par une combinaison relativement similaire de produits de base et de facteurs du marché.

² Au moment de l'impression du présent rapport, la valeur du dollar US avait reculé par rapport au dollar canadien et à de nombreuses autres devises. Par conséquent, les exportations des É.-U. vers le Canada (et d'autres pays via la Voie maritime) augmenteront tant que leur prix moindre restera concurrentiel, tandis que les exportations canadiennes à destination des É.-U. diminueront en fonction de leur coût croissant en dollars US.

Finalement, la prévision pour le réseau GLVMSL, reposant sur la composition actuelle du trafic pour les trois systèmes d'écluses du réseau GLVMSL, indique une croissance modeste, mais régulière, jusqu'en 2050.

Compétitivité du réseau GLVMSL

Les tendances des cargaisons et tonnages résumées dans le présent chapitre tiennent compte de l'interaction de forces économiques complexes. Néanmoins, dans ce contexte d'évolution constante, la compétitivité du réseau GLVMSL à titre d'alternative à d'autres modes de transport dépend toujours de sa fiabilité et de son coût relatif.

Fiabilité

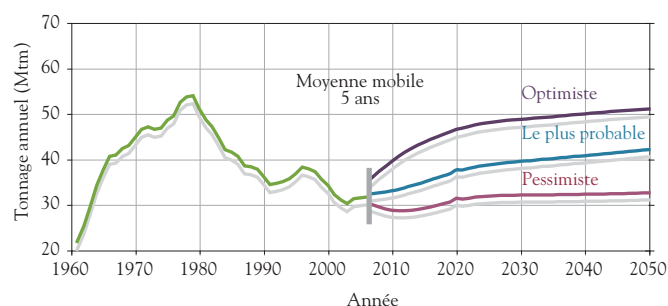
Les cargaisons expédiées par les écluses du réseau GLVMSL alimentent des filières industrielles établies dans la partie centrale de la région du bassin des Grands Lacs et du fleuve Saint-Laurent. La santé de ces industries dépend en partie de la mesure dans laquelle l'approvisionnement en matières brutes expédiées par le réseau GLVMSL peut demeurer stable.

La plupart des écluses du réseau GLVMSL sont aménagées en série. Il n'y a qu'à deux endroits (aux écluses du Sault et au canal Welland) où l'on trouve des écluses parallèles assurant une redondance dans l'éventualité d'une quelconque défaillance d'une écluse. Toutefois, dans le reste du réseau GLVMSL, la défaillance d'une porte ou d'un mur d'écluse peut provoquer la fermeture imprévue d'une grande part du réseau, avec des impacts économiques considérables pour les industries desservies. En fait, la défaillance d'une écluse à un point quelconque du réseau créerait un bouchon qui arrêterait tout le trafic jusqu'à ce que la situation soit réglée.

Devant cette possibilité concrète, il est encourageant de constater que le réseau GLVMSL demeure très fiable. L'assortiment complexe d'écluses, de canaux, de chenaux de navigation et de ports qui constitue le réseau GLVMSL fonctionne à un niveau de fiabilité supérieur à 98 %. Il y a des ralentissements ou des fermetures moins de 2 % du temps. Environ les deux tiers de ces temps d'arrêt sont attribuables aux conditions météorologiques (mauvaise visibilité, glaces, vents). Les incidents liés à des navires provoquent le quart des temps d'arrêt, le reste provenant de toutes les autres causes réunies, dont les défaillances des écluses.

FIGURE 3.9

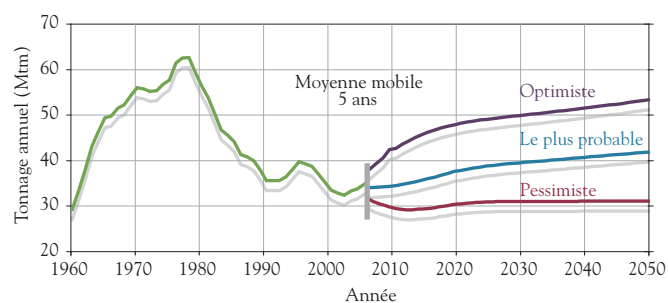
Prévision de trafic pour la section MLO d'ici 2050



Le trafic des cargaisons par la section MLO devrait connaître une croissance annuelle moyenne de 0,1 %, 0,7 % ou 1,1 %, en vertu respectivement des scénarios pessimiste, le plus probable et optimiste, pour atteindre 33 Mtm, 42 Mtm ou 51 Mtm d'ici 2050.

FIGURE 3.10

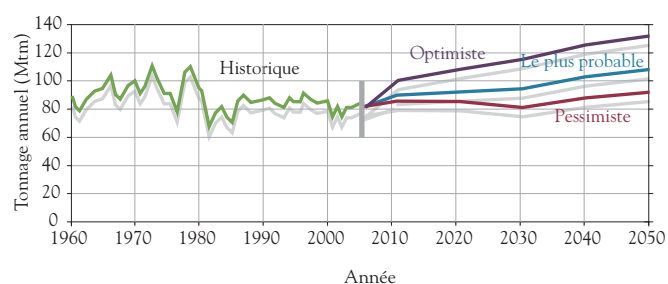
Prévision de trafic pour le canal Welland d'ici 2050



Le trafic par le canal Welland devrait connaître une croissance de 0,0 %, 0,5 % ou 1,0 %, en vertu respectivement des scénarios pessimiste, le plus probable et optimiste, pour atteindre 32 Mtm, 42 Mtm ou 54 Mtm d'ici 2050.

FIGURE 3.11

Prévision de trafic pour les écluses du Sault d'ici 2050



Le trafic par les écluses du Sault est plus sensible aux tendances économiques intérieures qu'aux tendances économiques mondiales. Il devrait connaître une croissance annuelle de 0,3 %, 0,7 % ou 1,3 %, en vertu respectivement des scénarios pessimiste, le plus probable et optimiste, pour atteindre 91,4 Mtm, 107,3 Mtm ou 131,3 Mtm d'ici 2050.

FIGURE 3.12

Prévision par produit de base pour la section Montréal-Lac Ontario d'ici 2050 (Scénario le plus probable)

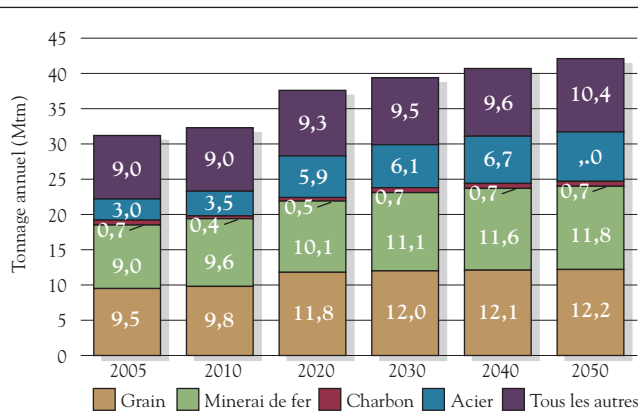


FIGURE 3.13

Prévision par produit de base pour le canal Welland d'ici 2050 (Scénario le plus probable)

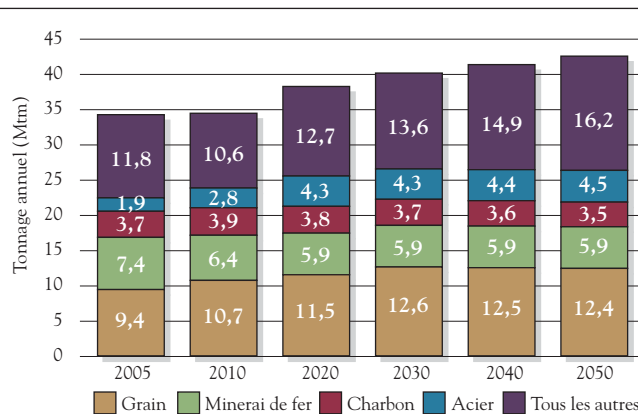
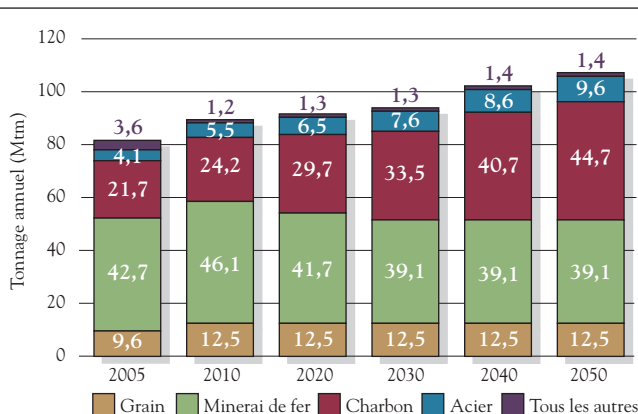


FIGURE 3.14

Prévision par produit de base pour les écluses du Sault d'ici 2050 (Scénario le plus probable)



Coût

Le coût de fourniture d'une voie navigable représente un facteur concurrentiel critique. Le coût global du transport maritime comprend les coûts d'investissement et d'exploitation à la fois des navires et de l'infrastructure du réseau. Les coûts d'infrastructure du réseau sont pris en compte dans l'évaluation d'options de scénarios d'entretien dans le cadre de l'analyse de rentabilisation. Les coûts d'exploitation des navires sont intégrés au tarif établi de transport que paient les expéditeurs pour un service de transport par voie maritime. Le coût d'exploitation du navire, ou coût de transport par voie maritime proprement dit, est estimé à partir de modèles d'établissement des coûts des navires qui font appel à des coûts horaires d'exploitation de navire spécifiques au type de bâtiment et de produit de base, avec des estimations des durées de transit entre des ports d'origine et de destination définis. L'aptitude à mesurer l'effet de changements dans la durée de transit sur les coûts de transport est importante, car le niveau d'investissement ou d'entretien dans le réseau influence les durées de transit. Un réseau moins fiable prolonge la durée de transit, ce qui entraîne des coûts supérieurs de transport par navire.

Analyse des tarifs et enquête auprès des expéditeurs

Les coûts des navires et les tarifs de transport peuvent servir à calculer les avantages en matière de transport qu'offre le réseau GLVMSL. Une analyse poussée du trafic et des tarifs de transport a été réalisée à partir d'un échantillon de 857 mouvements d'expédition maritime en 2002. Chaque ensemble de données triples, origine, destination et produit, porte sur un flux annuel supérieur à 18 000 tonnes. L'échantillon couvrait plus de 40 produits de base différents pour un total de 163 Mtm d'expéditions, représentant quelque 90 % du tonnage total du réseau GLVMSL en 2002. L'étude a utilisé les niveaux de coût du quatrième trimestre de 2004 pour le calcul des effets économiques au niveau du développement économique national (procédure NED, National Economic Development). Les tarifs de fret calculés pour chaque mouvement sont des tarifs tout compris de l'origine à la destination ultime, avec les tronçons routiers ou ferroviaires en provenance ou à destination du mode maritime, les frais de chargement, transbordement et déchargement, et le tarif principal du transport proprement dit (navire, train ou camion). Le résultat propose une estimation fiable et concise des économies de coûts de transport que le réseau GLVMSL offre à l'industrie. Toutefois, ces estimations ont leurs limites, ne tenant pas compte de l'effet concurrentiel des tarifs de voie navigable sur la grille tarifaire globale dans la région, non plus que d'éventuels avantages d'atténuation de la congestion routière ou ferroviaire aux postes frontaliers.

L'étude présente une ventilation des économies pour l'expéditeur à l'égard de 10 groupes de produits de base (voir tableau 3.1). Pour certains produits, l'économie représente la différence entre faire ses frais et la rentabilité. Ainsi, le réseau GLVMSL offre pour le blé une économie de 17,40 \$ la tonne. Ce montant représente 12 % du prix du marché du blé, en présumant des prix typiques du blé de 150 \$ la tonne. Pour le minerai de fer, les économies s'établissent à 9,35 \$ la tonne, soit 23 % du prix du marché du minerai, en présumant des prix typiques de 40 \$ la tonne. Ces avantages économiques sont d'un ordre suffisant pour représenter un facteur significatif de compétitivité économique dans les secteurs de l'agriculture et de l'acier.

Dans l'ensemble, le réseau GLVMSL offre aux expéditeurs des économies moyennes de 14,80 \$ la tonne en frais de transport et de manutention, comparativement à l'option la plus concurrentielle, le transport exclusivement terrestre. Pour la période à l'examen, le réseau GLVMSL a fait économiser aux expéditeurs un total de 2,7 milliards \$ en frais de transport et de manutention qu'ils auraient dû autrement assumer avec d'autres modes de transport.

Le tableau 3.2 présente une ventilation régionale des économies du réseau pour l'expéditeur. Ce tableau comprend les économies pour le trafic qui traverse chaque système d'écluses, ainsi que pour le trafic interne des Grands Lacs qui ne passe pas par des ouvrages de navigation.

TABLEAU 3.1
Économies de transport offertes par le réseau GLVMSL³

Groupe de produit de base	Taille échantillon (tonnes métriques)	Économies (tonnes métrique)	Économies totales*
Granulats et scories	37 813 000	16,03 \$	605 988 000 \$
Minerais et minéraux métalliques	62 395 300	9,35 \$	583 464 000 \$
Charbon, coke, coke de pétrole	40 783 600	13,36 \$	544 961 000 \$
Fer, acier et autres métaux	12 872 200	32,49 \$	418 219 000 \$
Minéraux non métalliques	8 883 600	19,50 \$	173 224 000 \$
Blé	8 046 500	17,37 \$	139 776 000 \$
Produits pétroliers	3 932 500	18,60 \$	73 137 000 \$
Autres grains et ingrédients d'aliments pour animaux	1 819 400	28,20 \$	51 330 000 \$
Soja	1 691 800	22,26 \$	37 667 000 \$
Maïs	1 169 300	23,61 \$	27 614 000 \$
Total	179 407 200	14,80 \$	2 655 360 000 \$

* En ordre décroissant d'économies totales pour l'expéditeur, arrondi au millier.

TABLEAU 3.2
Économies de transport offertes par le réseau GLVMSL, par région

Groupe de produit de base	Taille échantillon (tonnes métriques)	Économies (tonnes métrique)	Économies totales*
Écluses du Sault	83 921 100	12,98 \$	1 089 296 000 \$
Canal Welland	29 746 000	20,11 \$	598 277 000 \$
Montréal-lac Ontario	26 822 000	22,74 \$	609 812 000 \$
Trafic intérieur Grands Lacs, sans transit par une écluse	69 832 000	15,37 \$	1 073 488 000 \$

* Montants arrondis au millier.

3 L'analyse de tarif ne comprend pas les mouvements dans le Bas-Saint-Laurent, mais elle tient compte des mouvements en provenance et à destination de la Voie maritime.

Coût des fermetures non planifiées

L'analyse de tarif présentée dans la section précédente mentionne également l'impact économique de fermetures imprévues pour une brève période dans différentes parties du réseau. L'analyse comportait des entrevues sur le terrain avec des expéditeurs, afin d'établir leur réaction probable à de telles fermetures. Le coût de ces fermetures pour l'expédition peut ensuite être établi en comparant les coûts du réseau GLVMSL à ceux de la meilleure alternative disponible.

Dans le cas d'une fermeture jusqu'à concurrence de 30 jours, l'impact primaire prendrait probablement la forme de retards dans le mouvement des cargaisons, les expéditeurs étant probablement plus enclins à attendre la fin de la fermeture pour un délai de cette durée. Toutefois, une fermeture de plus de 90 jours entraînerait un changement de mode au profit du ferroviaire ou du routier, ou les deux, et pourrait également signifier un réacheminement de cargaisons vers des ports différents de la côte Est ou du golfe du Mexique. Généralement, une fermeture à long terme inciterait les expéditeurs à choisir une option de transport entièrement terrestre.

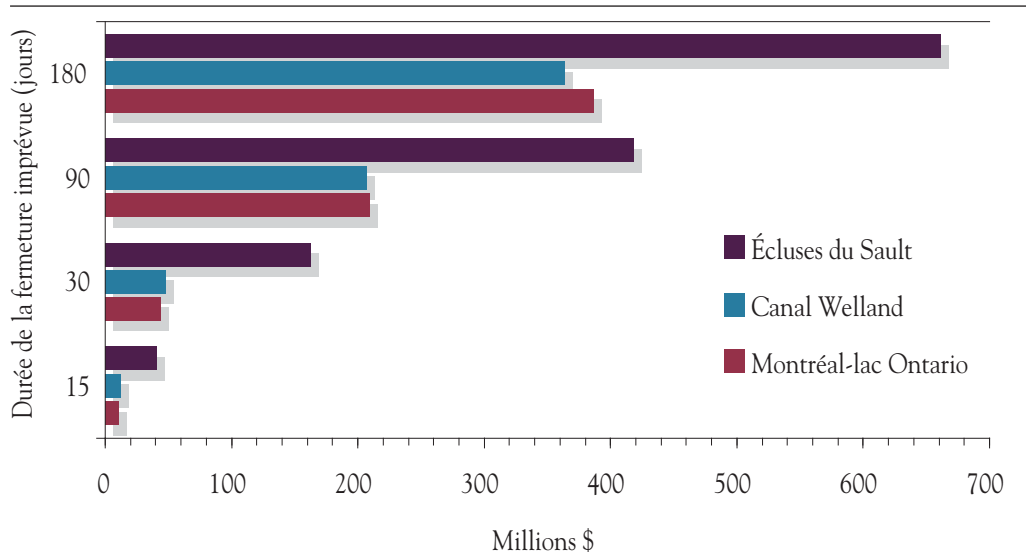
Les coûts estimatifs pour les expéditeurs des divers scénarios de fermeture imprévue sont présentés à la figure 3.15. Une fermeture de 15 jours pourrait réduire l'avantage de rentabilité du réseau GLVMSL pour les expéditeurs de 10,9 millions \$ dans la section MLO, de 12,1 millions \$ au canal Welland, et de 41 millions \$CAN aux écluses du Sault. Une fermeture de 180 jours entraînerait à ces emplacements respectifs des coûts de 387 millions \$, 363 millions \$ et 661 millions \$.

Ces données permettent d'estimer les avantages d'assurer la fiabilité du réseau. Les économies d'une politique d'entretien plus austère doivent être comparées à la

fréquence des fermetures imprévues qui entraînent des coûts de transport plus élevés. Le compromis entre un investissement initial dans l'infrastructure et les économies de transport sont au cœur de l'analyse économique.

Une constatation importante que l'on peut tirer de cette analyse des fermetures ressort de l'analyse du coût quotidien d'une fermeture. Une fermeture de courte durée (par exemple 15 jours ou moins) coûte moins que l'avantage quotidien moyen annuel qu'offre le réseau (la plupart des expéditeurs attendent simplement la fin de la fermeture). Une fermeture de longue durée (90 à 180 jours) coûte autant par jour que l'avantage quotidien moyen (comme on pourrait s'y attendre). La réaction à une fermeture de 30 jours est quelque peu différente, à cause du coût d'un réacheminement à court terme. Les écluses du Sault, en particulier, présentent un impact financier significatif pour une fermeture imprévue de 30 jours. Cet impact est lié à la nature captive du transport du charbon et du minerai par ces écluses, et de la difficulté de réacheminer des volumes d'une telle ampleur par des trajets de remplacement. Les autres écluses du réseau ne sont pas aussi sensibles à une fermeture, puisque le coût quotidien d'une fermeture est essentiellement égal aux avantages quotidiens nets qu'offre le réseau. Cette sensibilité moindre aux fermetures dans les Grands Lacs inférieurs témoigne de la disponibilité relative de modes de transport de remplacement dans la région, qui rend un changement de mode relativement peu dispendieux. Cependant, l'industrie de l'acier au Canada est une importante exception car la fermeture du réseau donnerait lieu à la fermeture des aciéries étant donné qu'aucune autre option n'est disponible en matière d'approvisionnement.

FIGURE 3.15
Coût estimatif d'une fermeture imprévue des écluses



CONCLUSIONS

Pendant un demi-siècle, le réseau GLVMSL a rempli une fonction cruciale à titre d'important couloir de transport desservant le commerce dans les bassins des Grands Lacs et du fleuve Saint-Laurent. Pendant cette période, son rôle a évolué pour s'adapter aux changements du contexte économique, et il continue d'apporter une contribution significative aux économies régionales et nationales. Le réseau GLVMSL demeure cependant axé sur la livraison de biens en vrac, comme le charbon et le minerai de fer, à des marchés intérieurs, tout en participant au flux descendant des grains pour l'exportation transatlantique.

Le réseau GLVMSL apporte toujours une importante contribution à l'économie régionale du bassin des Grands Lacs, et de ce fait à l'ensemble de l'économie de l'Amérique du Nord. Il est vrai que le tonnage total transporté dans le réseau a fluctué au cours des 50 dernières années, en fonction des changements dans l'offre et la demande de différents produits de base. Toutefois, ces dernières années, les niveaux de trafic se sont stabilisés autour de 260 Mtm par année. Un tel volume de trafic ne peut simplement pas être transféré à un réseau de transport terrestre déjà surchargé sans conséquences économiques graves pour les industries touchées. Le transport maritime demeure un complément essentiel et viable aux réseaux routiers et ferroviaires implantés dans la région. Comme il est prévu que les volumes d'échanges commerciaux augmenteront au cours des prochaines années, le transport maritime gagnera probablement en importance.

Compte tenu des niveaux actuels de trafic, le réseau GLVMSL possède un énorme atout pour l'avenir du fait de sa capacité inutilisée. Avec les pressions croissantes que connaissent les réseaux de transport terrestre dans la région, il serait possible d'avoir recours au réseau GLVMSL pour atténuer une partie de cette pression.

CHAPITRE 4

Facteurs environnementaux

Le bassin des Grands Lacs et le fleuve Saint-Laurent constitue une ressource hydrique unique, d'une grande importance environnementale.

Ce réseau d'eau douce, le plus important sur la planète, sous-tend la subsistance et les activités de 10 % de la population des États-Unis, et de 25 % de la population du Canada. Son écosystème s'est détérioré en conséquence de nombreuses activités humaines différentes, dont la navigation commerciale. La condition écologique des lacs et rivières connexes dans la région, et de la faune et des poissons qui en dépendent, affecte directement la future vitalité du réseau des Grands Lacs et de la Voie maritime du Saint-Laurent. L'envergure du réseau et le volume du trafic qui le fréquente ont un effet inévitable sur son environnement. La navigation commerciale n'est cependant que l'un des nombreux facteurs qui influencent l'environnement. Afin de protéger et maintenir la vitalité de la région, il est crucial d'identifier et de contrôler les agresseurs environnementaux les plus significatifs, autant ceux liés à la navigation que les autres.

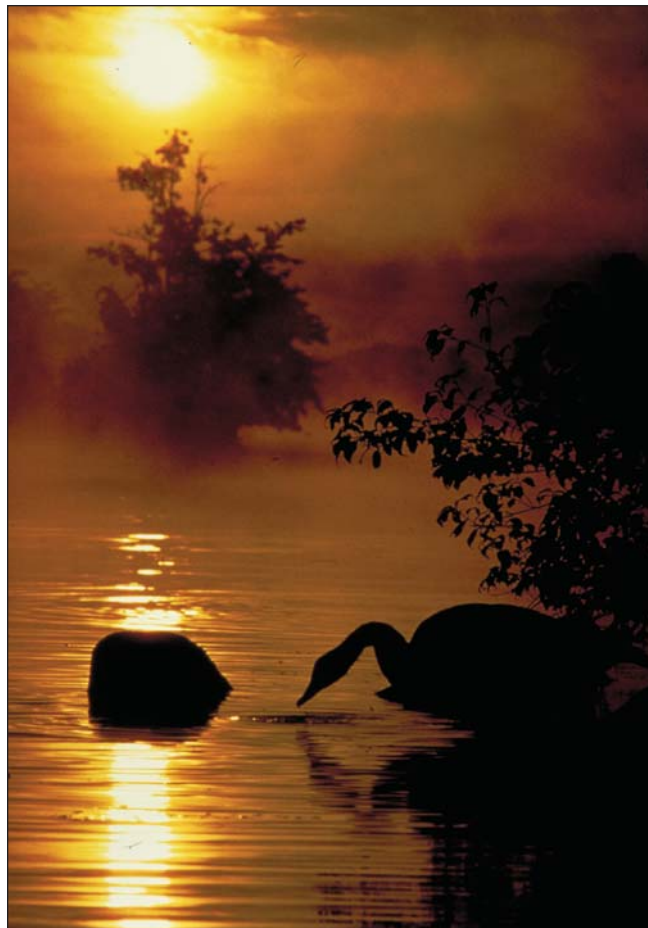
Un volet important de l'étude des Grands Lacs et de la Voie maritime du Saint-Laurent (GLVMSL) consistait à évaluer l'impact du réseau GLVMSL sur l'environnement régional. Ce mandat a été confié à l'Équipe chargée des dimensions environnementales. L'Équipe avait comme but premier d'examiner les conditions environnementales actuelles dans le bassin des Grands Lacs et le fleuve Saint-Laurent, en s'attardant aux incidences environnementales de la navigation commerciale. De plus, l'Équipe s'est penchée sur les tendances prévisibles susceptibles d'affecter les principales composantes de l'écosystème. Finalement, elle a envisagé des façons d'atténuer toute incidence environnementale négative future rattachée à la navigation commerciale dans le réseau GLVMSL.

Dans ce contexte, l'Équipe chargée des dimensions environnementales a pris en compte les conséquences environnementales d'éventuels changements dans le volume ou de type de trafic passant par le réseau, ainsi que tout effet lié à l'exploitation ou à l'entretien de l'infrastructure du réseau GLVMSL.

APERÇU

Le bassin des Grands Lacs et le fleuve Saint-Laurent constitue ensemble le plus important réseau d'eau douce sur la planète, qui sous-tend la subsistance et les activités des quelque 33 millions de personnes vivant dans son bassin hydrologique. Ce vaste bassin fournit l'eau potable, et satisfait des besoins domestiques, municipaux, industriels, récréatifs et de transport dans toute la région. Ses eaux permettent la production d'hydro-électricité, l'élimination des eaux usées, la navigation de plaisance, l'activité touristique, la présence de zones humides naturelles et la survie d'habitats et d'espèces uniques, en plus de la navigation commerciale dans le réseau GLVMSL. Le réseau s'inscrit donc dans cet ensemble complexe d'activités humaines et de relations environnementales, qui ont toutes leur origine dans les eaux de cette immense région et en dépendent.

L'origine du développement dans la région remonte à plusieurs siècles, lorsque le fleuve Saint-Laurent est devenu la première porte d'entrée du continent pour les pionniers européens. Au début, les activités économiques comprenaient la traite des fourrures et l'exploitation forestière commerciale. Les Grands Lacs et le fleuve Saint-Laurent se prêtaient également à la pêche de subsistance, qui allait éventuellement devenir une importante pêche commerciale. Toutefois, en l'absence de limites de prises imposées par le gouvernement, la surpêche a épuisé les stocks de poisson. L'agriculture a connu une progression régulière, au point de compter actuellement pour quelque 33. % de l'utilisation du sol



Bernache du Canada, Kent Lake Kensington Metro Park (Michigan)
 Source : U.S. Environmental Protection Agency, Great Lakes National Program Office, www.epa.gov

dans le bassin des Grands Lacs, dominant les zones riveraines du fleuve Saint-Laurent, et utilisant des engrais et herbicides qui aboutissent dans l'écosystème. La croissance urbaine dans la région s'est accompagnée d'émissions d'eaux usées et de pollution atmosphérique. Environ 26 millions des habitants du bassin sont maintenant concentrés dans cinq grandes régions métropolitaines (Chicago, Toronto, Détroit, Montréal et Cleveland). Tous ces grands centres et plusieurs autres de moindre envergure comptent des bases industrielles bien développées, auxquelles on attribue des rejets de métaux lourds, de composés organiques et d'une variété d'autres polluants. En bref, l'exploitation forestière, la pêche, l'agriculture, l'urbanisation et l'industrialisation ont toutes imposé des changements environnementaux permanents dans le bassin.

C'est dans ce contexte plus large que s'inscrit un ensemble d'effets environnementaux cumulatifs, bien que distincts, rattachés à la navigation commerciale dans le réseau GLVMSL. Une partie de ces effets provient des activités de construction, du dragage ou du sillage des navires.

L'aménagement de l'infrastructure et de plans d'eau de communication supplémentaires en soutien du commerce et du trafic maritimes a introduit des espèces exotiques envahissantes (EEE) aquatiques. Beaucoup de ces espèces se sont établies en permanence, affectant à la fois l'activité humaine et la flore et la faune du bassin. L'achèvement du réseau GLVMSL en 1959 s'est également accompagné d'un régime de gestion du niveau des eaux, qui a entraîné d'autres incidences environnementales.

Afin d'évaluer le contexte environnemental dans lequel fonctionne la voie navigable GLVMSL, l'Équipe chargée des questions environnementales de l'étude GLVMSL a examiné les éléments de stress environnemental qui affectent les principaux écosystèmes de la région. Elle a pris en compte tant les stress directement attribuables à la navigation que ceux qui n'y sont pas liés, et qui ne mettent pas en cause d'importants changements structurels socio-économiques ou des catastrophes environnementales. On a également évalué les incidences cumulatives éventuelles de l'effet combiné de tous les stress environnementaux. Les facteurs de la navigation peuvent agir de façon distincte et indépendante d'autres agresseurs, mais dans certains cas, les agresseurs rattachés à la navigation et ceux qui ne le sont pas peuvent avoir une incidence cumulative ou synergétique sur l'environnement.

COMPOSANTES VALORISÉES DE L'ÉCOSYSTÈME (CVE)

Afin de rendre l'analyse réalisable dans le contexte de la diversité des écosystèmes de la région, l'Équipe chargée des dimensions environnementales a concentré ses efforts sur les composantes valorisées de l'écosystème (CVE) les plus importantes. L'approche des CVE est une technique très répandue pour cibler une évaluation environnementale sur les éléments les plus pertinents en matière de valeur et de sensibilité à l'égard d'enjeux particuliers. L'Agence canadienne d'évaluation environnementale (ACEE) définit comme suit les composantes valorisées d'un écosystème :

Toute partie de l'environnement jugée importante par le promoteur, le public, les scientifiques et le gouvernement participant au processus d'évaluation. Tant les valeurs culturelles que les préoccupations scientifiques peuvent déterminer l'importance de la composante. (ACEE, 1999)¹

La pertinence de ce type d'évaluation environnementale provient de son orientation sur des préoccupations particulières, soit, dans l'étude GLVMSL, pour examiner l'impact de la navigation commerciale. L'Équipe chargée des dimensions environnementales a regroupé son analyse dans trois catégories de CVE : l'air, les écosystèmes terrestres, et les écosystèmes aquatiques (voir tableau 4.1). L'Équipe s'est ensuite attachée particulièrement aux incidences sur les CVE qui sont liées à la navigation dans le réseau GLVMSL.

TABLEAU 4.1

Composantes valorisées de l'écosystème

Groupe de CVE	CVE	Descriptions
Air	Qualité de l'air	Oxydes d'azote (NOx), oxydes de soufre (SOx), CO ₂ , monoxyde de carbone (CO), poussière et autres particules
Écosystèmes terrestres	Sol et eau souterraine	Contamination
	Végétation	Limité à la végétation riveraine de zone sèche
	Faune	Faune terrestre excluant les oiseaux aquatiques et de rivage
	Caractéristiques spéciales	Îles
Écosystèmes aquatiques	Eau et substrat	Qualité de l'eau, quantité d'eau et substrat
	Flore et zones humides	Zone humides et phytoplancton
	Faune aquatique	Poissons, invertébrés benthiques, zooplancton, espèces semi-aquatiques (p. ex. amphibiens, reptiles, oiseaux aquatiques et de rivage)

¹ ACEE (1999), Évaluation des effets cumulatifs – Guide du praticien, http://www.ceaa.gc.ca/013/0001/0004/index_f.htm

Qualité de l'air

La qualité de l'air est considérablement affectée par la densité de la population, la nature de la base industrielle et l'emplacement géographique. Ainsi, la pollution atmosphérique se situait initialement à de faibles niveaux dans le bassin supérieur, mais elle s'est accrue dans les années juste avant et juste après 2000. À l'inverse, la pollution atmosphérique a décliné dans les bassins atmosphériques autour des lacs du bassin inférieur. La qualité atmosphérique est en grande partie affectée par les émissions urbaines et industrielles, ainsi que par le transport à longue distance de polluants, et elle varie selon les conditions météorologiques. Des études d'Environnement Canada ont constaté une amélioration graduelle de la qualité de l'air dans les grands centres urbains, de 1974 à 1992. Les émissions globales de gaz à effet de serre (GES) ont augmenté de 24 % pendant la période de 1990 à 2003. Sur cette même période, le produit intérieur brut (PIB) a progressé de 43 %, ce qui dénote une réduction de la quantité de GES émise par unité de PIB.

Le secteur des transports dans son ensemble contribue pour 27 % au total des émissions de GES. Toutefois, moins de 3 % de l'ensemble des émissions de GES proviennent de l'expédition maritime. Comme chaque navire transporte une très grande quantité de cargaison, l'expédition maritime demeure globalement plus économe en carburant que le train ou le camion; elle consomme le moins d'énergie et produit moins d'émissions. Néanmoins, les navires au port peuvent avoir une incidence négative sur la qualité de l'air en libérant de fortes concentrations de SO_x, de NO_x et de particules. Une partie de ces émissions est attribuable aux pratiques de séjour dans les ports de navires qui continuent de faire tourner leurs moteurs pour produire de l'électricité, une autre partie à la combustion de carburant de mauvaise qualité. Ces facteurs ont un effet global réduit, mais l'impact local peut être plus intense. Néanmoins, les émissions des navires sont de plus en plus réglementées, et l'on réalise certains progrès en convertissant des navires à un carburant brûlant avec moins de résidus.

Écosystèmes terrestres

Sol et eau souterraine Bien que les incidences varient un peu partout dans le bassin, la qualité du sol et de l'eau souterraine a généralement décliné en conséquence de l'aménagement et de l'industrialisation. Les activités liées à la navigation peuvent détériorer le sol et l'eau souterraine de deux façons. En premier lieu, l'aménagement et l'utilisation d'une installation portuaire et le développement industriel connexe peuvent contaminer le sol, alors que les matières toxiques et industrielles peuvent aussi contaminer l'eau. Ensuite, le dépôt

terrestre des matériaux dragués peut affecter la qualité tant du sol que de l'eau souterraine, selon les caractéristiques du matériau déposé et l'état du site avant le dépôt. Ainsi, lorsque les sédiments sont fortement pollués, des matières toxiques peuvent cheminer dans le sol et l'eau souterraine pour atteindre le réseau trophique.

Végétation L'agriculture se pratique souvent près des rives, ce qui altère la couverture végétale naturelle. L'aménagement urbain et industriel affecte inévitablement la végétation riveraine de zone sèche. De plus, des espèces envahissantes tant indigènes qu'exotiques ont colonisé des zones perturbées, pour maintenant dominer le paysage. Pour ce qui est de la navigation, la végétation et les habitats riverains ont été modifiés et même éliminés par endroits pour tenter de modifier ou renforcer le littoral, afin d'aménager un port ou de contrôler l'érosion. Le dépôt de matériaux dragués a également modifié des aires naturelles. Finalement, les émissions atmosphériques, y compris celles des navires, ont eu certains impacts localisés.

Faune La destruction et la fragmentation des habitats causées par l'expansion tant urbaine qu'industrielle a entraîné une réduction des aires de reproduction, des populations fauniques viables et des populations des espèces. Le bruit et d'autres perturbations ont provoqué le départ ou l'élimination de nombreuses espèces fauniques indigènes. À certains endroits, l'aménagement et l'entretien des ports ont éliminé des populations viables de mammifères, d'oiseaux et de reptiles. Le dépôt de matériaux de dragage a créé de nouveaux habitats dans les zones touchées, qui ont parfois aidé au



Îles de Sorel
Source : Environnement Canada

rétablissement de populations d'oiseaux, parfois attiré des oiseaux dans des aires contaminées. Le déglacage pour dégager les chenaux a perturbé les déplacements des animaux sur la glace et affecté des relations prédateur-proie.

Îles À cause de leur habitat unique et de leur écosystème intact, les îles représentent des caractéristiques spéciales des Grands Lacs et du fleuve Saint-Laurent, et méritent une attention spéciale. Les îles offrent des habitats uniques pour la faune et le poisson, de même que des possibilités récréatives et des emplacements pour les aides à la navigation. Elles ont tendance à accueillir des espèces endémiques, et ne comportent souvent pas de mammifères prédateurs. La biodiversité y est relativement élevée, à cause de la juxtaposition des écosystèmes, de la présence de hauts-fonds propices à l'alevinage, et d'importants habitats de nidification et de halte migratoire pour les oiseaux. Il y a des milliers de ces îles, qui peuvent être de très grande taille, comme l'Isle-Royale dans le lac Supérieur ou l'île Manitoulin dans le lac Huron, ou former de grands archipels d'îles plus petites, comme le secteur des trente milles îles de la baie Georgienne, les Mille-Îles et l'archipel de Sorel dans le fleuve Saint-Laurent. La plupart de ces îles sont des formations naturelles, mais certaines sont des créations anthropiques, habituellement par le dépôt de matériaux de dragage. L'état environnemental de ces îles varie également, allant d'habitats vierges dans le lac Supérieur à des îles gravement altérées dans la rivière Détroit et le fleuve Saint-Laurent.

L'une des menaces les plus graves pour les îles est la perte de biodiversité, causée par une activité accrue d'aménagement et de loisirs, des pratiques non durables d'agriculture et d'exploitation forestière, l'introduction d'espèces non indigènes, les contaminants, un changement du niveau de l'eau, la fragmentation de l'habitat et le dépôt de matériaux de dragage. Une réduction de la biodiversité sur une île peut avoir un impact plus marqué que dans un habitat non insulaire, parce que les îles ont des liens limités avec les habitats riverains adjacents, et peuvent donc moins facilement se remettre des perturbations. L'introduction d'espèces non indigènes peut constituer une menace plus grave à la biodiversité que dans les habitats riverains, à cause de la moindre résilience écologique inhérente à cet environnement. Un aménagement humain accru, pour l'habitation ou les loisirs, peut compromettre l'isolement écologique qui confère aux écosystèmes insulaires leur caractère unique.

L'érosion est un phénomène courant dans les îles, qui peut affecter plus les îles composées de sédiments meubles (p. ex, sable, limon) ou de roche sédimentaire. L'érosion par l'eau, les vagues et le vent peut être exacerbée par l'activité humaine, comme la suppression ou la modification de la végétation riveraine, ou l'aménagement de perrés ou de jetées qui entravent le phénomène normal de dérive littorale.

L'aménagement et l'exploitation des chenaux de navigation commerciale ont supprimé ou affecté des îles, directement par des pratiques opérationnelles comme le dragage et le dépôt des matériaux de dragage, et par la régulation du niveau de l'eau. La navigation commerciale a comme effets le sillage des navires, l'érosion par la glace et les ondes de pression sous la glace, tous des facteurs qui contribuent à l'érosion et l'altération des rivages.

Écosystèmes aquatiques

Qualité de l'eau Les plans d'eau sont caractérisés selon leur productivité biologique et leurs niveaux de nutriments. Dans les Grands Lacs, on trouve à une extrémité du spectre le lac Supérieur, le moins affecté par l'agriculture, l'urbanisation et le développement industriel; il est qualifié d'*oligotrophe*, ce qui signifie qu'il est pauvre en nutriments. De tels lacs ont habituellement une eau très claire et riche en oxygène, avec un faible niveau de développement d'algues et d'activité biologique. À l'autre extrémité du spectre se trouvent les lacs eutrophes, comme le lac Érié. Dans ces lacs, une accumulation de nutriments accélère le développement d'algues, et à mesure que la biomasse se décompose, le niveau d'oxygène peut diminuer au point d'affecter les espèces du lac.

Bien que les concentrations de phosphore en eau libre aient diminué dans les lacs Michigan, Érié et Ontario, chacun de ces lacs affiche toujours de fortes concentrations locales dans certaines zones. La charge en nutriments, phosphore et azote, du fleuve Saint-Laurent affecte négativement l'estuaire maritime du Saint-Laurent et le golfe du Saint-Laurent. Les concentrations d'oxygène diminuent dans le profond chenal Laurentien, en partie en conséquence d'une demande en oxygène accrue provoquée par une reminéralisation de quantités augmentées de matières organiques dans le sédiment. Une baisse de la charge en nutriments à la fois d'azote et de phosphore pourrait améliorer la situation dans le fleuve.

Les efforts de réduction des nutriments ont connu du succès pendant les années 1980 et au début des années 1990, mais le lac Érié montre toujours des signes d'eutrophisation, de même que le lac Ontario et la lac Saint-Pierre du fleuve Saint-Laurent, bien que la situation soit probablement moins grave dans ces deux lacs. De 1995 à 2003, les concentrations de phosphore en hiver et au début du printemps ont connu une progression constante. Récemment, des scientifiques ont observé des situations anoxiques et des proliférations denses de cyanobactéries, régulièrement constatées des années 1950 à 1970. Différence importante toutefois, les espèces toxiques de cyanobactéries sont maintenant répandues.

Le bassin des Grands Lacs et le fleuve Saint-Laurent ont un historique de contamination chimique. Dans tout le bassin, les tendances des niveaux de contaminants révèlent un recul général des hydrocarbures aromatiques polycycliques, des biphényles polychlorés (BPC), des pesticides, des métaux lourds et autres toxines. Il subsiste cependant des concentrations locales élevées qui demeurent préoccupantes. En plus des contaminants traditionnels ou hérités du passé, on commence à se préoccuper des niveaux de produits pharmaceutiques, de produits de soins personnels et de produits chimiques comme l'éther diphénylique polybromé (EDP) que l'on retrouve maintenant dans les lacs et le fleuve Saint-Laurent.

L'amélioration des infrastructures médicales partout dans le bassin a considérablement rehaussé l'efficacité du traitement municipal des eaux usées. Néanmoins, les problèmes et les défis persistent dans de nombreuses villes, à cause du vieillissement de l'infrastructure et de la capacité limitée de traitement des eaux lors de tempêtes.

Pour s'attaquer à ces préoccupations sur la qualité de l'eau, les gouvernements du Canada et des É.-U., en collaboration avec ceux des provinces et des états, ont désigné des secteurs préoccupants dans les zones les plus polluées des Grands Lacs, et ils élaborent et mettent en œuvre des plans d'assainissement pour corriger les problèmes de qualité de l'eau et leur origine de manière adaptée à chaque secteur. Au total, on a désigné 43 secteurs préoccupants, dont trois ont fait l'objet d'une remise en état qui a permis de les retirer de la liste. Actuellement, on compte 25 de ces secteurs aux É.-U., 10 au Canada, et cinq chevauchant les deux pays, dont certains se trouvent dans des zones portuaires ou à proximité. Des collectivités riveraines du Saint-Laurent au Québec ont lancé un programme complémentaire de zones d'intervention prioritaire, en vue d'élaborer des plans d'action locaux et régionaux portant sur la contamination chimique, la détérioration physique et biologique, et les ouvertures socio-économiques de développement.

Les contaminants peuvent également affecter les sédiments des lacs et des rivières, qui à leur tour peuvent affecter la qualité générale de l'eau. Ainsi, la moindre concentration des BPC et des métaux lourds a entraîné une baisse des concentrations de ces contaminants dans les sédiments de surface. Toutefois, les sédiments plus profonds maintiennent toujours un niveau élevé de polluants hérités du passé, qui peuvent être exposés lors des opérations de dragage. L'érosion et les dépôts, provoqués par la modification des courants découlant de changements aux lits de rivière et du contrôle du courant, et dans certains cas par le sillage des navires, ont également affecté les sédiments.

On peut attribuer à la navigation des effets tant directs qu'indirects sur la qualité de l'eau. Les contributions indirectes comprennent l'aménagement d'installations portuaires, accompagné de rejets de contaminants des activités de construction et d'entretien, et la croissance démographique et industrielle découlant de la présence du port. Les contributions directes proviennent des activités de dragage et d'entretien des chenaux, de l'impact du passage des navires, de l'élimination des déchets, des rejets accidentels de contaminants, et des balayures de cale. L'impact du passage des navires comprend l'affouillement du fond et le souffle de l'hélice, qui contribuent tous deux à accentuer la turbidité et à remettre en suspension dans la colonne d'eau des sédiments et des contaminants emprisonnés. Les activités de dragage et d'entretien des chenaux peuvent libérer des contaminants dans la colonne d'eau. Des pratiques inappropriées d'élimination des déchets et le rejet accidentel de produits pétroliers ou d'eau de cale contribuent également à détériorer la qualité de l'eau. Le balayage des cales dans les ports peut créer un niveau élevé de nutriments en conséquence du rejet accidentel de résidus de cargaisons sèches, comme des copeaux de bois, du coke, de la potasse, du calcaire, du minerai de fer, du sable de fonderie, de sel, de l'engrais et des grains. Les impacts de ces pratiques sont généralement mal connus.

Quantité d'eau L'écologie du bassin des Grands Lacs et du fleuve Saint-Laurent est fortement dépendante des niveaux de l'eau et des caractéristiques de circulation dans le réseau. Les niveaux et les flux de l'eau sont influencés à la fois par les caractéristiques naturelles et l'activité humaine.

Les Grands Lacs ont été créés lors du retrait du glacier Wisconsin il y a quelque 10 000 ans. Le retrait des glaciers a formé des crêtes de terrain, à l'intérieur desquelles la fonte des eaux a créé d'immenses lacs. Les lacs ont changé de forme au fil du temps, à mesure que les glaciers se retiraient vers le nord. Les glaciers, d'une taille et d'un poids immenses, épais de milliers de mètres par endroits, ont comprimé la croûte terrestre, qui a

recommencé à se soulever à mesure que se retiraient les glaciers. Ce soulèvement glacial se poursuit encore, à des niveaux variables, alors que des zones au nord du lac Supérieur se soulèvent de jusqu'à 60 cm (20 po) par siècle, tandis que les extrémités sud du bassin ne connaissent qu'un soulèvement de 10 cm (4 po) ou moins par siècle, ce qui modifie l'élévation relative autour des lacs et affecte donc la ligne de rivage. Depuis la retraite des glaciers, les niveaux des lacs ont connu d'énormes fluctuations selon les variations climatiques et l'évolution suivie du bassin hydrographique. Ces niveaux ont varié de plus de 100 m (300 pi), laissant la marque d'antiques lignes de rivage très haut sur les flancs de colline des rivages, et les vestiges d'une antique forêt au fond du sud du lac Huron. À notre époque encore, le soulèvement de la croûte, les variations climatiques, et les processus d'érosion et de dépôt continuent d'altérer la taille et la forme des lacs.

Les variations naturelles de précipitation et d'évaporation font fluctuer les niveaux des lacs, à l'échelle tant annuelle que décennale. Le cycle annuel des précipitations et de l'écoulement de surface fait que les lacs atteignent leur plus bas niveau à la fin de l'hiver, après quoi le niveau de l'eau remonte, alimenté par la fonte des neiges, l'écoulement de surface et les précipitations. Le vent, les fluctuations de la pression atmosphérique et les embâcles contribuent également à des fluctuations à court terme du niveau des lacs et rivières dans tout le réseau. La concentration de glace exerce une influence considérable sur les niveaux d'eau, en faisant varier la quantité d'évaporation.

L'humain influence les niveaux d'eau par la manipulation des écluses, barrages et portes de contrôle construites dans le cadre de l'aménagement de la Voie maritime et du réseau hydro-électrique. En fait, une conséquence majeure de l'infrastructure du réseau GLVMSL a été d'atténuer les fluctuations naturelles des niveaux d'eau dans le fleuve Saint-Laurent et les lacs Ontario et Supérieur.

Le détournement d'eau du réseau des Grands Lacs est soumis à l'attention du public et des gouvernements. On compte trois emplacements primaires de détournement de l'eau, mais aucun ne fait partie du réseau de la Voie maritime. Il y a eu deux détournements vers le lac Supérieur, des rivières Long Lac et Ogoki, toutes deux au Canada. La dérivation de Chicago achemine de l'eau du lac Michigan qui aboutit éventuellement dans le fleuve Mississippi, pour des fins d'hygiène, de navigation et de production hydro-électrique. Ensemble, ces trois détournements créent un débit entrant net de 67 mètres cubes d'eau par seconde (m^3/s), représentant seulement 1 % du débit entrant annuel moyen des Grands Lacs.

L'exploitation régulière du réseau de navigation dépend en partie de la régulation du niveau et du débit de l'eau à l'intérieur des Grands Lacs et de la région du fleuve Saint-Laurent. Les gouvernements canadien et américain ont créé la Commission mixte internationale (CMI) pour veiller au enjeux qui touchent les eaux limitrophes. La CMI a le pouvoir d'autoriser la construction et de superviser l'opération de structures de régulation des niveaux de l'eau dans les Grands Lacs. La régulation du niveau de l'eau du lac Supérieur s'effectue par des ouvrages de compensation sur la rivière St. Mary's, tandis que la régulation du niveau de l'eau du fleuve Saint-Laurent provient d'ouvertures contrôlées des vannes de la centrale Moses-Sanders, qui a aussi un effet direct sur les niveaux du lac Ontario. Ces mesures de contrôle tiennent compte des taux prévus de précipitations naturelles, de l'écoulement de surface et de l'évaporation.

La construction d'une infrastructure liée à la navigation a considérablement altéré le régime d'écoulement. Le dragage de la partie supérieure de la rivière St. Clair a entraîné une baisse permanente du niveau des eaux des lacs Huron et Michigan de 38 cm (15 po). Avant la régulation de son débit sortant en 1969, les niveaux de l'eau du lac Ontario connaissaient des fluctuations pouvant atteindre les 2 m (6,6 pi). Le plan de régulation actuel vise un écart plus limité de 1,2 m (4 pi). La réduction des fluctuations des niveaux d'eau a également entraîné des débits plus variables dans le fleuve Saint-Laurent. Qui plus est, avec l'influence du changement climatique, des modèles de prévision indiquent que le débit entrant du fleuve Saint-Laurent pourrait diminuer de 4 à 24 % d'ici 2050. Selon le scénario retenu, tous les Grands Lacs pourraient connaître une baisse significative de leur niveau d'eau.

Substrats Le substrat désigne le sol, les sédiments et autres matériaux du fond d'une voie navigable, servant de médium aux plantes aquatiques, aux organismes de fond (benthiques) et aux bactéries. Ce substrat contient souvent des contaminants qui pénètrent dans l'eau pour ensuite se déposer au fond. Les contaminants chimiques demeurent souvent dans le substrat jusqu'à ce que ce dernier soit perturbé. Près de la rive, le matériau du substrat est souvent sablonneux, mais plus loin de la rive, le sable est mélangé au limon ou à l'argile. En plus grande profondeur, le sédiment est un mélange d'argile et de sédiment fin.

La construction et l'entretien de l'infrastructure et les manoeuvres des navires peuvent affecter le substrat. L'aménagement de chenaux et de ports a donné lieu à un dragage important et au dépôt des matériaux de dragage. Cette perturbation du substrat libère souvent une contamination toxique et altère l'habitat. Les manoeuvres des navires affouillent des matériaux du

substrat, les remettent en suspension et causent de l'érosion dans les zones d'eau peu profonde. Les opérations de déglacage peuvent affouiller le fond. Une baisse des niveaux d'eau peut exacerber tous ces effets.

Zones humides Les zones humides sont généralement saturées d'eau assez longtemps pour promouvoir des processus marécageux ou aquatiques, révélés par des sols mal drainés, des hydrophytes et divers types d'activité biologique adaptée à un environnement humide. Les grandes zones humides côtières du bassin des Grands Lacs et du fleuve Saint-Laurent constituent des écosystèmes cruciaux qui contiennent une diversité de plantes, notamment de nombreuses espèces rares et importantes, et qui fournissent un important habitat de reproduction et de migration pour le gibier d'eau, ainsi que des aires où de nombreuses espèces de poisson peuvent se nourrir, s'abriter et se reproduire. Les zones humides ont également une fonction de stockage naturel



Canal Little, lac Supérieur, Wisconsin
Source : U.S. Environmental Protection Agency, Great Lakes
National Program Office, www.epa.gov

de l'eau et de nettoyage, qui contribue aux processus hydrologiques naturels. La perte de zones humides réduit à la fois la quantité et la qualité des habitats pouvant accueillir des centaines d'espèces de flore et de faune, et diminue de ce fait la biodiversité.

Auparavant, les zones humides étaient souvent perçues comme des terrains inutilisables, et elles ont servi de lieu d'aménagement, de renforcement des berges et de décharge, ce qui a entraîné sur un grand territoire des pertes d'habitat, de la détérioration et une réduction de la diversité. Ces pertes sont prononcées dans les Grands Lacs inférieurs, plus particulièrement dans la région des rivières St.-Clair-Détroit, du lac Érié et du lac Ontario, et dans la région de Montréal, le long du fleuve Saint-Laurent, où les zones humides ont disparu ou changé de nature en conséquence de l'inondation permanente causée par la création de la Voie maritime.

Le rythme de perte d'habitat et de détérioration dans les zones humides a considérablement ralenti au cours de la dernière décennie, avec la mise en œuvre de politiques et programmes plus complets de protection de l'habitat, et parce qu'il reste si peu de zones humides. Des pertes marginales ont encore lieu cependant, dans des endroits faisant l'objet de pressions accrues en faveur de l'aménagement et d'une régulation du niveau de l'eau.

Le changement climatique et son effet potentiel de baisse permanente des niveaux d'eau pourraient réduire la taille, la complexité et l'accessibilité de certaines zones humides. Ailleurs, l'inverse pourrait survenir, soit des zones plus profondes qui deviennent assez peu profondes pour favoriser le développement de zones humides. La modification du territoire géographique de certaines espèces affectera la combinaison globale des espèces dans la région.

La plus grande part de la disparition des zones humides découle d'activités qui ne sont pas liées à la navigation. Toutefois, d'éventuels aménagements terrestres en soutien de la navigation commerciale pourraient éliminer ou altérer des zones humides si l'on ne prend pas les précautions appropriées au niveau de l'emplacement, de la conception et de l'exploitation. Dans les chenaux étroits, le souffle de l'hélice et les vagues libres ont un effet néfaste sur les zones humides. Les impacts comprennent l'érosion des berges et de la zone littorale, et l'arrachage de végétation submergée. Des changements de niveau d'eau peuvent avoir des effets néfastes sur les zones humides, par inondation ou par assèchement. L'introduction d'espèces envahissantes exotiques par les activités maritimes peut affecter la diversité des espèces dans les terres humides.



Lac Saint-Pierre, Québec
Source : Environnement Canada

Plancton Les bactéries et le plancton à la base de la chaîne alimentaire des Grands Lacs ont été affectés par les concentrations de nutriments découlant de divers types de pollution. Au chapitre des incidences de la navigation, la plus importante provient de l'introduction d'espèces exotiques envahissantes (EEE). Ainsi, la moule zébrée au stade larvaire est maintenant répandue parmi les populations de zooplancton dans certaines parties du bassin des Grands Lacs et du fleuve Saint-Laurent, et la population adulte de l'espèce réduit la densité du phytoplancton par ses activités de filtrage, ce qui semble exercer des pressions sur d'autres espèces clés dans le réseau trophique. De manière globale, le fonctionnement des populations traditionnelles de zooplancton partout dans la région a été significativement altéré par les EEE. Il s'agit d'un impact que l'on peut attribuer directement à la navigation, puisque la nouvelle espèce semble être arrivée dans la région par les eaux de ballast de navires passant par le réseau GLVMSL.

Organismes de lit de lac La situation des organismes de fond a grandement changé au cours des deux dernières décennies. La moule zébrée et la moule quagga, deux espèces non indigènes, ont décimé les populations de moules indigènes. Elles ont usurpé ou modifié une partie de l'habitat, avec l'impact conséquent sur d'autres espèces et le réseau trophique indigène. Les dépôts de matières fécales et pseudofécales ont augmenté localement la teneur en matières organiques du sédiment, ce qui a accru l'activité microbienne et stimulé l'activité d'autres organismes benthiques, ainsi que leur diversité et densité.

Une teneur accrue de carbone biogène dans le sédiment accroît la consommation d'oxygène par les organismes de lit de lac, et peut entraîner un épuisement d'oxygène dans les couches plus profondes des lacs. Ce phénomène peut entraîner la mort d'une grande partie des populations de lit de lac. Il s'agit d'un phénomène important, en particulier dans le lac Érié et la partie profonde du chenal Laurentien dans le golfe du Saint-Laurent.

De plus, les navires ont des incidences directes, lorsqu'ils s'échouent ou jettent l'ancre, ce qui a pour effet d'écraser, de racler ou de déloger des organismes de lit de lac, et d'altérer leur habitat. L'affouillement ou l'abaissement de la surface par le souffle de l'hélice et les vagues libres dans les zones peu profondes peuvent avoir des impacts similaires sur les organismes de lit de lac. L'aménagement du réseau de navigation a altéré l'habitat des chenaux de communication, et le dragage ou la nouvelle construction peuvent déloger ou enfouir des organismes, en plus d'altérer l'habitat en permanence.

Poisson Les populations de poisson du bassin des Grands Lacs et du fleuve Saint-Laurent ont subi les incidences négatives de pertes d'habitat, de la surpêche, de la contamination chimique et d'autres perturbations de l'écosystème, en particulier l'introduction d'EEE. Avant l'invasion de la lamproie en amont de Niagara Falls, les populations de poisson des Grands Lacs subissaient déjà les stress de la pêche intensive et de la perte d'habitat. Lorsque des populations de lamproie se sont établies en amont du lac Ontario dans les années 1930, le stress accru de ce prédateur a été la goutte qui faisait déborder le vase pour les populations indigènes de touladi dans tous les lacs, sauf le lac Supérieur, où des vestiges des stocks de touladi ont survécu jusqu'à ce que les efforts de contrôle des populations de lamproie commencent à donner des résultats. Avec l'élimination presque complète du prédateur de niveau trophique supérieur, les populations d'espèces prédatrices envahissantes comme le gaspareau, l'éperlan et l'aloise noyer ont explosé; au Michigan, les mortalités massives de gaspareau ont atteint le niveau de nuisance publique dans les années 1960.

C'est également dans les années 1960 que l'on a entrepris des mesures efficaces de contrôle des populations de lamproie et de la mortalité qu'elles causaient chez les poissons des Grands Lacs. Peu après le début de ces initiatives de contrôle, des éclosiers fédéraux ont accru les stocks de touladi en vue du rétablissement de la population, et des agences des pêches des états ont introduit le saumon du Pacifique pour contrôler la surabondance de gaspareau. Cet accroissement des populations prédatrices de touladi et de saumon a permis de stabiliser les communautés halieutiques. Avec le rétablissement de populations stables de touladi dans le lac Supérieur, on

estime que la communauté halieutique est généralement restaurée, et les efforts de repeuplement ont quelque peu ralenti. Les populations de doré jaune ont également été rétablies dans le lac Érié. L'ensemencement des autres Grands Lacs avec des stocks de touladi et de saumon du Pacifique se poursuit, bien que le lac Huron compte des populations stables de saumon du Pacifique. D'autres espèces indigènes comme le corégone, le cisco de profondeur, le grand corégone et la perchaude, dont les populations avaient été extrêmement réduites par l'invasion de la lamproie et du gaspareau, se sont généralement rétablies. Les communautés de poisson ont également changé dans le fleuve Saint-Laurent au cours des dernières décennies, du fait de nombreux facteurs dynamiques, certains relevant de la modification de l'hydrologie et de l'utilisation des rivages.

Néanmoins, des invasions suivies et persistantes d'espèces comme les moules zébrée et quagga, les gobies à taches noires et de la mer Noire, la grémille et autres zooplanctons présentent toujours une grave menace pour la stabilité du réseau trophique et les populations de poisson des Grands Lacs.

Le passage des navires peut affecter directement des populations de poisson en entraînant le poisson dans les hélices, en perturbant les poissons au repos, en provoquant des activités et des stress anormaux l'hiver lors du déglacage, en délogeant des œufs et des larves des frayères et des aires d'alevinage, et en causant l'envasement des frayères. D'autres incidences significatives ont été rattachées à l'altération des habitats pendant l'aménagement du réseau de navigation.

ÉVALUATION DES AGRESSEURS ENVIRONNEMENTAUX

Dans l'évaluation des agresseurs affectant les composantes valorisées de l'écosystème, les auteurs de l'étude ont distingué les agresseurs associés à la navigation de ceux qui relèvent d'autres facteurs, comme la pression démographique, l'expansion économique ou le tourisme et les loisirs (voir tableau 4.4). Le changement climatique a été abordé séparément à cause de la grande portée de ses effets, et parce qu'il peut influencer les agresseurs liés à la navigation ou non. Les agresseurs non liés à la navigation relèvent de l'aménagement et de l'utilisation du sol, et des loisirs et du tourisme rattachés à l'eau. Les agresseurs liés à la navigation comprennent :

- les stress que subissent les rivages et les chenaux en conséquence des opérations de dragage et d'entretien portuaire;
- les stress relatifs à la gestion des niveaux d'eau pour les exigences de la navigation;
- les stress causés par des activités terrestres de soutien de la navigation, comme la construction et l'entretien d'installations;
- de nombreux stress découlant des opérations des navires, notamment la pollution et les déversements, la turbulence causée par le sillage des navires, et l'introduction d'espèces exotiques envahissantes (EES) aquatiques.

Enjeux liés à l'entretien des chenaux et des ports

Des parties du réseau GLVMSL ont besoin d'activités régulières de dragage pour maintenir la navigabilité des ports et des chenaux. Certaines des incidences environnementales des activités de dragage :

- turbidité, moindre pénétration de la lumière et accroissement des particules en suspension, à la fois au dragage et au dépôt des matériaux de dragage;
- remise en suspension de matériaux du fond des voies navigables et libération possible de contaminants, de nutriments, de gaz et de substances consommables d'oxygène emprisonnées dans les sédiments de fond;
- impacts sur le poisson et les habitats de frayère;
- enlèvement d'organismes importants vivant à l'intérieur ou en surface du substrat du fond;
- altération de l'écoulement de l'eau dans les zones humides et perte d'habitats de zone humide;
- ralentissement du débit à l'extérieur du chenal de navigation, avec sédimentation connexe.

Ainsi :

- le dragage des chenaux de navigation dans les eaux à proximité du rivage, la construction portuaire et l'expédition aux embouchures des rivières ont contribué au déclin d'organismes vivant dans des zones du lac Supérieur et modifié le régime de zone humide de parties du fleuve Saint-Laurent, comme le lac Saint-Pierre;

TABLEAU 4.2

Agresseurs environnementaux

Catégorie d'agresseur		Agresseur	
Non lié à la navigation	Général	Changement climatique	
	Aménagement et utilisation du sol	Prélèvement et détournement de l'eau	
		Introduction et propagation d'EEE	
		Émissions atmosphériques	
		Effluents industriels et municipaux	
		Élimination de déchets solides	
		Fragmentation du paysage	
		Écoulement de surface	
		Altération ou renforcement des rivages	
		Bruit et vibrations	
		Érosion et sédimentation	
	Loisirs et tourisme axés sur l'eau	Introduction et propagation d'EEE	
		Altération ou renforcement des rivages	
		Élimination des déchets, pollution	
		Érosion et remise en suspension des sédiments	
	Lié à la navigation	Entretien des ports et chenaux	Modification de chenal
			Dépôt des matériaux de dragage
			Altération ou renforcement des rivages
Gestion des eaux		Dragage d'entretien	
		Gestion des eaux à toutes fins	
Activités terrestres de soutien		Aménagement d'infrastructure	
		Entretien des installations	
		Rejets non contrôlés	
Opérations des navires		Introduction et propagation d'EEE	
		Émissions atmosphériques des navires	
		Biocides (antisalissure)	
		Accidents, déversements	
		Bruit et vibrations	
		Élimination des déchets	
		Remous, vagues libres et sillage	
		Balayures de cale	
Échouement, ancrage			
Déglçage		Interaction avec la faune	

- l'aménagement du chenal dans la rivière St. Mary's pourrait avoir détruit de nombreux sites de frayère du corégone;
- le dragage des rivières St. Clair et Détroit a eu comme effet cumulatif de baisser le niveau des lacs Huron et Michigan de quelque 38 cm (15 po). Ce dragage a englobé l'exploitation commerciale du gravier (dans les années 1920) et des améliorations à la navigation (des années 1800 jusqu'en 1962).

L'élimination des matériaux de dragage entraîne des incidences supplémentaires. Le dépôt terrestre peut entraîner des odeurs, de la poussière et une réduction de la qualité de l'air. La qualité des eaux souterraines et de surface peut également être affectée par la turbidité ou la contamination chimique. Le dépôt dans des zones humides est particulièrement préoccupant, car les matériaux de dragage peuvent altérer ou perturber leur écosystème. Les effets peuvent comprendre la perturbation ou le déplacement de populations animales, des changements à la qualité de l'eau de surface, des rejets de particules fines, la sédimentation et l'enfouissement d'organismes, des rejets de substances toxiques, la perte d'habitats productifs et l'introduction d'espèces envahissantes. Les matériaux de dragage déposés en eau libre ou dans des eaux restreintes peuvent altérer les courants ou l'écoulement de l'eau, favoriser l'envasement, accroître la turbidité, libérer des matières toxiques, enfouir ou déplacer des organismes, ou priver des organismes d'habitats de frayère ou d'alevinage.

Toutefois, dans certains cas, le dépôt de matériaux de dragage peut en fait être bénéfique pour l'environnement, en créant de nouveaux habitats dans des sites fortement altérés comme des carrières abandonnées. Un dépôt réfléchi de matériaux de dragage peut également compenser l'érosion de rivages naturels ou créer des zones humides artificielles. Ces 20 dernières années, la réglementation de l'incidence environnementale éventuelle des activités de dragage a été renforcée. Les ports et les organismes fédéraux dans tout le bassin respectent ces nouveaux règlements plus exigeants et appliquent les meilleures pratiques de gestion aux programmes de dragage et de dépôt de matériaux de dragage, encadrés par des évaluations des incidences environnementales spécifiques au projet. Dans certains cas, on consacre des efforts considérables à veiller à ce que des matériaux de dragage soient employés de manière bénéfique pour créer ou rétablir des habitats de zone humide, mais de telles activités se limitent à l'échelle du réseau.

Gestion de l'eau

La régulation par l'humain des niveaux de l'eau est effectuée dans la région pour plusieurs raisons comme la production d'énergie et la protection des rivages et, à l'occasion, les activités récréatives et de navigation. La régulation de l'eau peut perturber les grands cycles naturels de certains écosystèmes. La flore et la faune de la région se sont adaptées aux fluctuations saisonnières des niveaux d'eau, mais lorsque ces derniers sont réduits ou perturbés par la régulation, il peut y avoir un impact considérable sur des facteurs comme le cycle de reproduction. La régulation des niveaux d'eau peut transformer des écosystèmes complets, comme c'est le cas du lac Saint-François et du lac St. Lawrence, qui étaient des environnements de rivière jusqu'à l'avènement de la régulation.

Activités de soutien terrestres

Le réseau GLVMSL est associé à une variété d'incidences environnementales rattachées à l'aménagement d'infrastructure, l'entretien d'installations et les rejets non contrôlés de diverses matières. La construction de ses ports, havres et marinas a entraîné d'importantes incidences environnementales, tant ponctuelles que cumulatives, notamment :

- perte ou modification profonde d'habitats terrestres ou aquatiques important pour la reproduction, la fraie et l'alevinage;
- perte d'aires de rassemblement pour des espèces migratoires;
- renforcement et autres altérations des rivages qui affectent les processus côtiers;
- rejets de nutriments et de substances toxiques et nocives dans l'air et le bassin hydrographique locaux en conséquence de la construction et des opérations;
- bruit, circulation et autres incidences sociales pour les collectivités locales.

Des modes d'écoulement de l'eau altérés en permanence par l'aménagement foncier peuvent affecter radicalement l'environnement aquatique local, par des changements à la quantité et à la qualité de l'eau. Les travaux routiniers de réparation et d'entretien des installations perpétuent une grande partie de ces incidences, car l'infrastructure vieillissante exige d'importants travaux d'entretien, et même de remplacement. L'expansion ou le remplacement de raccordements multimodaux ont produit des effets liés à la construction et des incidences à long terme comme la fragmentation ou l'élimination d'habitats. Le renforcement et la modification des rivages peuvent détruire des populations riveraines et altérer les habitats

aquatiques à proximité des berges. La qualité de l'air est diminuée par les émissions liées à l'industrie et au transport, la poussière et d'autres particules. Des rejets non contrôlés, par exemple d'installations de stockage de vrac, peuvent entraîner la contamination du sol et de l'eau souterraine. La faune terrestre et aquatique peut être déplacée ou perturbée, et les habitats détruits.

Opérations des navires

Les opérations des navires peuvent avoir des incidences tant directes qu'indirectes. Les incidences directes sont celles qui causent des dommages ou de la mortalité pour une ressource. Quelques exemples d'incidences directes :

- érosion des berges;
- risques liés à l'échouement, y compris déversements;
- rejets de déchets;
- perturbation de la couche benthique;
- perturbation de l'habitat et interaction avec la faune;
- entraînement de larves ou de poissons adultes par les hélices des navires;
- incidences matérielles du passage des navires sur les plantes ou les rives (sillage et souffle de l'hélice);
- écrasement et affouillement d'organismes aquatiques de fond;
- incidences des navires dans les bassins d'évitage ou postes de mouillage, où par exemple la rotation des hélices ou la traînée des ancres peut provoquer une perturbation mécanique des sédiments.

Les incidences secondaires ou indirectes des opérations des navires sont celles qui réduisent les taux de survie d'une ressource avec le temps, ou qui ont une incidence négative sur les nécessités de la vie. Quelques exemples d'incidences indirectes :

- effets des sédiments en suspension sur la croissance végétale et la physiologie des moules;
- dépôts de sédiments dans les eaux arrêtées et les chenaux secondaires;
- réduction ou perte d'habitats de fraie ou d'hivernage par la sédimentation.

À titre d'exemple, dans la rivière St. Mary's, l'action des vagues et la turbidité ont entraîné des pertes d'habitat de fraie et de zone humide, l'érosion des berges et la détérioration de l'habitat. Le trafic des grands navires, avec son sillage excessif et sa turbulence, a affecté la survie des oeufs de corégone. Le sillage et l'abaissement de la surface au passage des navires perturbent les sédiments du lit,

entraînant une perte d'organismes lacustres et parfois la remise en suspension de contaminants. Certaines zones du fleuve Saint-Laurent ont subi une érosion poussée du rivage, dont les incidences biologiques n'ont pas encore été pleinement évaluées.

Les influences environnementales qui suivent sont les plus significatives observées dans le bassin des Grands Lacs et le fleuve Saint-Laurent en conséquence de l'exploitation normale de navires qui naviguent dans le réseau GLVMSL.

Émissions atmosphériques Les moteurs des navires causent effectivement une certaine pollution atmosphérique. On peut toutefois avancer qu'une quantité bien supérieure de pollution éventuelle est évitée par le transfert de trafic routier et ferroviaire. L'expédition maritime a un meilleur rendement énergétique que le transport routier ou ferroviaire, ce qui signifie qu'il y a une consommation d'énergie relativement moindre, et moins d'émissions. Par contre, on peut également avancer que les navires ont tendance à utiliser un carburant « sale », qui fait que leurs émissions comportent des quantités relativement élevées de polluants comme le dioxyde de soufre. Il y a également des pratiques comme celles de navires à l'escale dans les ports, qui continuent de faire tourner leurs moteurs pour produire de l'électricité, bien qu'une telle pratique soit maintenant peu répandue dans le réseau GLVMSL. Au chapitre des émissions atmosphériques, il existe des possibilités de convertir des navires à des carburants moins polluants, et il faudrait encourager des progrès en ce sens pour l'avenir.

Remous, vagues libres et sillage Le passage régulier de navires marchands près du rivage a des effets à long terme sur les berges, les zones humides et les îles, ainsi que sur les espèces aquatiques. La perturbation des habitats découle d'une action intense du sillage et du mouvement de l'hélice causant des perturbations hydrodynamiques. Le gibier d'eau nicheur est particulièrement vulnérable au sillage des navires, qui cause des changements dans l'écoulement, l'état des vagues, la répartition de la végétation riveraine, la turbidité et les profils du substrat et du rivage. Le sillage peut également endommager l'infrastructure riveraine des propriétaires. Les problèmes liés au sillage ont en grande partie été d'abord soulevés de 1930 à 1962, à l'occasion de l'aménagement des diverses écluses et du dragage des chenaux maritimes dans leur configuration actuelle. Une grande partie des rivages affectés par le sillage a été renforcée au moyen d'ouvrages longitudinaux et d'encrochements. Toutefois, il subsiste de nombreuses zones où le sillage continue de produire de la turbidité, de l'érosion et des perturbations des habitats, plus particulièrement le long du fleuve Saint-Laurent en aval de Montréal, dans la région

de Varennes-Contrecoeur, et le long de parties non protégées des rivières Détroit, St. Clair et St. Mary's, en aval de Sault Ste. Marie. Comme on l'indiquait, une façon de se protéger du sillage consiste à renforcer le rivage avec un revêtement qui limite l'érosion, bien que cette pratique puisse créer d'autres problèmes de perte d'habitat et d'accès. L'autre solution consiste à limiter la vitesse dans les zones sensibles. Des directives de vitesse d'application volontaire ont réussi efficacement à contrôler les sillages et leur impact sur les habitats riverains dans le fleuve Saint-Laurent. La Saint Lawrence Seaway Development Corporation (SLSDC) des États-Unis et la Corporation de gestion de la Voie maritime du Saint-Laurent (CGVMSL) du Canada utilisent leurs systèmes de surveillance des navires par le Système d'identification automatique et le système de positionnement global (SIA/GPS) pour surveiller et faire appliquer les vitesses des navires.

Accidents et déversements Les accidents et déversements, bien que relativement peu fréquents, peuvent avoir un impact à long terme sur une grande superficie. Autrement dit, le risque est faible, mais les conséquences peuvent être désastreuses. Des rejets de routine, comme des effluents de réservoir ou des produits pétroliers dans la vidange des fonds de cale, peuvent exercer un effet cumulatif sur la vie aquatique. Bien qu'il existe toujours un danger de déversement ou de rejet accidentel, il est important de souligner que les mesures correctives ont été appliquées de manière rapide et efficace. Des équipes d'intervention active en cas de déversement sont en place partout dans le réseau. De plus, de récents rapports d'accident du Bureau de la sécurité des transports du Canada font état de peu de déversements malgré plusieurs échouements, et lorsqu'il y a eu déversement, ils ont été traités rapidement et avec une incidence minimale sur l'environnement. Une incidence moins bien connue se trouve dans l'effet cumulatif de plusieurs petits déversements lors des transbordements.

Peinture antisalissure L'utilisation de peinture antisalissure a donné lieu à des rejets de tributylstannane (TBT), d'une extrême toxicité pour les mollusques. L'un des effets de la pollution au TBT est le développement de caractères sexuels mâles chez la femelle de certaines espèces de mollusques, ce qui stérilise des populations de mollusques pour aboutir éventuellement à leur extinction locale. La toxicité cumulative peut devenir un problème particulier pour les aires de mouillage. Toutefois, l'usage de peinture au TBT est en déclin, devenant interdite dans un nombre croissant de pays, dont le Canada et les É.-U.

Bien que l'utilisation du TBT soit maintenant réglementée en vertu de la *Loi canadienne sur la protection de l'environnement* (LCPE), nous ne possédons pas de données sur les quantités de TBT utilisées dans l'environnement aquatique du secteur d'étude. Les données sont également incomplètes à propos des concentrations de TBT dans l'eau et les sédiments de la partie d'eau douce du réseau GLVMSL. Qui plus est, il n'existe pas de critères reconnus de qualité des sédiments. Il importe cependant de souligner que l'industrie de l'expédition maritime a développé et appliqué des substituts au TBT qui sont économiquement viables et respectueux de l'environnement.

Autres incidences Plusieurs autres incidences environnementales sont attribuables à l'expédition maritime. Ainsi, des navires de charge ont déplacé et heurté des mammifères marins. Le bruit et les vibrations ont des effets connus sur les oiseaux nicheurs et les mammifères marins, ainsi que sur les mollusques et d'autres organismes lacustres. Le déplacement de poissons ou une activité hivernale accrue peuvent avoir des effets nuisibles, mais les connaissances sont limitées à propos des effets du bruit sur d'autres organismes aquatiques.

Espèces exotiques envahissantes L'introduction d'EEE dans le bassin des Grands Lacs et le fleuve Saint-Laurent, en particulier depuis les eaux de ballast des navires océaniques, représente l'un des problèmes environnementaux parmi les plus difficiles et les plus étendus de ceux qui affectent ces eaux. Les données recueillies indiquent qu'un navire avec un ballast d'eau douce d'outre-mer compte habituellement beaucoup plus d'organismes d'EEE dans ses cales qu'un navire qui n'a pas de ballast, ou qui a échangé ses eaux de ballast pour de l'eau salée avant d'entrer dans le réseau GLVMSL.

Au cours des deux derniers siècles, plus de 180 EEE ont été introduites dans le bassin des Grands Lacs et le fleuve Saint-Laurent, dont au moins 85 relevées dans le fleuve. Les menaces des EEE proviennent d'introductions volontaires, par l'aquaculture, les marchés de poisson vivant, la pêche sportive, le commerce des animaux domestiques, les poissons-appâts et les plantes de jardin, ainsi que d'introductions involontaires, par des mécanismes comme la vidange des eaux de ballast des navires, ou par transfert

entre bassins, comme la préoccupation courante à l'égard de la carpe asiatique se dirigeant vers les Grands Lacs depuis le fleuve Mississippi, via le Chicago Sanitary and Ship Canal.

L'importance du problème des EEE est de plus en plus reconnue, et des stratégies ont été adoptées pour le contrer. L'initiative la plus importante consiste à empêcher les navires océaniques d'apporter des eaux de ballast étrangères dans le réseau GLVMSL. Pour y arriver, les navires ayant des eaux de ballast peuvent échanger ces eaux au milieu de l'Atlantique, et les navires sans ballast peuvent vider et rincer leurs réservoirs de retenue et la tuyauterie connexe au milieu de l'Atlantique. Le nombre de navires avec des eaux de ballast à destination des Grands Lacs diminue depuis plusieurs décennies. Le nombre de navires déclarant ne pas avoir de ballast représente maintenant quelque 90 % de tout le trafic entrant des Grands Lacs.

Bien que ces pratiques témoignent d'une tendance positive, il reste du travail à accomplir pour s'assurer que les navires qui arrivent dans le réseau GLVMSL ne deviennent pas des vecteurs d'introduction de nouvelles EEE. L'échange de l'eau douce de ballast par de l'eau salée constitue clairement un élément important du traitement des eaux de ballast pour prévenir l'introduction d'EEE, mais la pratique n'est pas efficace à 100 %. Les résidus de boues impossibles à pomper (eau et sédiments) au fond des réservoirs peuvent toujours abriter des EEE. Les expéditeurs des Grands Lacs et du fleuve Saint-Laurent et les organismes fédéraux, de concert avec l'OMI, travaillent à l'élaboration de

méthodes de traitement appropriées pour l'élimination des EEE aquatiques. La Great Ships Initiative (Initiative des grands navires) représente un effort coopératif récent dirigé par l'industrie afin de régler le problème des EEE transportées par les navires



Moule zébrée et lamproie (EEE aquatique)
 Source : U.S. Environmental Protection Agency, Great Lakes National Program Office, www.epa.gov



dans le réseau GLVMSL. Également, de solides contrôles s'imposent pour éviter le déplacement d'EEE dans les eaux reliant le fleuve Mississippi au lac Michigan.

Déglaçage

Le déglacement constitue la dernière incidence figurant au tableau 4.2. La couche de glace joue un rôle important dans les processus physiques et biologiques des Grands Lacs et du fleuve Saint-Laurent. La glace qui se forme en début d'hiver protège les zones intertidales du fleuve Saint-Laurent, et autrement les rives de l'estuaire subiraient une grave érosion des vagues produites par de violents vents hivernaux. Un phénomène inverse se produit à la fin de l'hiver; les glaces de débâcle à la dérive peuvent transporter des matériaux sédimentaires et causer l'érosion des zones intertidales et peu profondes.

Les activités de déglacement dans le réseau GLVMSL comprennent le dégagement des havres, des approches et des chenaux de communication autour du début et de la fin de la saison de navigation. En aval de Montréal, le chenal maritime du Saint-Laurent est gardé ouvert à la navigation toute l'année, et comporte donc une plus grande activité de déglacement et de gestion des glaces. La couche de glace offre également une importante passerelle pour permettre à la faune de traverser les plans d'eau. Le déglacement peut perturber ces importants processus et affecter directement les mammifères en empêchant leur traversée sur la glace. Les activités de déglacement peuvent également accroître les effets de souffle de l'hélice, de changement de niveau d'eau et de vagues libres, déloger ou détruire la végétation aquatique et des organismes lacustres, et perturber des poissons en phase de repos, ou les inciter à une activité anormale. Bien que sa portée géographique soit limitée, le déglacement peut également altérer les habitats du gibier d'eau migratoire et leur fréquentation par les oiseaux hivernants.

ANALYSE DES EFFETS CUMULATIFS

La navigation commerciale et l'infrastructure qui la soutient ont exercé une influence environnementale considérable sur le bassin des Grands Lacs et le fleuve Saint-Laurent. À partir d'un examen détaillé des agresseurs environnementaux agissant sur les divers éléments de l'écosystème un peu partout dans la voie navigable, une évaluation qualitative de la sensibilité a été entreprise. Cette analyse a été réalisée selon une formule d'atelier, l'Équipe d'étude discutant pour en arriver par consensus à un classement de sensibilité relative à chaque agresseur. Le tableau 4.3 présente un

résumé de ces résultats. Ce tableau indique les composantes valorisées de l'écosystème (CVE) au sommet des colonnes, et les agresseurs à la gauche des rangées. Une case cochée dénote une combinaison CVE-agresseur susceptible de présenter des interactions significatives. La colonne à droite du tableau indique à quel point l'écosystème est globalement sensible à l'agresseur particulier.

L'évaluation reposait sur les critères suivants.

- Portée territoriale de l'agresseur. Plus l'agresseur est répandu sur une superficie étendue, plus grande est son incidence éventuelle, ainsi que la difficulté de l'atténuer. Dans la grille, un agresseur qui a une incidence au niveau local seulement obtient une cote de 1, au niveau régionale, une cote de 2, et dans tout le réseau, une cote de 3.
- Portée temporelle de l'agresseur. De nombreux agresseurs ont un effet de courte durée, ou saisonnier, ce qui peut réduire la gravité de leur incidence. Par contre, les effets de certains agresseurs, comme la pollution persistante par des métaux lourds, peuvent s'exercer à très long terme. Un agresseur ayant un effet à court terme obtient une cote de 1, à moyen terme, une cote de 2, et à long terme, une cote de 3.
- Réversibilité de l'effet de l'agresseur. Il s'agit d'une évaluation subjective de la possibilité de renverser l'effet, par l'application de mesures d'atténuation, ou des décisions de politique qui limiteraient la gravité de l'incidence. Un degré élevé de réversibilité obtient une cote 1, un degré moyen, une cote 2, et un degré faible, une cote 3.

Chacune de ces mesures reçoit une cote numérique, additionnée pour produire une cote globale. Cette cote globale sert ensuite à coter la sensibilité à l'agresseur particulier.

On a identifié un total de 35 agresseurs, dont 29 (83 %) sont jugés présenter une importance de moyenne à élevée. Parallèlement, une proportion de 27 agresseurs sur 35 (77 %) présentent une réversibilité de moyenne à faible, ce qui signifie que leur incidence n'est pas facile à neutraliser. Ces résultats suggèrent que la région est plutôt vulnérable aux agresseurs présents, et que des rajustements mineurs de gestion ne produiraient probablement pas de gains appréciables de qualité de l'environnement. Les agresseurs les plus influents non liés à la navigation à l'échelle de tout le bassin sont le changement climatique, les émissions atmosphériques, les prélèvements et détournements d'eau, et l'introduction et la propagation d'EEE. La plupart des agresseurs non liés à la navigation agissent en synergie avec d'autres agresseurs pour affecter les écosystèmes aquatiques.

Valued ecosystem component

TABLEAU 4.3
Analyse des agresseurs

Catégorie d'agresseur	Agresseur	Cote de sensibilité																		
		Air			Systèmes terrestres			Systèmes aquatiques												
		Qualité de l'air ¹	Sol et eau souterraine	Végétation ²	Faune ³	Caractéristiques spéciales ⁴	Eau et substrat ⁵	Flore et zones humides ⁶	Faune aquatique ⁷	Portée territoriale	Portée temporelle	Réversibilité	3	4	5	6	7	8	9	
Non lié à la navigation	Général	Changement climatique																		9
	Aménagement et utilisation du sol	Prélèvement et détournement de l'eau	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	3	3	3	9						
		Introduction et transfert d'EEE aquatiques		✓	✓	✓		✓	✓		3	3	3	9						
		Émissions atmosphériques	✓		✓	✓		✓	✓	✓	3	3	2	8						
		Effluents industriels et municipaux				✓	✓	✓	✓	✓	2	3	2	7						
		Élimination de déchets solides		✓				✓			1	3	3	7						
		Fragmentation du paysage			✓	✓	✓		✓	✓	2	3	2	7						
		Écoulement de surface		✓		✓		✓	✓	✓	2	2	2	6						
		Altération ou renforcement des rivages		✓	✓	✓	✓		✓	✓	1	3	2	6						
		Bruit et vibrations				✓			✓		1	3	2	6						
		Érosion et sédimentation		✓	✓		✓		✓	✓	1	2	2	5						
	Loisirs et tourisme axés sur l'eau	Introduction et transfert d'EEE aquatiques						✓	✓		3	3	3	9						
		Altération ou renforcement des rivages		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	1	2	2	5						
		Élimination des déchets, pollution		✓				✓	✓	✓	1	2	1	4						
Érosion et remise en suspension des sédiments			✓			✓		✓	✓	1	2	1	4							
Conflits avec la faune					✓			✓		1	1	1	3							
Lié à la navigation	Entretien des ports et chenaux	Modification de chenal				✓	✓	✓	✓	1	3	3	7							
		Dépôt des matériaux de dragage		✓	✓	✓	✓	✓	✓	1	3	2	6							
		Altération ou renforcement des rivages		✓	✓	✓		✓	✓	✓	1	3	2	6						
		Dragage d'entretien						✓	✓	✓	1	2	2	5						
	Gestion des eaux	Gestion des eaux à toutes fins				✓	✓	✓	✓	3	3	2	8							
	Activités terrestres de soutien	Aménagement d'infrastructure	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓	1	3	3	7						
		Entretien des installations	✓		✓	✓		✓	✓	✓	1	3	2	6						
		Rejets non contrôlés	✓	✓		✓		✓	✓	✓	1	2	2	5						
	Opérations des navires	Introduction et transfert d'EEE aquatiques						✓	✓	✓	3	3	3	9						
		Émissions atmosphériques des navires	✓		✓	✓		✓	✓	✓	2	3	2	7						
		Biocides (antialgues)						✓		✓	1	3	2	6						
		Accidents, déversements					✓	✓	✓	✓	2	2	2	6						
		Bruit et vibrations				✓			✓		1	1	3	5						
		Élimination des déchets						✓	✓	✓	1	2	2	5						
		Remous, vagues libres et sillage					✓	✓	✓	✓	1	2	2	5						
		Balayures de cale						✓		✓	1	2	1	4						
		Échouement, ancrage						✓	✓	✓	1	1	1	3						
Déglaçage	Interaction avec la faune	✓	✓	✓	✓	✓	2	2	2				6							

1 NOx, SOx, CO₂, CO, particules
 2 Se limite à la végétation riveraine en milieu sec
 3 Faune terrestre, à l'exception des oiseaux aquatiques et riverains
 4 Îles
 5 Qualité et quantité
 6 Submergée et émergée (zones humides), phytoplancton
 7 Poissons, mammifères marins, invertébrés benthiques, zooplancton, amphibiens, oiseaux aquatiques et riverains

Cotes de sensibilité

Portée territoriale	Portée temporelle	Réversibilité
1 Locale	1 Court terme	1 Élevée
2 Régionale	2 Moyen terme	2 Moyenne
3 Réseau	3 Long terme	3 Faible

Les agresseurs liés à la navigation sont ceux qui présentent le plus grand nombre d'interactions avec l'écosystème aquatique. Les agresseurs les plus préoccupants sont la modification des chenaux locaux, la gestion du niveau des eaux, l'introduction et la propagation d'EEE, l'aménagement d'infrastructure et les émissions atmosphériques des navires. Bien que ces cinq agresseurs liés à la navigation soient significatifs dans la perspective du réseau dans son entier, d'autres agresseurs comme l'érosion des berges ont de graves incidences aux niveaux local ou régional, et leur incidence devrait être traitée au niveau approprié.

TENDANCES FUTURES

Les tendances de trafic prévues dans le volet économique de l'étude GLVMSL ont servi à anticiper l'état futur probable des composantes valorisées de l'écosystème. La tendance économique clé prise en compte était que les changements relativement modestes des cargaisons de vrac dans la prévision économique n'entraîneraient pas de changements substantiels des déplacements commerciaux (trajets origine-destination), ni des services d'expédition maritime (taille et type de navire) d'ici 2020. À plus long terme, l'évolution de la structure socio-économique pourrait modifier ces caractéristiques. Il a été présumé que la croissance possible du transport maritime à courte distance produirait un accroissement du trafic entre les lacs et à l'intérieur du réseau.

Changement climatique On prévoit que le changement climatique fera baisser les niveaux d'eau partout dans les Grands Lacs au cours des 50 prochaines années. Une réduction de 4 à 24 % de l'apport net en eau pourrait entraîner une chute des niveaux d'eau de 26 à 112 cm (10 à 44 po) dans les lacs Huron et Michigan. L'impact serait d'environ la moitié pour le lac Supérieur, et l'incidence éventuelle sur le lac Ontario est inconnue à cause de la régulation du niveau de l'eau. Selon les décisions de régulation et la capacité de gestion de situations climatiques extrêmes, l'incidence sur le fleuve Saint-Laurent pourrait être moindre ou supérieure. Les changements des niveaux d'eau provoqués par le changement climatique auraient les effets environnementaux les plus marqués sur les habitats des zones humides, côtiers et fluviaux. Une hausse du niveau de la mer relèverait le niveau d'eau de l'estuaire et du fleuve Saint-Laurent, avec migration en amont, vers l'intérieur des terres, de l'interface eau salée-eau douce. Les changements aux marées pourraient avoir un effet plus important que la migration de l'eau salée, avec

probablement une incidence importante sur des habitats de zones humides, comme ceux du lac Saint-Pierre. Les températures plus élevées modifieraient les habitats des espèces et pourraient réduire les niveaux d'oxygène dissous dans l'eau. Des conditions plus chaudes pourraient également réduire la durée de la couche de glace dans toute la région, et ainsi accroître l'évaporation et rendre le déglacage moins nécessaire. Les changements dans la couche de glace pourraient également perturber le comportement des poissons et des mammifères.

Qualité de l'air La qualité de l'air, à son meilleur dans les lacs Supérieur et Huron, se détériore dans les lacs de la région inférieure, une région plus peuplée et fortement industrialisée. Le maintien de la croissance dans le bassin signifie probablement que les émissions globales augmenteront elles aussi, malgré les améliorations du contrôle des émissions. Une conséquence possible est une augmentation du nombre des alertes au smog, ou des périodes plus longues de mauvaise qualité de l'air, en particulier au centre-ville des grandes municipalités ou dans certains ports.

Diverses mesures sont en voie d'application pour réduire les émissions polluantes, mais le taux de diminution devrait être considérablement moindre dans le secteur maritime que dans le secteur des transports dans son ensemble. Actuellement, le transport maritime compte pour près de 40 % des émissions de SO_x attribuables à tout le secteur des transports. Cela s'explique principalement par la qualité relativement mauvaise du carburant maritime, comparativement à celle des carburants d'autres modes de transport. Néanmoins, selon Environnement Canada,² le secteur des transports n'est responsable que de 4 % du total des émissions canadiennes de SO_x, la grande majorité provenant de l'industrie pétrolière et gazière (22 %), de la production d'électricité (27 %) et des activités des mines et fonderies (33 %).

Zones humides Les politiques de protection des zones humides ont ralenti le rythme de disparition de ces zones, mais des pressions subsistent. Des charges de nutriments croissantes, la baisse des niveaux d'eau et la hausse des températures sont tous des facteurs négatifs, créant un potentiel de perte soutenue de la diversité des zones humides, ainsi que d'augmentation de la fréquence et de l'étendue des proliférations d'algues et des conditions anoxiques à la fin de l'été et au début de l'automne.

2 <http://www.ec.gc.ca/cleanair-airpur/default.asp?lang=Fr&n=0D5AD9F6-1>

Îles Les îles continueront de fournir des habitats importants pour le poisson et la faune, dont les oiseaux coloniaux nicheurs et les oiseaux migrateurs. Les pressions futures à l'aménagement se combineront à une éventuelle intensification du trafic maritime pour maintenir les pressions que subissent les îles, mais il est probable que la plus forte incidence proviendra de la pression de l'urbanisation.

Qualité de l'eau La qualité de l'eau devrait s'améliorer au cours des prochaines années, à l'égard de nombreux types de contaminants, à mesure que continueront de progresser les normes et la disponibilité du traitement des eaux usées. Bien qu'un trafic maritime accru puisse apporter une augmentation proportionnelle de la détérioration de la qualité de l'eau à cause des fuites et des déversements, ces impacts négatifs seront souvent localisés et de courte durée, comparativement à la détérioration de la qualité de l'eau provenant de l'activité urbaine, industrielle et agricole.

Faune Un trafic maritime accru augmentera le stress pour la faune aquatique exposée aux effets de l'érosion et aux activités d'expédition dans des voies maritimes restreintes. Les mesures visant un meilleur traitement du ballast peuvent atténuer le danger d'introduction de nouvelles EEE. Toutefois, les EEE déjà introduites continueront de se propager, altérant à la fois la structure et le fonctionnement des collectivités aquatiques.

GESTION DES INCIDENCES ENVIRONNEMENTALES DE LA NAVIGATION

Régimes d'évaluation

Les mesures législatives canadiennes et américaines sur l'évaluation environnementale prévoient une évaluation rigoureuse des incidences de projets proposés, et peuvent inclure des mesures d'atténuation des incidences dans le cadre de toute approbation. Bien que ces mesures législatives constituent un solide point de départ pour l'évaluation des incidences environnementales, la plupart des opérations et travaux d'entretien et de réparation réguliers envisagés dans l'étude GLVMSL n'exigeraient pas d'évaluation plus poussée en vertu de ces régimes fédéraux, bien que des provinces ou des états exigent une évaluation dans certaines situations. Si l'étude GLVMSL ou des travaux de suivi devaient donner lieu à une recommandation au Cabinet (Canada) ou à un organisme fédéral (É.-U.) sur la meilleure façon



Lotus in situ (lac Michigan)

Source : U.S. Environmental Protection Agency, Great Lakes National Program Office, www.epa.gov

d'assurer la viabilité du réseau, il est possible qu'une évaluation environnementale stratégique (Canada) ou une évaluation environnementale ou énoncé programmatique de l'incidence environnementale (É.-U) puisse être exigée dans le cadre du processus d'approbation d'éventuels investissements.

Mesures courantes de gestion environnementale

Beaucoup des pressions environnementales qui s'exercent actuellement dans le réseau sont bien connues, et un large éventail d'initiatives de programme ou de politique sont déjà en cours ou en voie d'implantation. Quelques exemples :

- des limites de vitesse ont été instituées dans les zones étroites des chenaux pour réduire l'érosion des berges et rehausser la sécurité des manœuvres;
- des mesures de sécurité et des avis de tirant d'eau permettent de réagir aux changements de niveau d'eau et de réduire le potentiel d'échouement et de perturbation du fond;
- des normes minimales de qualité du carburant ont été adoptées afin de réduire les émissions des navires;
- des règlements portuaires régissent l'ancrage, la gestion des déchets et autres pratiques opérationnelles des navires dans les ports;

- la peinture antisalissure contenant du tributylstannane (TBT) a été interdite au Canada et aux É.-U., en réponse à des préoccupations sur sa toxicité;
- des programmes ont été lancés pour le suivi des changements touchant les zones humides. Cependant, les zones humides n'ont pas toutes été répertoriées, et des améliorations à la méthode de répertoriage produiront des estimations plus exactes des limites des zones humides;
- la gestion des eaux de ballast a fait l'objet d'une attention considérable, comme on l'explique ci-après, dans le but de réduire le risque d'introduction d'EEE.

Bien que les mesures qui précèdent représentent des initiatives individuelles, elles servent également d'exemples de stratégies globales visant à promouvoir une navigation durable au plan environnemental. La Stratégie de navigation durable pour le Saint-Laurent fait partie de ces efforts. Cette initiative collaborative fait appel à l'industrie de la navigation commerciale et de la plaisance, aux gouvernements du Canada et du Québec, à des groupes environnementaux et à des collectivités riveraines. Il s'agit actuellement de la stratégie la plus complète qui traite des incidences de la navigation, axée sur les communications et la recherche de consensus, la planification, la recherche et le développement. La Stratégie a porté sur des enjeux comme le dragage, l'adaptation aux fluctuations de niveau d'eau, l'érosion des berges, la gestion des eaux usées et de ballast, et le risque de déversement de produits dangereux. On peut trouver un autre exemple d'implication des intervenants relativement aux préoccupations environnementales liées à la navigation dans le protocole d'entente sur la navigation d'hiver dans la rivière St. Mary's et les opérations des écluses du Sault. Cette entente regroupe plusieurs organismes pour la protection de quelque 5 400 hectares (13 300 acres) de zones humides côtières du Michigan, par la mise en œuvre d'une entente de navigation d'hiver qui énonce des dates d'opération, des limites de vitesse et des responsabilités de surveillance. Des initiatives environnementales plus vastes, comme les plans de gestion globale de chacun des Grands Lacs et le plan d'action pour le fleuve Saint-Laurent en aval, visent à favoriser la durabilité environnementale.

Mesures de contrôle des effets des eaux de ballast

Face au défi des EEE, tant le gouvernement que l'industrie ont tenté de mettre en œuvre des mesures de réglementation des eaux de ballast. Au Canada, les premières lignes directrices de gestion des eaux de ballast ont été élaborées en 1989, pour être renforcées en 2000. Parallèlement, la Fédération maritime du Canada adoptait un code des meilleures pratiques de gestion des eaux de ballast, et des membres de l'industrie participaient aux consultations sur la mise au point de la réglementation canadienne. En 2001, l'American Lake Carriers' Association (représentant la flotte de laquiers des É.-U.) et l'Association des armateurs canadiens (représentant la flotte de laquiers du Canada) adoptaient des pratiques volontaires de gestion en vue de réduire le transfert d'espèces exotiques envahissantes à l'intérieur des Grands Lacs. L'année suivante, ces pratiques étaient intégrées aux pratiques et procédures conjointes imposées par la Corporation de gestion de la Voie maritime du Saint-Laurent canadienne et la Saint Lawrence Seaway Development Corporation américaine pour le transit dans le réseau de la Voie maritime.

En 1993, les É.-U. instituaient un règlement sur l'échange des eaux de ballast, en vertu du *Non-indigenous Aquatic Nuisance Prevention and Control Act* de 1990. Ce règlement était modifié en 2004, pour rendre la déclaration obligatoire à l'égard de toute la navigation commerciale en eaux américaines, et à nouveau en 2005, pour rendre la gestion des eaux de ballast obligatoire dans toutes les eaux américaines. En 2003, le Canada n'interdisait pas le rejet des eaux de ballast à l'intérieur de sa zone économique exclusive de 2006. Toutefois, en 2006, Transports Canada énonçait un règlement rendant obligatoire l'application de plusieurs des mesures figurant dans la publication ministérielle *Lignes directrices visant le contrôle des rejets des eaux de lest des navires dans les eaux de compétence canadienne* (TP 13617). La *Loi sur la marine marchande du Canada*, dans sa version révisée de 2001, et dont l'entrée en vigueur est prévue pour 2007, devrait rehausser le programme réglementaire canadien en élargissant les pouvoirs actuels de réglementation pour la prévention de l'introduction d'espèces aquatiques envahissantes par les navires. L'application du règlement englobe les navires qui chargent des eaux de ballast locales, si elles sont mélangées à d'autres eaux de ballast chargées à bord du navire à l'extérieur des eaux relevant de la compétence canadienne, à moins que les autres eaux de ballast n'aient fait l'objet d'un échange ou d'un traitement préalable. Le règlement comporte également des dispositions s'appliquant aux navires internationaux sans ballast à bord qui entrent dans les eaux relevant de la compétence canadienne.

Il existe déjà des pratiques de traitement des eaux de ballast, et de nouvelles technologies sont en développement et à l'essai. Il faudra combiner ces pratiques à des régimes complets de réglementation et de surveillance, afin d'assurer l'application des meilleures pratiques et l'adoption de mesures concrètes en temps opportun.

Surveillance suivie

Beaucoup des mesures établies doivent être perçues comme un premier pas dans un processus suivi à long terme de gestion environnementale. L'exploitation et l'entretien futurs du réseau GLVMSL devront s'effectuer dans un contexte de surveillance suivie de sept enjeux primordiaux :

- contrôle de l'introduction et de la propagation d'EEE;
- incidences sociales, techniques et environnementales du déclin à long terme des niveaux d'eau, y compris une infrastructure de taille adaptée;
- réduction au minimum de l'incidence des émissions des navires;
- dépôt des matériaux de dragage de manière respectueuse de l'environnement;
- protection des habitants des îles et des chenaux étroits des effets du passage des navires;
- réduction au minimum de la remise en suspension de sédiments contaminés;
- gestion des incidences des eaux ménagères, des eaux-vannes et des déchets de cale des navires.

On a consacré des ressources considérables à la recherche et à la planification, mais à l'exception de quelques questions précises touchant les EEE, il y a eu peu d'initiatives qui ont entraîné des changements sur le terrain. Les incidences liées à des travaux planifiés, comme l'entretien de l'infrastructure, le dragage d'entretien et le dépôt des matériaux de dragage, peuvent être maintenues au minimum par la mise en oeuvre efficace d'évaluations environnementales, de mesures d'atténuation, de stratégies de saine gestion environnementale et de meilleures pratiques.

D'autres changements liés au stress présentent des défis plus problématiques. Le rythme auquel on identifie de nouvelles EEE pourrait être trop lent, leur permettant de s'établir et de se propager dans tout le réseau avant d'être découvertes. Des EEE pourraient également se propager et s'implanter dans des environnements d'eau douce et estuariens, comme le crabe chinois à mitaines récemment découvert dans le fleuve Saint-Laurent, et envahir ces deux environnements.

La perte de zones humides pourrait être accélérée par des changements climatiques qui réduisent les niveaux d'eau. Ces changements se feront durement ressentir dans les zones étroites et peu profondes des chenaux. De plus, une réduction des niveaux d'eau pourrait entraîner des pressions pour des activités accrues de dragage, et les sites convenant au dépôt de matériaux de dragage deviendront de plus en plus rares.

Divers intérêts environnementaux d'un peu partout dans la région ont identifié plusieurs mesures dont l'adoption pourrait avoir une incidence bénéfique, mais l'évaluation de leur faisabilité technique, de leur acceptation sociale et de leur rentabilité a été jugée au-delà de la portée de la présente étude GLVMSL. Il faudra donc réaliser des travaux plus poussés sur les mesures de protection et les nouvelles technologies qui pourraient freiner ou stopper la détérioration écologique causée par les agresseurs liés à la navigation. Des systèmes de gestion environnementale sont nécessaires dans de nombreux domaines, pour s'assurer que la gérance de l'environnement est intégrée au mode de fonctionnement courant. Finalement, la surveillance des pratiques de navigation et l'application des règlements joueront un rôle important dans toute éventuelle stratégie d'atténuation des incidences.

CONCLUSIONS

La santé globale d'un écosystème est conséquence de l'effet cumulatif de tous les stress auxquels il est exposé. Les écosystèmes du bassin des Grands Lacs et du fleuve Saint-Laurent subissent d'énormes pressions d'une grande variété de sources. Le réseau de navigation GLVMSL représente un agresseur supplémentaire dans cette combinaison complexe. Dresser un bilan de l'incidence environnementale de la navigation sur le réseau fait ressortir un ensemble de positifs et de négatifs.

Du côté positif, le transport maritime de biens en vrac est plus sécuritaire et possiblement beaucoup plus économe en carburant que les options du transport routier ou ferroviaire, en particulier en matière d'émission de gaz à effet de serre. Les statistiques indiquent que le risque d'accident et de déversement dans le transport maritime est considérablement moindre que pour les autres modes de transport, routier ou ferroviaire. Le transport maritime soulage également la congestion urbaine, et la pression qu'exerce cette congestion sur l'infrastructure publique.

Du côté négatif, les espèces exotiques envahissantes créent d'énormes perturbations dans les écosystèmes du bassin, et le transport maritime constitue un important vecteur de transport des EEE. L'exploitation du réseau de navigation est liée à certains endroits à la régulation du niveau de l'eau, ce qui a réduit l'ampleur des fluctuations du niveau de l'eau, avec un effet négatif sur la biodiversité. Le sillage des navires peut causer l'érosion des berges et des habitats de zone humide, accroître la turbidité, et entraîner la multiplication du renforcement du rivage par l'humain, ce qui perturbe encore plus le rivage naturel. Les carburants brûlés par la plupart des navires contiennent une forte teneur en soufre et particules, causant une pollution atmosphérique inutile. Les activités de dragage en soutien de la navigation maritime peuvent entraîner une détérioration de la qualité de l'eau et une perturbation de l'environnement. Même si le risque d'accident et de déversement est moindre que pour le transport routier ou ferroviaire, l'incidence éventuelle reste néanmoins considérable.

Concrètement, bon nombre des incidences de la navigation décrites dans le présent chapitre sont déjà survenues et ne peuvent pas être annulées facilement. Toutefois, dans les domaines où les incidences se poursuivent, des règlements sont adoptés pour en atténuer la gravité.

Ces 20 dernières années, les industries qui utilisent le réseau GLVMSL et les organismes qui en sont responsables ont assumé la fonction de gérance environnementale. La collaboration entre des organismes comme Environnement Canada, le U.S. Fish and Wildlife Service, et les organismes réglementaires et opérationnels du réseau GLVMSL doit se poursuivre et se développer. Des règlements et codes de pratique ont été mis en œuvre afin de réduire au minimum un grand nombre des incidences mentionnées. Néanmoins, il reste beaucoup de travail à accomplir. De nouvelles technologies pour traiter les eaux de ballast et s'occuper d'autres enjeux liés aux EEE ont besoin d'un développement et d'une mise en œuvre plus poussés. Des initiatives courantes axées sur les EEE, comme le blocage de la carpe asiatique dans le Chicago Ship and Sanitary Canal et le programme de lutte à la lamproie, devraient être maintenues, et il faudrait formuler un plan global pour éviter l'introduction accidentelle et la propagation d'EEE à l'avenir. Les navires doivent utiliser des carburants plus propres et adopter des technologies de réduction des émissions. Les problèmes causés par le sillage des navires doivent être abordés comme faisant partie intégrante de la gestion de la voie navigable, en particulier en examinant comment des changements dans les caractéristiques de la navigation ou des navires peuvent influencer l'incidence environnementale des sillages.

En faisant preuve de diligence constante dans ce domaine, la société peut exploiter au mieux les avantages environnementaux qu'offre le transport maritime dans le réseau GLVMSL, tout en réduisant les incidences environnementales de la navigation.

CHAPITRE 5

Entretien de l'infrastructure

L'infrastructure du réseau des Grands Lacs et de la Voie maritime du Saint-Laurent fournit toujours un service fiable, mais son âge a déjà atteint, et parfois dépassé, sa durée de vie théorique. La probabilité de défaillance de l'une ou l'autre de ses centaines de composantes augmente avec chaque année qui s'écoule. Afin de maintenir l'intégrité opérationnelle de l'infrastructure, une analyse des besoins d'entretien a été réalisée, prenant en compte l'état actuel des écluses et de l'infrastructure connexe dont dépend la navigation, la probabilité de défaillance de certaines composantes, le coût de telles défaillances et leur incidence probable sur la navigation, les coûts d'entretien, et le moment le plus tôt auquel il serait pratique d'effectuer des travaux d'entretien et de réparation pour assurer le maintien du niveau élevé de fiabilité du réseau. L'analyse intègre à la fois les avantages économiques attendus du maintien en opération du réseau et les incidences environnementales éventuelles rattachées à certaines activités d'entretien. Le résultat constitue un outil d'évaluation qui peut contribuer à l'élaboration de stratégies d'entretien.

Les plus anciennes composantes du réseau des Grands Lacs et de la Voie maritime du Saint-Laurent (GLVMSL) ont 75 ans. Les composantes de la section Montréal-lac Ontario dans le fleuve Saint-Laurent remontent à 1959. Les écluses du canal Welland ont été aménagées en 1932. Aux écluses du Sault, l'écluse Poe a été ouverte à la navigation en 1969, tandis que l'écluse MacArthur fonctionne depuis 1943. L'âge de ces composantes, combiné à leur exposition à des facteurs de stress comme les conditions hivernales, se traduit par un degré d'usure considérable. En conséquence, on déploie des efforts considérables pour maintenir le niveau opérationnel actuel du réseau. Le choix du moment et de l'endroit où il convient le mieux de déployer ces efforts représente une importante décision qui a une incidence directe sur l'efficacité globale du réseau GLVMSL, et donc sur sa viabilité.

L'Équipe technique (ingénierie) a reçu le mandat d'examiner l'état actuel de l'infrastructure du réseau GLVMSL et d'étudier des approches de l'entretien régulier nécessaire pour assurer le maintien du niveau élevé de fiabilité du réseau. Afin d'atteindre cet objectif, l'Équipe a d'abord réalisé un examen approfondi de l'état actuel des écluses et de leurs composantes. Chacun des principaux éléments a été évalué au titre de son importance pour les opérations du réseau, de la probabilité d'une défaillance, des conséquences d'une défaillance, et du coût du maintien de son état opérationnel.

Un aspect important de cette étude vient du fait qu'elle porte sur l'ensemble du réseau. Tous les éléments d'infrastructure des deux côtés de la frontière ont été évalués au moyen des mêmes techniques et à partir des mêmes critères. L'Équipe technique a été en mesure d'évaluer la fiabilité de composantes individuelles des écluses et, ce qui importe encore plus, d'intégrer l'ensemble de ces composantes dans une analyse de fiabilité de l'ensemble du réseau, définissant les priorités d'entretien et de réfection à cette échelle.

INFRASTRUCTURE DU RÉSEAU

Le réseau GLVMSL est couramment perçu comme un ensemble d'écluses, mais ces dernières s'inscrivent en fait dans un réseau de transport beaucoup plus élaboré, qui comprend non seulement les sas d'écluse, mais aussi des ponts et des tunnels, et les chenaux qui relient ces écluses. Chacun de ses éléments remplit une fonction distinctive dans le fonctionnement sans failles du réseau global de navigation, et chacun comporte ses exigences opérationnelles et d'entretien particulières.

Écluses

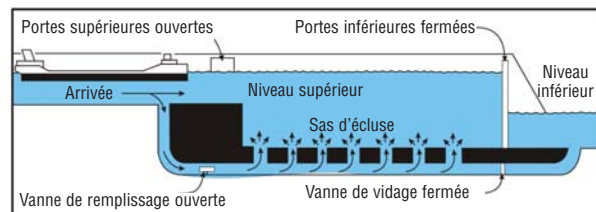
Comme l'indiquait le survol du réseau GLVMSL au chapitre 2 du présent rapport, le réseau comprend des écluses à 16 emplacements différents tout au long du fleuve Saint-Laurent, du canal Welland et de la rivière St. Mary's. Ces écluses permettent aux navires de contourner les chutes et les rapides de ces cours d'eau, et de monter et descendre les navires pour compenser la dénivellation du niveau de l'eau à ces endroits.

La figure 5.1 illustre comment fonctionnent les écluses pour faire monter ou descendre un navire.

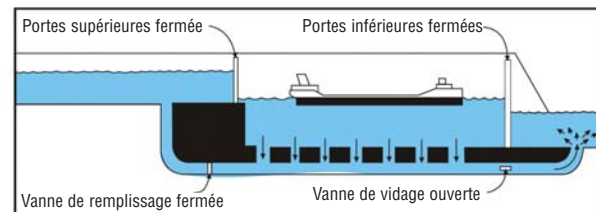
FIGURE 5.1

Comment fonctionne une écluse

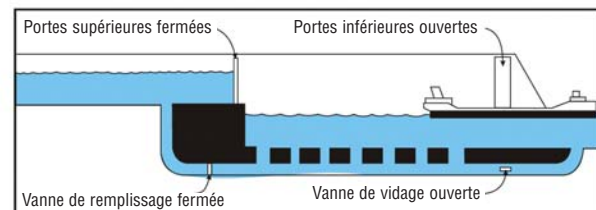
Ces diagrammes illustrent comment un navire descend dans une écluse. L'opération inverse lève le navire. Le niveau de l'eau s'équilibre de lui-même, aucune pompe n'est nécessaire.



Avec les portes supérieures et inférieures fermées, et la vanne de vidage fermée et la vanne de remplissage ouverte, le sas d'écluse se remplit jusqu'au niveau supérieur. On ouvre alors les portes supérieures, et le navire peut entrer dans le sas d'écluse.



Le navire est maintenant dans le sas. Les portes supérieures et inférieures sont fermées, de même que la vanne de remplissage. La vanne de vidage est ouverte pour laisser l'eau s'écouler du sas jusqu'au niveau inférieur.



L'eau du sas est descendue au niveau inférieur, les portes inférieures sont ouvertes et le navire quitte le sas d'écluse. Ensuite, l'écluse peut accueillir un navire remontant pour le lever, ou être remplie pour baisser un autre navire descendant.

Le principe de base du fonctionnement de ces écluses semble relativement simple, mais chacune d'entre elles est en fait constituée d'une multitude de composantes structurelles, mécaniques et électriques nécessaires à son fonctionnement. Sur ce plan, les écluses du réseau GLVMSL représentent la composante la plus coûteuse et la plus critique du réseau.

Chaque écluse comporte de nombreuses composantes, notamment les suivantes.

Murs de guidage Ces structures sont habituellement constituées de monolithes de béton, ou d'un couronnement de béton soutenu par un caisson de bois ou une cellule de pile en feuille d'acier remplis de roches. Ces structures facilitent l'alignement des navires dans leur approche de l'écluse et les guident vers le sas. Les murs offrent aussi un emplacement où les navires peuvent s'amarrer en attendant d'entrer dans un sas d'écluse.

Sas d'écluse Ces structures sont constituées de murs monolithiques de béton, avec un fond de béton ou de roc. Les murs ou le fond comportent des buses pour acheminer l'eau lorsque le sas est rempli ou vidé, dans lesquelles se trouvent les vannes de vidage et de remplissage servant à contrôler le débit. On trouve également de nombreuses ouvertures et galeries servant à loger la machinerie électrique et mécanique de fonctionnement, et à installer des aiguilles.

Portes d'écluse Il s'agit habituellement de grandes portes busquées d'acier qui s'ouvrent pour permettre aux navires d'entrer dans le sas ou d'en sortir, et qui se referment pour retenir l'eau dont le niveau est monté ou

abaissé dans le sas. Ces portes ont une saillie au point de rencontre de leurs faces verticales. Des vannes à secteur d'acier sont encore employées à l'extrémité aval de la section Montréal-lac Ontario de la Voie maritime, où la dénivellation entre les biefs n'est que de l'ordre d'un mètre (3,28 pieds), ainsi qu'à d'autres endroits pour permettre la fermeture des portes à hauteur de la pleine dénivellation advenant que les portes busquées soient endommagées au point de ne plus permettre le contrôle du niveau de l'eau. Les portes busquées comptent sur la différence de niveau d'eau des deux côtés pour exercer une pression permettant une étanchéité presque parfaite. Les écluses du réseau GLVMSL chevauchent une dénivellation se situant typiquement entre 6,4 mètres (21 pieds) aux écluses du Sault et 15 mètres (49,2 pieds) aux écluses du canal Welland et de la section Montréal-lac Ontario. Généralement, les portes supérieures et inférieures des écluses sont de hauteurs différentes. Les portes supérieures ont une hauteur d'environ 10 à 11 mètres (32,8 à 36 pieds), tandis que les portes inférieures sont plus élevées du niveau de la dénivellation entre l'amont et l'aval de l'écluse.



Navire levé dans le sas d'écluse
Source : Corporation de gestion de la Voie maritime du Saint-Laurent



La porte massive doit pouvoir maintenir une étanchéité presque parfaite, tout en devant être ouverte et fermée à chaque heure.

La porte est habituellement faite de poutres horizontales fixées dans un cadre, avec des contrevents en diagonale pour plus de rigidité.

Porte busquée inférieure de l'écluse Eisenhower
Source : Saint Lawrence Seaway Development Corporation

La photo à la page 79 montre la porte busquée de l'écluse Eisenhower, vue de l'aval. Ces portes massives doivent pouvoir maintenir une étanchéité presque complète, tout en devant être ouvertes et fermées de façon routinière. La porte comprend deux vantaux, habituellement constitués d'un ensemble de poutres horizontales dans un cadre. Le bon alignement et la rigidité de la porte sont essentiels à son fonctionnement. Des contrevents en diagonale renforcent la rigidité. Les vantaux de la porte reposent sur un gond (essentiellement un joint à rotule) à la base du vantail, le sommet étant fixé au mur.

L'étanchéité doit être assurée au point de contact des deux vantaux de la porte busquée et dans le joint entre les vantaux et le mur de l'écluse (dans un renforcement ou au tourillon). Les tourillons comme les buscs subissent de l'usure et doivent être changés en cas de perte d'étanchéité ou de contrainte et déformation excessives du vantail.

Le fonctionnement fiable et sécuritaire des écluses exige la présence de systèmes auxiliaires pouvant prendre la relève en cas de défaillance de l'une des portes, à cause de l'usure ou de l'impact d'un navire. Certaines écluses sont munies de portes de réserve qui peuvent entrer en action en cas de défaillance d'une porte principale. D'autres écluses ont des portes de rechange, mais le remplacement d'une porte exige une quantité considérable de temps et d'énergie. Certaines écluses ont des portes d'évacuation de l'eau en amont et en aval des portes principales, pour faciliter la vidange et l'entretien des portes. Certaines écluses font appel à des aiguilles, que l'on baisse verticalement pour permettre l'évacuation de l'eau.

Aiguilles Ces structures d'acier peuvent créer une barrière temporaire en travers de l'écluse, habituellement à la fois en amont de la porte supérieure et en aval de la porte inférieure, afin de pouvoir évacuer l'eau du sas pour des travaux d'entretien et de réparation. Les aiguilles employées partout dans le réseau GLVMSL sont une série de plaques d'acier en forme de poutre que l'on descend le long de fentes dans les murs d'amont et d'aval de l'écluse. La manutention des aiguilles exige un derrick lourd à jambes, que l'on retrouve dans bon nombre des installations.

Vannes Le fonctionnement des écluses fait appel à une batterie de composantes mécaniques, dont plusieurs vannes pour contrôler les flux d'eau. Les vannes des buses sont ouvertes et fermées à chaque cycle d'éclusage, pour remplir et vider le sas de l'écluse. Ces vannes sont en fait de grandes portes d'acier à l'intérieur des buses de béton, qui sont levées et descendues pour contrôler le débit d'eau passant par les buses.

Autre équipement électrique et mécanique Le maintien du fonctionnement sécuritaire et efficient des écluses fait appel à une grande variété d'autres éléments. Il faut des moteurs et des systèmes de commande pour opérer la machinerie des portes, vannes et ponts levants des écluses. Beaucoup de ces fonctions sont toujours accomplies par l'équipement installé à l'origine lors de la construction des écluses. Certains de ces éléments ont été mis à niveau, d'autres auraient besoin de l'être. Toutes les écluses du réseau GLVMSL sont équipées de câbles d'arrêt similaires, de gros câbles disposés devant les portes d'écluse avant qu'un navire ne pénètre dans le sas. Si l'on perd contrôle du navire pour un motif quelconque, les câbles freinent le navire avant qu'il puisse heurter la porte d'écluse.

Ponts, routes et tunnels

De nombreux ponts, tant fixes que mobiles, traversent le réseau de navigation GLVMSL, ainsi que des tunnels à certains emplacements. Les ponts basculants et levants ont un tablier qui se soulève pour laisser passer les navires. À l'écluse Eisenhower de la section Montréal-lac Ontario du réseau, l'accès à la centrale hydroélectrique Moses-Saunders s'effectue par un tunnel routier passant sous le seuil de l'écluse supérieure. L'entretien de ces nombreuses structures de croisement relève de la compétence des mêmes organisations responsables de l'exploitation et de l'entretien des écluses. Dans le cas du canal Welland, les ponts appartiennent tous à Transports Canada et sont exploités par la Corporation de gestion de la Voie maritime du Saint-Laurent (CGVMSL). Les systèmes de commande de plusieurs des ponts basculants et levants surmontant le canal Welland ont récemment été automatisés et sont maintenant commandés à distance. Les systèmes de commande et d'alimentation électrique des ponts ont tous été modernisés par la même occasion.

Chenaux navigables

Des chenaux navigables sont entretenus dans la rivière St. Mary's, la rivière et le lac St. Clair, la rivière Détroit et l'entrée du lac Érié dans le canal Welland, ainsi qu'à divers endroits le long de la Voie maritime du Saint-Laurent. Le tirant d'eau nominal que peuvent accommoder ces chenaux a pu atteindre 8,08 mètres (26,5 pieds) en fonction des niveaux d'eau disponibles pour la Voie maritime du Saint-Laurent, et 7,77 mètres (25,5 pieds) dans le secteur supérieur des Grands Lacs (niveau contrôlé par les écluses du Sault et le chenal navigable de la rivière St. Mary's).



Soulèvement du tablier d'un pont levant pour le transit d'un navire

Source : Thies Bognor, photographe

Le U.S. Army Corps of Engineers (USACE) et, dans une bien moindre proportion, la Saint Lawrence Seaway Development Corporation (SLSDC), réalisent chaque année dans le bassin des Grands Lacs des travaux de dragage d'entretien produisant de 2 à 4 millions de mètres cubes (3 à 5 millions de verges cubes) de matériaux. Ces travaux comprennent le dragage d'entretien de 47 ports à fort tirant d'eau, de 55 ports à faible tirant d'eau et de quelque 1 200 kilomètres (745 milles) de chenaux navigables. Bon nombre des grands ports desservis par le réseau GLVMSL exigent également des travaux considérables de dragage d'entretien régulier. Au port de Duluth-Superior, le dragage régulier de 80 000 mètres cubes (100 000 verges cubes) de matériaux par année est nécessaire pour simplement maintenir le statu quo. Le havre Maumee (port de Toledo) exige le dragage d'au moins 650 000 mètres cubes (850 000 verges cubes) de matériaux chaque année. Il faudrait draguer un volume supplémentaire de 230 000 mètres cubes (300 000 verges cubes) chaque année au cours des neuf prochaines années pour rattraper le retard cumulé actuel du dragage d'entretien. Ce type de dragage d'entretien de routine est accompli pour des installations portuaires par le USACE, à titre de projets de navigation autorisés par les instances fédérales.

La SLSDC et la CGVMSL doivent assurer le dragage d'entretien d'autres secteurs, dont les canaux de la Voie maritime.

FACTEURS DE STRESS SUR L'INFRASTRUCTURE

Les diverses composantes de l'infrastructure du réseau de navigation sont soumises à un ensemble de facteurs de stress contribuant à la détérioration globale de leur état au fil du temps. La majorité de ces facteurs de stress peut être rattachée au passage régulier des navires, découlant habituellement de l'usure causée par les déplacements des navires, ou de l'usure causée par le cycle de fonctionnement des diverses composantes mécaniques (portes, vannes, machinerie des ponts, etc.). Le réseau GLVMSL comporte également des facteurs de stress qui lui sont particuliers, du fait de son emplacement géographique (cycle gel-dégel,

charge de glace) et de la construction originale des structures (qualité des travaux, incidences de l'évolution de l'exploitation des navires).

Incidences du passage des navires Au fil du temps, l'abrasion causée par les navires qui frottent sur les murs de guidage et du sas d'écluse peut détériorer le béton. De plus, ces structures subissent souvent des impacts des grands vraquiers navigant dans les approches et le sas de l'écluse. Les portes de l'écluse subissent aussi parfois des impacts mineurs des navires qui pénètrent dans le sas.

Incidences du cycle de fonctionnement Chaque fois qu'un navire passe par une écluse, la machinerie accomplit son cycle de fonctionnement (ouverture et fermeture des portes, soulèvement des câbles d'arrêt, activation des vannes des buses, etc.). Le cycle constant de fonctionnement de ces composantes d'écluse entraîne une usure à long terme pour aboutir à la détérioration de leur état. Les cycles de fonctionnement sont déclenchés non seulement par le passage des navires commerciaux, mais aussi par celui des bâtiments de la flotte d'entretien, d'embarcations de plaisance et de bateaux d'excursion, ainsi que par les opérations routinières pour permettre le passage de la glace en hiver et au printemps. Les ponts mobiles qui enjambent le réseau navigable suivent également ce fonctionnement cyclique.

L'usure excessive des composantes peut éventuellement se traduire par des fissures de fatigue dans les membrures d'acier. Dans le cas d'une porte d'écluse, une fissuration allant jusqu'à une déformation plastique peut signaler des contraintes excessives sur des composantes de la porte d'acier, entraînant une déformation irréversible qui peut être indicatrice d'éventuels problèmes structurels.



Mur nord de l'écluse Snell avec revêtement vertical (À signaler, le dommage typique au joint vertical des monolithes)

Source : Saint Lawrence Seaway Development Corporation



Détérioration de la face du mur de béton à l'écluse 7 du canal Welland (À signaler, les barres d'armature exposées dans la zone endommagée)

Source : Corporation de gestion de la Voie maritime du Saint-Laurent

Incidences du fonctionnement par temps froid Du fait de l'emplacement géographique du réseau, les températures sous le point de congélation imposent des facteurs de stress supplémentaires à son infrastructure. Les structures de béton traversent des cycles gel-dégel qui entraînent la fissuration et l'effritement de la surface, ainsi que la corrosion de l'armature d'acier sous la surface. Le passage des glaces au début et à la fin de la saison de navigation est source de forces abrasives supplémentaires sur les murs d'écluse, qui peuvent également affecter les portes et les vannes.

Autres facteurs Plusieurs autres facteurs de stress attaquent l'infrastructure, le plus critique étant la réaction agrégat-alcalin qui se manifeste dans les structures de béton de plusieurs des écluses dans la section Montréal-lac Ontario du réseau. Cette réaction cause avec le temps une expansion du béton, qui entraîne un désalignement de la machinerie et un rétrécissement graduel de la largeur du sas. La réaction entraîne également de la fissuration, ainsi que la séparation de l'agrégat et du mortier de ciment. Il peut en découler un rétrécissement des écluses affectées atteignant jusqu'à 2,5 centimètres (1 pouce) aux cinq ans. L'effet de ce rétrécissement est accentué par la présence des glaces pendant les opérations au début de l'hiver et du printemps.

Dans certains cas, la conception et la construction originales de l'infrastructure étaient mal adaptées aux nouvelles conditions opérationnelles découlant de l'évolution des navires et de leur exploitation, ce qui a accéléré la détérioration de ces composantes.

Le mur de guidage supérieur de l'écluse MacArthur du Sault a été construit pendant les années 1940 en faisant appel à des techniques mixtes, des structures-poids monolithiques de béton de masse reposant sur le roc, ainsi que des monolithes reposant sur des caissons de bois. Le chenal d'accès a été creusé à même le substrat rocheux. Le rocher sous-jacent est composé du grès local, en alternance avec des bandes de limon. Le mur

de béton s'est déplacé, ce que l'on attribue à l'érosion du rocher sous-jacent. Cette érosion a été accélérée par l'action des propulseurs d'étrave, que les navires utilisent pour leurs manœuvres depuis 1975 environ.

Les murs d'amarrage de pilots du canal Welland ont été construits pendant les années 1950, en prolongement des murs de guidage établis en béton. Ils permettaient d'amarrer les navires à proximité des écluses, et deux navires pouvaient ainsi se croiser beaucoup plus près de l'écluse qu'il n'aurait été possible autrement. Ces murs ont encore été prolongés au milieu des années 1960, alors que l'on prévoyait qu'un nouveau canal deviendrait nécessaire, et leur fonction étant réputée temporaire, ils avaient été conçus pour une durée de vie de seulement 25 ans. Les impacts des navires ont beaucoup endommagé ces murs au fil des années, à la fois au niveau des défenses et par les étraves à bulbe sous la surface. À certains endroits, l'instabilité du talus en pente derrière le mur a affecté ce dernier, et il a fallu en remplacer des sections. Les pilots de bois se détériorent eux aussi et l'on applique un programme régulier de réparation des pilots et des poutres. À plusieurs endroits, les plates-formes de bois ont rétréci, laissant échapper le matériau de remblayage qu'il faut remplacer constamment.

Facteurs d'entretien du chenal navigable Un chenal navigable a besoin périodiquement d'un dragage d'entretien pour maintenir sa profondeur autorisée. Toutefois, le tirant d'eau des navires pouvant être accommodé dépend du niveau de l'eau, qui connaît des variations à la fois saisonnières et à long terme. Les modèles de changement climatique indiquent que le niveau global des lacs et cours d'eau du réseau GLVMSL s'inscrit dans une tendance à la baisse, selon les prévisions à long terme visant les divers facteurs naturels qui influencent le niveau des lacs. Puisque le niveau d'élévation des sas et des seuils des écluses est fixe, et que la profondeur des chenaux navigables est limitée au niveau autorisé, une baisse à long terme du niveau des lacs réduirait le tirant d'eau disponible pour l'expédition maritime, et entraînerait donc une réduction de la capacité des navires et des transits prolongés. Une réduction à long terme du niveau des lacs pourrait également modifier la configuration de la sédimentation des ports, et peut-être créer un besoin de dragage supplémentaire. En plus de cet accroissement possible du dragage d'entretien, l'élimination des matériaux de dragage commence à poser un problème considérable, dans le contexte de restrictions environnementales plus exigeantes et de la disponibilité toujours moindre d'installations d'élimination.

ÉTAT ACTUEL DE L'INFRASTRUCTURE

L'un des objectifs premiers de l'étude GLVMSL consistait à réaliser une évaluation d'ingénierie systématique de l'ensemble de l'infrastructure, afin d'établir les investissements à long terme nécessaires pour préserver la sécurité, l'efficacité et la fiabilité du réseau. Il faut préciser que l'évaluation de l'état du réseau et les analyses d'ingénierie subséquentes portaient principalement sur les composantes matérielles d'infrastructure touchant directement le transit de la navigation commerciale. Chaque installation d'écluse dans l'ensemble du réseau comporte de nombreux biens supplémentaires qui impliquent également des coûts significatifs d'exploitation et d'entretien, sans pour autant présenter nécessairement un lien direct avec les mouvements au jour le jour des navires commerciaux.

Les éléments d'infrastructure ont été inspectés sur place dans chacune des grandes écluses : écluse du Sault, canal Welland, et écluses de la section Montréal-lac Ontario relevant autant des É.-U. (SLSDC) que du Canada (CGVMSL). L'objectif était de dresser un portrait général d'aspects comme l'usure, le vieillissement de l'acier, la redondance et les problèmes du béton, de structurer les enjeux d'entretien à régler qui affectent le réseau, et de formuler un ensemble d'exigences pour l'entretien de tout le réseau, avec les calendriers d'investissement connexes. Afin d'assurer une évaluation uniforme et cohérente, la même équipe technique a participé aux inspections et aux rapports de toutes les écluses. Au bout du compte, on a analysé un total de 160 éléments distincts, allant de composantes massives comme les sas et portes d'écluse aux commandes électriques de la machinerie.

Cet examen a servi de point de départ à l'élaboration d'un indice de criticité de l'infrastructure, afin de quantifier le risque (perte potentielle) et l'importance relative des travaux d'entretien nécessaires pour les composantes et fonctionnalités importantes d'ingénierie. L'indice combine les facteurs de l'état matériel, de l'importance pour la navigation et de la redondance de chaque composante. Ce processus de classification comparative a été confié aux mêmes membres de l'Équipe technique (ingénierie) qui avaient réalisé les inspections d'infrastructure.

La classification faisait appel à une combinaison de facteurs distincts, soit l'état actuel de la composante, la disponibilité de composantes d'appoint ou de pièces de rechange, la probabilité de problèmes futurs avec la composante, l'incidence sur la navigation, et l'incidence sur d'autres services. Le système de classification a ensuite servi à identifier les composantes d'infrastructure les plus critiques, qui devraient faire en priorité l'objet d'une analyse détaillée de fiabilité.

INDICE DE CRITICITÉ

L'Équipe technique (ingénierie) a élaboré un processus systématique pour établir quels sont les éléments d'infrastructure les plus critiques dans l'ensemble du réseau GLVMSL. Un système de cote numérique a servi à mesurer la criticité de chaque composante dans plusieurs catégories, relativement à chacune des autres. La somme pondérée de ces cotes a permis de cerner les éléments d'infrastructure les plus critiques. Afin d'assurer la cohérence à l'échelle du réseau entier, la même équipe multidisciplinaire d'ingénieurs de la CGVMSL, de la SLSDC, et du USACE qui avait réalisé les inspections du réseau GLVMSL a également effectué cette analyse de criticité. L'analyse faisait appel aux catégories suivantes de cotation.

Décision de remplacer ou moderniser déjà prise

Cette catégorie a la seule cote non numérique. La réponse « oui » indique que la composante a été récemment remplacée ou a connu une mise à niveau significative, ou que l'on a décidé officiellement de remplacer ou mettre à niveau la composante. Si tel est le cas, les cotes numériques de redondance, etc., ne sont pas attribuées pour la composante. Dans ce contexte, « récemment » signifie un remplacement ou une mise à niveau à l'intérieur du premier tiers de la durée de vie utile attendue de la composante.

Redondance

1. La composante n'a pas de redondance. Aucune composante d'appoint ou autre moyen ne permet d'accomplir la fonction prévue de la composante.
2. Il y a des pièces de rechange ou éléments d'appoint pour la composante, avec retour en fonction dans plus de deux semaines.
3. Il y a des pièces de rechange ou éléments d'appoint pour la composante, avec retour en fonction pouvant prendre jusqu'à deux semaines.
4. Il y a des pièces de rechange ou éléments d'appoint pour la composante, avec retour en fonction entre une heure et trois jours.
5. La composante a une forte redondance. Un remplacement immédiat (moins d'une heure) ou d'autres mesures permettent d'accomplir la même fonction.

État actuel

1. Déficient ou défaillance. La composante est actuellement défaillante ou en très mauvais état. La composante n'est pas utilisable, ou devrait devenir inutilisable à très court terme.
2. Utilisable. La composante a besoin d'un investissement significativement supérieur au niveau de l'entretien normal pour demeurer opérationnelle, ou la composante ne fournit actuellement qu'une fonctionnalité limitée à cause de son état.
3. Utilisable. La composante assure un service adéquat. Aucun problème important connu qui ne peut être réglé dans le cadre de l'entretien normal.

Probabilité de problèmes futurs

- Cette catégorie dénote la probabilité de problèmes futurs significatifs du rendement d'une composante en l'absence de niveaux d'entretien intensifs dépassant de loin ce qui est réputé normal pour une écluse typique. Il est important de souligner que l'on présume que l'entretien normal se poursuivra tout au long de la période à l'étude.
1. Certitude de problèmes futurs en l'absence de travaux intensifs d'entretien pour régler les problèmes.
 2. Très forte probabilité de problèmes futurs en l'absence d'un entretien intensif. Cette cote indique que l'on prévoit que la composante présentera des problèmes, mais de façon moins rapide ou moins grave qu'une composante ayant la cote 1.
 3. Possibilité de problèmes opérationnels futurs, mais aucun problème actuellement.
 4. Problèmes futurs peu probables. Il est pratiquement certain qu'il n'y aura pas de problèmes futurs significatifs, tant que l'on poursuivra l'entretien normal.

Coût relatif de remplacement (cote coût x cote quantité/5)

Coût unitaire	Cote de coût	Quantité	Cote de quantité
> 25 M\$	1	>20	1
5 M\$ - 25 M\$	2	11-20	2
1 M\$ - 5 M\$	3	5-10	3
200 K\$ - 1 M\$	4	2-4	4
< 200 K\$	5	1	5

INDICE DE CRITICITÉ (SUITE)

<p>Incidence sur la navigation</p>	<p>Cette catégorie traite de l'incidence relative sur la navigation si la composante devenait inutilisable. La réparation peut devenir nécessaire pendant l'hiver, ou les réparations peuvent attendre la fermeture pour l'hiver. Pour certaines composantes, la réparation peut attendre et l'écluse peut continuer de fonctionner, mais le trafic peut être quelque peu entravé par l'application de procédures spéciales, un délai prolongé pour remplir ou vider le sas, etc.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. La navigation est interrompue pour une période considérable. La défaillance de la composante exige d'interrompre la navigation jusqu'à ce que l'on ait effectué des réparations ou que l'on ait trouvé un autre moyen d'accomplir les mêmes fonctions. 2. La navigation est interrompue pour une période considérable, mais moindre que celle qui justifie la cote 1. 3. La navigation est interrompue, ou le transit du trafic est ralenti par des procédures ou opérations spéciales pendant un certain temps. 4. La navigation est interrompue très brièvement, ou les procédures ou opérations spéciales ont un effet limité sur le trafic. 5. Aucune incidence négative sur la navigation. 																
<p>Autres incidences</p>	<p>Cette catégorie sert à coter l'effet du rendement de la composante sur des aspects non liés à la navigation. Il s'agit notamment de structures comme les ponts, les tunnels et d'autres composantes dont un rendement moins que satisfaisant aurait une incidence négative sur des éléments comme le trafic des véhicules, le transport ferroviaire, la production hydroélectrique, le contrôle des inondations, la protection de l'environnement, etc. Ces structures peuvent également avoir une incidence négative sur la navigation, mais cet aspect est pris en compte par la catégorie précédente.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Incidence négative poussée sur des éléments non liés à la navigation. La défaillance de la composante pourrait exiger une période prolongée avant le rétablissement de la fonction visée ou autre utilisation similaire. 2. Incidence significative sur des éléments non liés à la navigation, mais moindre que celle qui justifie la cote 1. 3. Incidence sur des éléments non liés à la navigation. 4. Faible incidence sur des éléments non liés à la navigation. 5. Aucune incidence sur des éléments non liés à la navigation. 																
<p>Cote globale</p>	<p>La cote globale est celle qui servira au bout du compte à identifier les éléments d'infrastructure les plus critiques aux fins de la présente étude. Il s'agit d'une valeur relative combinant les effets de l'état de la composante, la redondance opérationnelle et les incidences éventuelles en cas de rendement insatisfaisant. L'aspect relatif vient de la comparaison à d'autres composantes du réseau GLVMSL relevant de tous les organismes (CGVMSL, SLSDC et USACE). Les composantes qui présentent les plus faibles valeurs dans ce système de cotation sont réputées les plus critiques dans l'ensemble du réseau, aux fins de la présente étude. Ces composantes feront l'objet d'une analyse probabiliste individuelle, à partir d'une analyse de fiabilité et de l'intégration de la composante au modèle économique du réseau. L'équipe globale du réseau GLVMSL sera alors en mesure d'établir l'ensemble des incidences rattachées au rendement des composantes les plus critiques de l'infrastructure du réseau GLVMSL. La cote globale est la somme pondérée de toutes les cotes pour la composante. La pondération des différentes cotes se présente comme suit :</p> <table border="1" data-bbox="500 1476 1505 1900"> <thead> <tr> <th>Cote</th> <th>Facteur de pondération</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Redondance</td> <td>10 %</td> </tr> <tr> <td>État actuel</td> <td>10 %</td> </tr> <tr> <td>Probabilité de problèmes futurs</td> <td>30 %</td> </tr> <tr> <td>Coût relatif de remplacement/mise à niveau</td> <td>15 %</td> </tr> <tr> <td>Incidences sur la navigation</td> <td>25 %</td> </tr> <tr> <td>Autres incidences</td> <td>10 %</td> </tr> <tr> <td>Somme</td> <td>100 %</td> </tr> </tbody> </table>	Cote	Facteur de pondération	Redondance	10 %	État actuel	10 %	Probabilité de problèmes futurs	30 %	Coût relatif de remplacement/mise à niveau	15 %	Incidences sur la navigation	25 %	Autres incidences	10 %	Somme	100 %
Cote	Facteur de pondération																
Redondance	10 %																
État actuel	10 %																
Probabilité de problèmes futurs	30 %																
Coût relatif de remplacement/mise à niveau	15 %																
Incidences sur la navigation	25 %																
Autres incidences	10 %																
Somme	100 %																

ÉCLUSES DU SAULT

Plus de 80 millions de tonnes de cargaisons commerciales franchissent les écluses du Sault chaque année. Presque tous les navires de charge passent par les écluses MacArthur et Poe. L'écluse Poe est la seule qui présente les dimensions nécessaires pour accommoder tous les navires actuellement en exploitation dans les Grands Lacs. Si l'écluse Poe est mise hors service, le transit d'une quantité importante de cargaisons commerciales est empêché.

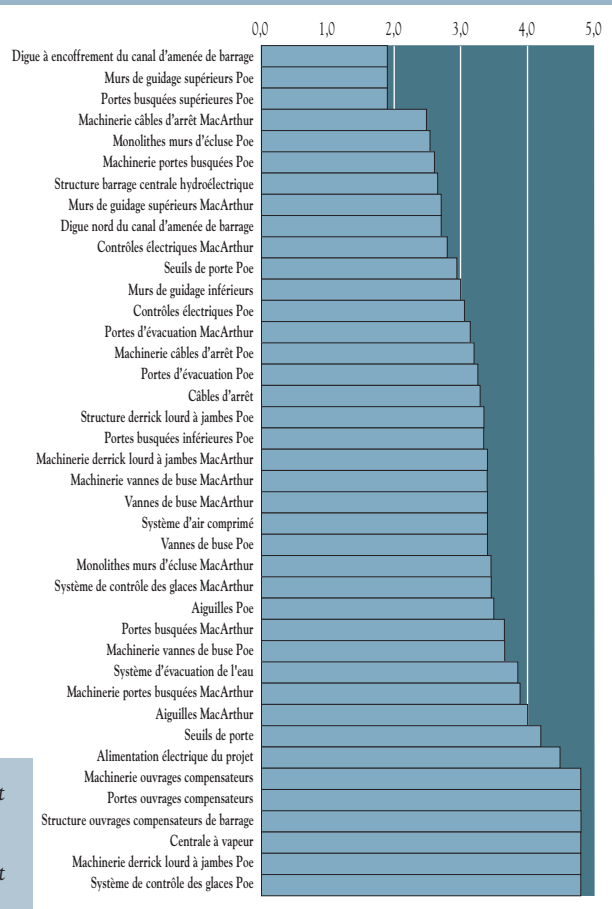
Béton de masse	Les murs de l'écluse sont constitués de 76 structures-poids monolithiques de béton de masse. Les seuils des portes busquées sont également faits de béton de masse, reposant sur le substrat rocheux. Il n'y a pas de problème important, compte tenu de l'âge de la structure. L'entretien routinier permet de pallier la détérioration à la surface d'étanchéité entre le seuil et les portes busquées.
Murs de guidage	Déplacement à cause de l'érosion du rocher sous-jacent, accélérée par les propulseurs d'étrave employés pour les manœuvres. Les dommages les plus graves sont réparés, mais les murs continuent de se détériorer. L'érosion du rocher atteint un rythme de 0,025-0,5 m (1-2 po) par année. Des vides sous les monolithes de béton atteignent de 1 à 3 m (3 à 10 pi).
Portes	Les portes d'origine sont toujours en fonction et en bon état. Les impacts des navires ont fait bomber la porte supérieure de l'écluse Poe, qui se déplace d'environ 1 cm (1/2 po) verticalement en opération. Certaines composantes d'acier des portes sont déformées et pourraient créer des problèmes structurels.
Portes secondaires	L'écluse MacArthur a des portes intermédiaires pouvant être utilisées en cas d'urgence, mais elles limiteraient la longueur de l'écluse. L'écluse Poe a une paire de portes busquées supérieures. Ses portes d'évacuation de l'eau pourraient servir de portes supérieures d'appoint, mais l'on ne pourrait plus alors assécher le sas. À l'extrémité inférieure de l'écluse Poe, une paire de portes intermédiaires pourrait servir d'appoint aux portes busquées inférieures.
Aiguilles	Il n'y a pas d'aiguille à l'extrémité aval de l'écluse Poe, et donc pas de redondance pour les portes busquées d'évacuation d'aval (et par conséquent peu de capacité d'entretien).

Vanne
Les vannes de buse, également d'origine, servent à contrôler le remplissage et la vidange du sas d'écluse. Une vanne a dû être réparée après avoir cessé de fonctionner il y a quelques années.

Câbles d'arrêt
Les câbles d'arrêt des écluses du Sault remontent à la construction d'origine et ont besoin d'être mis à niveau.

Machinerie et contrôles
Tout l'équipement est d'origine et en bon état, mais il n'y a pas de pièces de rechange et il faudrait effectuer une mise à niveau. Les portes busquées de l'écluse Poe ont des contrôles inadéquats. Il faut intégrer des contrôleurs logiques programmables à l'ensemble du système. Le panneau de commande de MacArthur fonctionne à une tension de 480 volts, jugée dangereuse.

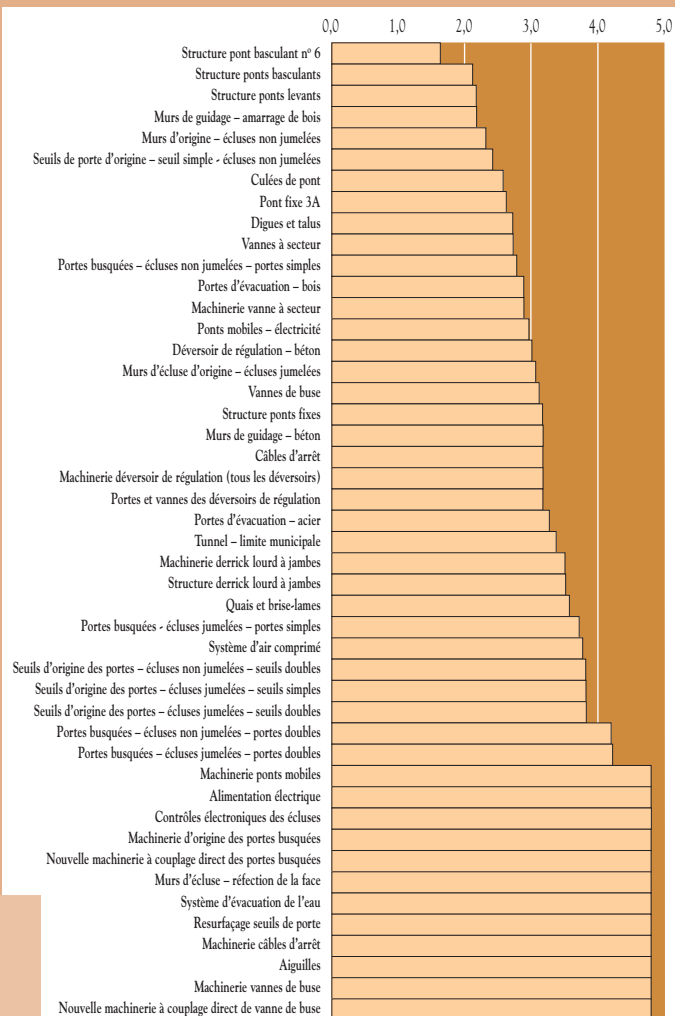
Aux écluses du Sault, les composantes d'infrastructure les plus critiques sont des éléments structurels des murs, comme les digues de canal d'amenée au canal d'énergie et les murs de guidage. Les portes busquées supérieures de l'écluse Poe et les contrôles électriques de l'écluse MacArthur font également partie des composantes critiques.



CANAL WELLAND

Les écluses du canal Welland ont fait l'objet d'un grand programme de réfection entre 1985 et 1992, au coût de 146 millions de dollars. Il s'agissait notamment de retirer et remplacer le remblai derrière les murs d'écluse pour réduire la pression du sol, d'ancrer les murs d'écluse affaiblis par la pression du sol, et de refaire la face des murs d'écluse, détériorée par les cycles gel-dégel. Tous les travaux de remplacement du remblai et d'ancrage sont terminés, ainsi qu'une grande partie de la réfection de la face. Le reste de ce programme de réfection se poursuit encore.

Béton de masse	Le béton d'origine a souffert des cycles gel-dégel, en particulier au niveau de la ligne d'eau. On a refait la face du béton le plus détérioré, mais il reste encore du travail. Environ 90 % du travail sur la face est déjà accompli.
Murs de guidage	Les murs d'amarrage de pilots, conçus comme solution temporaire lors de leur aménagement il y a 45 ans, ont été endommagés par les impacts des navires ou l'instabilité des talus, et les pilots de bois se détériorent. Les pilots et les poutres font l'objet de réparations constantes. Le rétrécissement des plates-formes de bois a entraîné des pertes de matériaux de remblayage, qui doivent être constamment remplacés. Ces structures seront remplacées d'ici dix ans par une plate-forme de béton et des piliers d'acier.
Portes	Comme les poutres des portes busquées, remontant à 1932, sont couvertes de plaques d'acier des deux côtés, elles sont plus rigides, et plus difficiles à inspecter et entretenir. Les portes sont fixées aux murs d'écluse par une paire de tendeurs ajustables que l'on remplace régulièrement. Les tourillons et buscs sont entretenus pour assurer la bonne étanchéité des portes à la fermeture. Les portes busquées du canal Welland sont rivetées, pour une meilleure résistance à la fatigue.
Portes secondaires	Portes intermédiaires redondantes à certaines des écluses Welland, et trois ensembles de portes busquées de rechange gardées sous l'eau près de l'écluse 1. Un ensemble de vannes à secteur près de l'extrémité amont de l'écluse 7 peut être utilisé en cas d'urgence, mais l'installation devrait se faire sans pouvoir interrompre l'écoulement. Il y a aussi des portes d'évacuation en amont de l'écluse 8 et en aval de l'écluse 1.
Aiguilles	Il n'y a pas d'aiguilles en aval des portes busquées d'évacuation de l'écluse 1, ni à l'écluse 8, ce qui signifie que l'entretien de ces portes exigerait leur enlèvement à la grue.
Câbles d'arrêt	Les câbles d'arrêt ont déjà été mis à niveau avec des connexions hydrauliques à couplage direct, ou sont en voie de l'être.
Machinerie et contrôles	La machinerie des portes et vannes d'écluse consiste en des rouages mécaniques actionnés par des moteurs électriques. En 2005, un programme de six ans a été entrepris pour remplacer la machinerie d'origine par une machinerie hydraulique à couplage direct, tant pour les portes que pour les vannes d'écluse. Les contrôles sont en cours de mise à niveau, pour être remplacés par des contrôleurs logiques programmables.
<p><i>Au canal Welland, les composantes d'infrastructure les plus critiques se rapportent aux ponts levants et aux murs de guidage. Bon nombre des problèmes liés à la machinerie et aux murs d'écluse de béton sont en voie d'être corrigés par les travaux de réfection en cours.</i></p>	



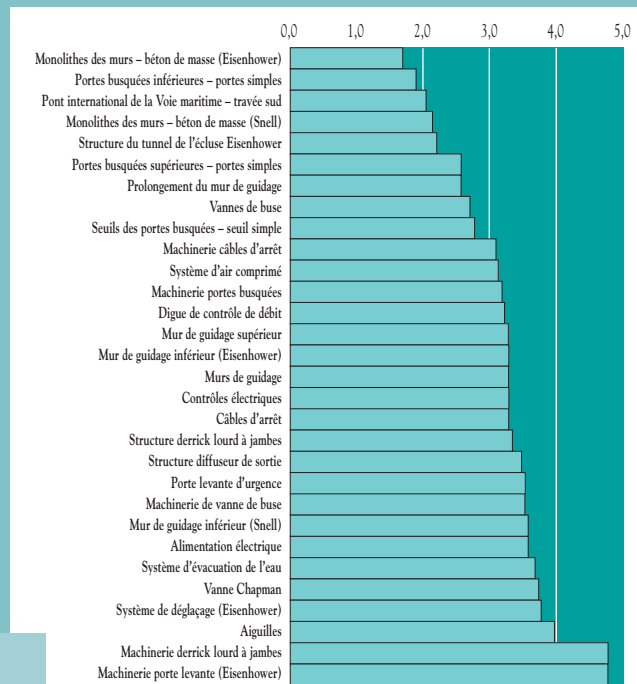
SECTION MLO – COMPOSANTES DES ÉTATS-UNIS

La portion des É.-U. de la Voie maritime du Saint-Laurent est constituée des écluses Snell et Eisenhower, de conception virtuellement identique, mais avec des différences notables dans leur état. Les ouvrages de l'écluse Eisenhower ont été construits avec un béton de mauvaise qualité, ce qui a abouti à une détérioration avancée des murs d'écluse et des infiltrations autour d'un tunnel routier donnant accès au barrage hydroélectrique Moses-Saunders.

Béton de masse	Le béton de l'écluse Snell est en relativement bon état, mais celui de l'écluse Eisenhower s'est considérablement détérioré. Il faut retirer jusqu'à 1,2 m (4 pi) de béton pour atteindre une partie saine. Le tunnel de service traversant le seuil d'écluse a des problèmes de fissuration, de fuites et d'accumulation de glace l'hiver. On a injecté du coulis à plusieurs reprises, mais le problème continue d'empirer.
Murs de guidage	Les murs de guidage des deux écluses, Snell et Eisenhower, montrent une usure considérable par les impacts des navires. Ils conservent leur intégrité, mais un entretien régulier est nécessaire.
Portes	Les portes busquées supérieures sont en bon état de fonctionnement dans les deux écluses. Les gonds, tourillons et buscs subissent une usure considérable et sont remplacés en cas de défaillance. Les portes inférieures des écluses Snell et Eisenhower présentent une fissuration considérable. La fissuration des portes de l'écluse Snell est environ trois fois plus importante que celle des portes de l'écluse Eisenhower, un état très préoccupant.
Aiguilles	Les écluses Snell et Eisenhower ont des ensembles complets d'aiguilles pour l'évacuation de l'eau, qui sont installés au moyen de derricks lourds à jambes. L'écluse Eisenhower comporte également une porte levante d'urgence qui préserve le niveau du bassin d'amont en cas de défaillance catastrophique des portes busquées.

Câbles d'arrêt
 Les câbles d'arrêt des écluses Eisenhower et Snell sont d'origine et ont besoin de travaux de modernisation.

Machinerie et contrôles
 Des contrôleurs logiques programmables sont employés dans les écluses Snell et Eisenhower. Cette dernière abrite la salle de commande du nouveau système de repérage des navires de la SLSDC, qui surveille les mouvements des navires dans toute la Voie maritime. La SLSDC aura besoin d'implanter une nouvelle technologie de positionnement des navires, d'éléments hydrauliques et d'amarrage pour harmoniser le fonctionnement des écluses avec la CGVMSL.



Aux installations de la SLSDC dans le fleuve Saint-Laurent, les facteurs les plus critiques touchent la qualité du béton dans l'écluse Eisenhower, l'état des portes busquées inférieures des deux écluses, la travée sud du Pont international de la Voie maritime, et le tunnel routier de l'écluse Eisenhower.

SECTION MLO – COMPOSANTES DU CANADA

La partie canadienne de la Voie maritime du Saint-Laurent est gérée par la Corporation de gestion de la Voie maritime du Saint-Laurent (CGVMSL), en vertu d'un contrat à long terme avec Transports Canada.

Béton de masse	Quatre des écluses souffrent d'une détérioration à long terme du béton, causée par la réaction agrégat-alcalin (RAA). Ce phénomène entraîne un rétrécissement régulier de leur largeur, ainsi que des problèmes d'alignement des portes d'écluse. Le busc est l'élément le plus affecté, où les gonds des portes sont fixés au mur. On a déjà procédé à certaines réparations des buscs, mais d'autres travaux sont nécessaires. Les murs des écluses Saint-Lambert et Beauharnois sont les plus gravement affectés par la RAA.
Portes	Sept ensembles de portes busquées ont dû être réalignés à cause de la RAA. Il faut une saison d'entretien hivernal complète pour remettre en place les portes busquées, ce qui comprend un refaçonnage des renforcements de béton et des blocs de contact. Le réalignement de chaque porte busquée coûte plus de 1 million \$CAN.
Portes secondaires	Il y a des portes doubles à l'extrémité aval de Saint-Lambert, à l'extrémité amont de Côte-Sainte-Catherine, aux extrémités amont et aval de l'écluse inférieure de Beauharnois, et à l'extrémité amont de l'écluse supérieure de Beauharnois. Les autres portes d'écluse opérationnelles ont toutes leur porte de remplacement suspendue dans un renforcement du mur d'écluse, non reliée à la machinerie opérationnelle. Les portes inférieures de l'écluse supérieure de Beauharnois font exception, n'ayant que des portes simples, sans porte de rechange.
Aiguilles	Toutes les écluses de la CGVMSL à Maisonneuve sont équipées d'aiguilles, en amont comme en aval. Beauharnois est la seule exception, les écluses supérieure et inférieure étant traitées comme une seule unité, avec une aiguille à l'extrémité supérieure de l'écluse supérieure, et une autre à l'extrémité inférieure de l'écluse inférieure. Toutes les aiguilles sont installées et retirées au moyen d'un derrick lourd à jambes.
Câbles d'arrêt	Les câbles d'arrêt de la CGVMSL font appel à la même configuration estacade et câble employée partout ailleurs dans le réseau. Le système est opérationnel et fait l'objet d'un entretien régulier. Une mise à niveau avec des connexions hydrauliques similaires à celles du canal Welland n'a pas encore été réalisée.
Machinerie et contrôles	L'ensemble des écluses, ponts et déversoirs gérés par la CGVMSL canadienne ont été dotés de contrôleurs logiques programmables. Une initiative en cours vise la modernisation de ces contrôleurs. L'interface-opérateur est informatisée, et le logiciel d'application est en voie de mise à niveau. On passe également à un système commandé à distance. Le câblage et les panneaux de commande ont besoin d'être remplacés, du fait de la corrosion découlant des niveaux d'humidité élevés dans les galeries.

Les écluses canadiennes près de Montréal souffrent d'une détérioration à long terme du béton causée par la réaction agrégat-alcalin (RAA). Ce phénomène se traduit graduellement par l'expansion, la détérioration, la fissuration, la porosité et la perte d'intégrité du béton. La RAA peut entraîner un rétrécissement de la largeur de l'écluse pouvant atteindre 2,5 cm (1 po) à tous les cinq ans. Si la largeur de l'écluse devient inférieure à 79 pi 6 po, les plus grands navires ne seront plus en mesure de passer en décembre ou en mars, ou il faudra mettre en œuvre des procédures opérationnelles spéciales. Les prévisions découlant de l'analyse d'ingénierie indiquent qu'au taux actuel de gonflement du béton, l'écluse de Saint-Lambert pourrait atteindre cette largeur critique avant 2015. La RAA cause également des problèmes d'alignement persistants des portes et vannes des écluses, les plus graves touchant les buscs où les gonds de la porte sont fixés au mur. On a déjà entrepris certains travaux de réparation des buscs, mais une intervention plus poussée s'impose.



Les quatre graphiques en encadré présentent le classement de criticité de chacune des composantes d'écluse examinée dans chaque couloir de navigation. Une consultation rapide de ces graphiques révèle que chaque emplacement a plusieurs composantes prioritaires (cote inférieure à 2), que la majorité des composantes affiche une cote approximative de 3 (indicatrice de certains problèmes de fiabilité et de préoccupations en matière de réparation ou d'entretien), et que quelques-unes ont une cote supérieure à 4 (indiquant des composantes en bon état ou à l'état neuf, ou dont la défaillance aurait des incidences relativement faibles). De manière générale, on observe que les courbes de criticité sont similaires d'une écluse à l'autre, dénotant une similarité d'état généralisée parmi les diverses composantes.

Malgré des différences dans les stratégies de construction et d'entretien, un résultat important de l'étude de criticité est la constatation que les écluses des quatre parties du réseau GLVMSL présentent des cotes remarquablement similaires. La moyenne globale des quatre ensembles d'installations témoigne de cette similitude exceptionnelle (tableau 5.1), se situant très près de 3,4. La pire cote (1,4) porte sur le béton des quatre écluses Maisonneuve, affecté par la réaction agrégat-alcalin, suivie de près par les problèmes de béton de l'écluse Eisenhower, les murs d'amarrage de bois de Welland, et les murs de guidage supérieurs des écluses du Sault. Les portes les plus critiques sont les portes busquées supérieures de l'écluse Poe, et les portes busquées inférieures des écluses Snell et Eisenhower.

EXPLOITATION ET ENTRETIEN

Les écluses du réseau GLVMSL ont toujours assuré un excellent service à l'ensemble de l'industrie de la navigation. Les écluses de la Voie maritime sont exploitées durant un peu plus de neuf mois par année, les conditions climatiques hivernales imposant généralement leur fermeture de la fin du mois de décembre à la fin du mois de mars. L'étendue de la couverture de glace et la durée pendant laquelle elle demeure sont des facteurs déterminants de la période de navigation commerciale. Des années 1996 à 2005, la Voie maritime a permis le commerce maritime pendant une période moyenne de 276 jours. La saison de navigation dans les lacs Supérieur et Huron s'est prolongée pendant dix mois et demi. Les écluses de Sault Ste. Marie ferment habituellement du 15 janvier au 25 mars conformément aux paramètres d'exploitation définis pour la saison de navigation.

TABLEAU 5.1

Sommaire des évaluations de criticité

Sommaire des indices de criticité	Global	Sault-USACE	Welland-CGVMSL	MLO-SLSDC	MLO-CGVMSL
Moyenne	3,40	3,42	3,51	3,20	3,35
Minimum	1,40	1,90	1,60	1,70	1,40
Maximum	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80

La période de fermeture hivernale est un élément crucial de la viabilité opérationnelle du réseau. Cette fermeture hivernale ne ressemble en rien à un temps d'arrêt : c'est au cours de cette période que sont effectués les inspections détaillées, les travaux de réparation et l'entretien courant. La capacité d'assécher et d'inspecter les ouvrages de façon régulière durant la période de fermeture hivernale permet bien souvent de déceler les problèmes avant que les conditions ne se dégradent et n'atteignent un point critique. Lorsqu'un problème est repéré, les mesures nécessaires peuvent être prises en vue de l'exécution des réparations appropriées.

Chaque région s'est dotée d'un Plan de renouvellement de l'actif ou d'un Plan de restructuration afin d'effectuer les investissements planifiés requis pour assurer le maintien ou l'amélioration du système.

En ce qui concerne le volet canadien du réseau, la CGVMSL a adopté un plan quinquennal de renouvellement de l'actif qui prévoit des inspections et un financement axés sur les risques. C'est un élément crucial de l'entente de commercialisation liant la CGVMSL et Transports Canada. Le plan de renouvellement de l'actif présentement en vigueur porte sur les exercices 2003-2004 à 2007-2008 et prévoit des dépenses de 170 millions de dollars canadiens pour les principaux frais d'entretien et dépenses en immobilisations exigés du côté canadien pour le segment Montréal-lac Ontario de la Voie maritime et le canal Welland. Le Plan de renouvellement de l'actif est géré par la CGVMSL sous la supervision du Comité d'immobilisations, qui se compose de deux représentants de Transports Canada et de deux représentants de la CGVMSL. Ce Comité approuve, en deçà de limites pré-établies, les projets de renouvellement de l'actif prévus au cours d'une année et se réunit régulièrement en vue d'étudier et d'approuver d'éventuelles modifications apportées à ce plan, au besoin, en vue d'assurer la fiabilité du réseau.

En ce qui concerne le volet américain du réseau, la SLSDC et le USACE sont tous deux tributaires des crédits du Congrès pour assurer le financement des travaux associés au renouvellement des infrastructures. Cette situation fait souvent obstacle à la planification des investissements requis à long terme à l'égard des travaux d'entretien. D'un autre côté, il importe de se rappeler qu'aucune infrastructure du segment américain n'est aussi ancienne que celles du canal Welland et que les ouvrages américains ne présentent pas les problèmes

associés au béton que l'on peut observer dans le segment Montréal-lac Ontario de la voie maritime canadienne. Au fur et à mesure que le réseau avancera en âge, les ouvrages relevant du USACE et de la SLSDC exigeront des travaux de réfection comparables à ceux entrepris du côté canadien du réseau.

Prévision des travaux d'entretien

On prévoit que les frais d'entretien périodiques et d'urgence continueront d'augmenter à un rythme encore plus rapide, étant donné l'âge avancé et l'usure des infrastructures. La sécurité, la fiabilité et l'efficacité du réseau GLVMSL demeurent des préoccupations de tout premier ordre pour les planificateurs. À cet égard, la grande efficacité des méthodes d'exploitation et d'entretien utilisées jusqu'à maintenant n'est plus à démontrer : le réseau est généralement accessible 99 % du temps et le dossier de la sécurité opérationnelle est excellent. Malgré cela, les coûts associés aux travaux d'exploitation et d'entretien sont en hausse et les problèmes liés à l'état et à l'âge des infrastructures ont occasionné des retards pour certains navires : en 1985, une défaillance dans un mur d'écluse a interrompu le trafic dans le canal Welland et, en 2004, une porte busquée de l'écluse Poe a perturbé la circulation dans les écluses de Sault Ste. Marie. Nous devrions néanmoins être plus préoccupés encore par le fait que la majorité des écluses constituant le réseau comportent un seul sas d'écluse plutôt que des sas parallèles ou auxiliaires. Cet état de fait nous apprend que la défaillance d'une seule composante, en de nombreux endroits ponctuels au sein du réseau, peut entraîner la fermeture de couloirs entiers de navigation commerciale.

Afin de préserver la valeur concurrentielle de ce réseau, des ressources doivent par conséquent être attribuées de manière à optimiser la sécurité et l'intégrité de l'ensemble de ses composants. Trois aspects précis méritent un examen attentif. Le premier est assurément l'entretien périodique des composants élémentaires des écluses. Le deuxième aspect touche à l'entretien des ouvrages matériels constituant le réseau, notamment les ponts et les tunnels de même que leurs équipements auxiliaires. Le troisième aspect concerne le dragage des canaux afin de conserver la profondeur spécifiée dans les voies navigables en question. L'entretien entraîne également des coûts relatifs au personnel et aux frais généraux découlant des activités quotidiennes, aux bâtiments, aux terrains, aux plates-formes flottantes utilisées pour les travaux d'entretien courants et enfin à divers coûts matériels.

Entretien de l'infrastructure matérielle

En ce qui concerne l'infrastructure matérielle, les éléments clés ci-après exigent une attention suivie :

- protection de l'intégrité structurelle des portes d'écluses;

- protection contre l'usure des mécanismes fonctionnels des portes d'écluses;
- protection de l'intégrité structurelle des sas d'écluses et de leurs approches;
- maintien en fonction des mécanismes de contrôle du niveau d'eau;
- entretien des ponts et des tunnels croisés par le réseau.

Les inspections de l'infrastructure et les analyses de criticité réalisées par l'Équipe technique (ingénierie) lui ont permis d'établir en ordre de priorité une liste des composantes d'infrastructure à risques élevés qui doivent être entretenues parce qu'elles montrent des signes de défaillances probables, que leur réparation occasionnera des coûts importants ou qu'elles ont une incidence considérable sur la navigation. À partir de ces renseignements, une analyse de fiabilité a été effectuée dans le but de prévoir la performance à long terme de ces composantes principales des écluses. Une combinaison de modèles informatisés, de méthodes analytiques et de consultations auprès d'experts a été utilisée afin de déterminer quels éléments constituaient des priorités sur les plans de l'entretien ou de la mise à niveau. Cette analyse a aussi permis de prédire les conséquences d'une performance inadéquate en ce qui a trait aux délais imputés à la navigation commerciale et aux coûts de réparation au fur et à mesure que les structures prendront de l'âge.

La fiabilité des composantes de l'infrastructure jusqu'en 2050 a été évaluée de deux façons distinctes. Dans les cas où la nature de la composante et son mécanisme de défaillance se prêtent sans problème à une analyse technique, une étude technique détaillée a été effectuée. Dans les autres cas, lorsque le processus de défaillance repose sur une relation de cause à effet moins bien définie, l'expérience et le jugement de l'équipe d'ingénierie tout comme ceux de l'équipe technique locale ont été mis à profit sous la forme d'interventions appelées « consultations auprès d'experts ».

Bien que ces deux méthodes soient fort différentes, leurs résultats sont similaires. Ces derniers se composent respectivement des éléments suivants : analyse probabiliste de la vraisemblance d'une défaillance au cours d'une période donnée (analyse de fiabilité); arbres d'événements servant à déterminer la séquence prévue d'événements en fonction de divers niveaux de défaillances (mineures, importantes ou catastrophiques); descriptions de la nature des réparations nécessaires selon le mécanisme de défaillance de la composante; et enfin évaluations des coûts pour chaque scénario d'événements considéré.

On distingue deux types de modélisations de la fiabilité : la modélisation chronologique (en fonction du temps) et la modélisation dite analytique (ne dépendant pas du temps). L'analyse de fiabilité chronologique est employée dans le cas de composantes du réseau qui se dégradent

en proportion du nombre de cycles d'utilisation et/ou de leur âge. Dans de tels cas, la fiabilité varie au fil du temps. L'analyse de ce type est utilisée pour les portes, la machinerie, les vannes, la détérioration du béton de masse, les composantes mécaniques et électriques, les dispositifs d'ancrage et les murs assujettis à la fatigue et à l'usure. Dans de telles situations, la probabilité de défaillance ou de performance insatisfaisante d'une composante augmente en fonction du temps. Dans le cas des composantes pour lesquelles le risque de défaillance ne varie pas au fil du temps, les culées du pont 4 du canal Welland par exemple, l'analyse de fiabilité analytique (ne dépendant pas du temps) est exécutée.

Le processus de modélisation de l'analyse de fiabilité est en fait une synthèse d'analyses techniques et probabilistes qui illustre les lignes de conduite souvent retenues par les ingénieurs en maintenance concernant l'entretien des infrastructures tant dans les installations canadiennes qu'américaines. Afin d'obtenir une analyse de la fiabilité uniforme pour la totalité du réseau GLVMSL, une méthode unifiée d'analyse de la fiabilité a été mise au point. Le USACE a appliqué une démarche systématique en matière d'analyse de la fiabilité pour les autres réseaux d'écluses des États-Unis et a adapté cette démarche en vue de son application au réseau GLVMSL.

La modélisation de la fiabilité précise les probabilités de performance insatisfaisante des composantes qui ne dépendent pas du temps et les taux de risque relatifs aux composantes qui varient en fonction du temps. Ces valeurs sont fournies pour les années comprises entre 2010 et 2050. Dans le cas des composantes qui ne dépendent pas du temps, les valeurs sont les mêmes chaque année. Toutefois, elles peuvent varier d'une année à l'autre dans les cas des composantes qui varient en fonction du temps.

La modélisation de la fiabilité fournit également des arbres d'événements qui dépeignent les éventuelles conséquences pour chaque composante en fonction des différents types de réparations envisagées, compte tenu des états-limites du composant. Une telle analyse englobe le coût des réparations effectuées, la durée de la période de fermeture du sas d'écluse imposée pour l'exécution de chaque type de réparations et les répercussions de ces réparations sur la fiabilité à venir. Les arbres d'événements varient d'une composante à une autre, mais respectent généralement le modèle ci-après :

- La première branche de l'arbre d'événements est la probabilité annuelle de performance non satisfaisante de l'ouvrage ou de la composante, pour toute année particulière entre 2010 et 2050. Comme cette probabilité augmente généralement au fur et à mesure que l'ouvrage ou la composante vieillit et qu'il devient moins fiable, cette première branche de l'arbre d'événements est habituellement représentée au moyen d'une courbe de fonction de risque.

- La deuxième branche correspond au niveau de réparation associé à la probabilité annuelle de performance non satisfaisante. En général, cette deuxième branche comporte deux ou trois ramifications dont le pourcentage total correspond à 100 %. Ces pourcentages sont déterminés par l'équipe de génie qui a mis au point le modèle, en collaboration avec les membres du personnel d'exploitation qui possèdent l'expérience et les compétences nécessaires en matière de réparation de l'ouvrage ou de la composante considéré.
- Pour chaque branche, il existe une estimation des coûts de réparation de l'ouvrage ou de la composante en cause, et ce, pour chaque niveau de réparation, avec indication du temps de réparation requis, exprimé en jours de fermeture du sas d'écluse à la navigation. Les coûts et les estimations de temps de fermeture ont également été établis par l'équipe de génie, en collaboration avec les membres compétents du personnel d'exploitation.
- Pour chaque branche, l'amélioration ultérieure de la fiabilité de l'ouvrage ou de la composante, découlant des réparations apportées, a été déterminée par l'équipe de génie responsable de la mise au point du modèle.

Plusieurs composantes clés du réseau, à soumettre à une analyse de fiabilité détaillée, ont été identifiées. Cela a nécessité l'établissement de relations prédictives entre la progression de l'usure et l'apparition des dommages pour chaque composante considérée. Dans certains cas, cette analyse a été réalisée par modélisation informatique détaillée avec détermination des contraintes; dans d'autres cas, on s'est fié à l'évaluation experte du personnel technique responsable de l'exploitation et de l'entretien des installations.

Ainsi, les figures 5.2 et 5.3 montrent les résultats de la modélisation de fiabilité des éléments de la structure du Pont international de la Voie maritime situé dans la section Montréal-lac Ontario du réseau.

La première figure illustre la possibilité de défaillance dans le temps (analyse de fiabilité), partie en bleu sur l'arbre d'événements (qui montre la séquence prévue des événements en cas de défaillance majeure ou mineure), selon un scénario où tous les investissements nécessaires ont été consentis pour assurer la performance et la fiabilité des éléments du pont. En maintenance et entretien, c'est ce qu'on appelle généralement l'approche proactive. Dans le présent cas, les travaux d'entretien et de réfection sont commencés plus tôt de façon à réduire le risque de longues mises hors service non prévues. Cette stratégie repose sur des prévisions quant à la fiabilité des composantes du réseau et aux risques qu'elles peuvent présenter. Elle fait appel à une variété d'outils analytiques permettant de déterminer de façon assez précise le moment où les composantes pourraient

commencer à présenter des défaillances, et prévoit des interventions avant que cela se produise. Comme le moment d'intervention est essentiel dans le cas d'une stratégie proactive, des analyses de fiabilité sont effectuées pour évaluer les probabilités de défaillance et ainsi optimiser la fiabilité du réseau.

La deuxième figure illustre la même possibilité de défaillance dans le temps (analyse de fiabilité, maintenant montrée en rouge), mais selon un scénario où aucun investissement majeur n'a été consenti pour empêcher la dégradation des composantes, qui sont réparées ou remplacées lorsqu'on s'aperçoit qu'elles ont atteint la fin de leur durée de vie utile. Cette approche est dite « réactive », c'est-à-dire que les réparations et autres travaux d'entretien sont effectués lorsque les composantes ont atteint un certain degré d'usure ou de déformation admissible. Cela ne veut pas nécessairement dire qu'elles ne sont pas remplacées avant de présenter des défaillances. Selon cette approche, les composantes font l'objet de contrôles quant à l'usure, la fatigue, la détérioration et le vieillissement. Des études techniques permettent de déterminer des états limites de risque, c'est-à-dire des seuils admissibles d'usure ou de détérioration passés pour lesquels la fiabilité de la composante ou les risques pour la sécurité associés à cette composante deviennent inacceptables. Ce n'est que lorsqu'une composante a atteint cet état limite de risque préétabli que des travaux de réparation ou d'entretien sont entrepris. Cette approche a cependant l'avantage de permettre l'usage maximal de chaque composante et de retarder les dépenses d'entretien aussi longtemps que possible. À ce report des

Une étude menée en 2005 par les transporteurs battant pavillon des États-Unis qui évoluent sur les Grands Lacs indiquait que le problème le plus important auquel doivent faire face les exploitants des Grands Lacs était le besoin critique de dragage. [USDOT, MARAD 2005]. La U.S. Lakes Carriers' Association [2005] rapporte que les retards dans les travaux de dragage d'entretien requis, effectués par le USACE dans les ports des Grands Lacs, ont engendré une réduction du tirant d'eau variant entre 0,46 m (18 po) au port de Duluth et dans la rivière St. Mary's, et 1,37 m (54 po) aux ports de Cleveland et de Fairport sur le lac Érié. Le tirant d'eau influe directement sur la capacité de chargement des vraquiers. Une réduction du tirant d'eau de 1,37 m (54 po) dans le cas d'un minéralier de 1 000 pi entraîne une diminution de la capacité de chargement de 13 000 tonnes métriques (14 400 tonnes américaines).

travaux d'entretien est associé le risque de défaillance soudaine de certaines composantes avant qu'elles ne puissent être remplacées. Le cas échéant, le réseau est alors perturbé par des travaux non prévus dont la durée peut être longue.

Si l'on compare maintenant les deux stratégies, les activités d'entretien des éléments de structure, effectuées plus régulièrement dans le cas de la stratégie proactive, permettront une diminution proportionnelle de la fonction risque, et par le fait même, une diminution de la probabilité de défaillance au cours de la période d'analyse. La réparation, la réfection ou le remplacement des composantes avant que les problèmes ne surgissent

ou que des défaillances se produisent s'avèrent souvent rentables puisque les réparations réactives non planifiées sont souvent très coûteuses, moins efficaces et plus susceptibles de perturber la navigation.

Entretien des chenaux de navigation

La navigation dans les Grands Lacs et la Voie maritime du Saint-Laurent dépend, en partie, du maintien d'une profondeur minimale dans les chenaux. Il importe donc d'effectuer les travaux de dragage nécessaires, mais également d'assurer l'entretien des aides à la navigation comme les bouées, les balises de chenal et les balises d'alignement.

FIGURE 5.2

Possibilité de défaillance lorsque des investissements sont consentis en matière d'entretien

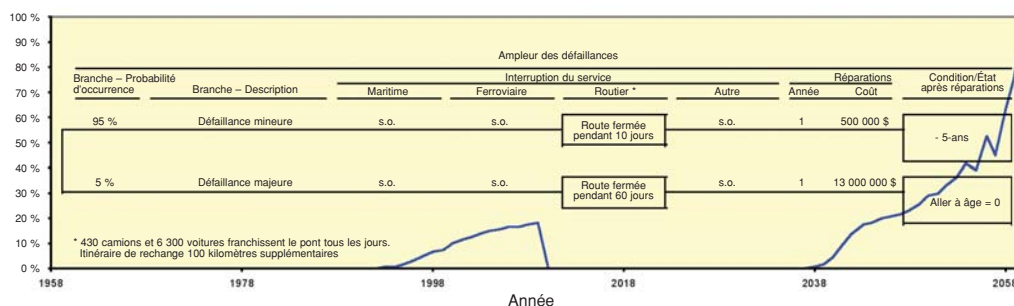
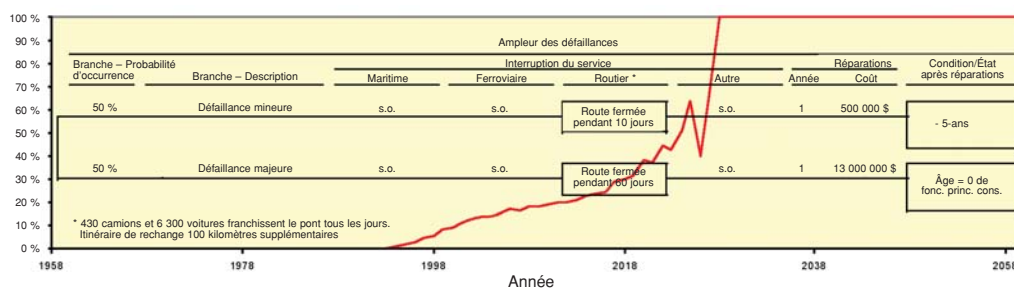


FIGURE 5.3

Possibilité de défaillance lorsque aucun investissement n'est consenti en matière d'entretien



Des levés bathymétriques des chenaux sont effectués sur une base régulière. Les zones de battures sont identifiées et marquées en vue des opérations de dragage d'entretien. Même si le réseau des Grands Lacs et de la Voie maritime du Saint-Laurent s'étend sur une longueur totale de 3 700 km (2 300 mi), des travaux de dragage d'entretien ne sont nécessaires que dans certains secteurs bien limités – l'ampleur des travaux est beaucoup moindre, en proportion, que dans d'autres réseaux de navigation de l'Amérique du Nord. À la différence des voies navigables intérieures comme le réseau du Mississippi, les eaux des Grands Lacs ne charrient pas beaucoup de sédiments en raison de la profondeur des plans d'eau et des débits d'eau qui sont faibles par rapport à la dimension des lacs. En fait, les Grands Lacs agissent comme des décanteurs; le temps de séjour des eaux dans ces derniers varient de près de 190 ans pour le lac Supérieur jusqu'à tout au plus deux ans pour le lac Érié. Les sédiments entraînés dans les Grands Lacs ont amplement le temps de se déposer avant que les eaux ne s'écoulent dans les voies navigables du réseau. Les sédiments sont de nature minérale dans la majorité des chenaux, et il s'agit en général des sédiments locaux recirculés.

Il en coûte l'équivalent de 20 millions \$ par année pour maintenir la profondeur des chenaux à un niveau approprié, ce qui comprend les travaux de dragage proprement dits ainsi que la gestion des matériaux de dragage. Le financement de ces travaux est subordonné à l'approbation du Congrès. Pour mettre ce montant en contexte, mentionnons qu'environ 185 millions de tonnes de marchandises sont transportées vers Montréal via le réseau des Grands Lacs et de la Voie maritime du Saint-Laurent. Le dragage de trois millions de mètres cubes par année représente en gros une tonne de matériaux de dragage pour chaque tranche de 40 tonnes de marchandises transportées via le réseau.

Des deux à quatre mètres cubes de matériaux à draguer annuellement aux fins d'entretien, 10 % sont des sédiments contaminés – un héritage des décennies passées, alors que le contrôle de la pollution industrielle était moins rigoureux. Ces sédiments sont régulièrement remaniés par l'action des vagues et des courants, et se déposent dans les eaux tranquilles et plus profondes des chenaux de navigation et des aires de mouillage. Par conséquent, les sédiments qui sont dragués lors de travaux d'entretien des chenaux peuvent être contaminés. Des digues de confinement doivent alors être prévues pour empêcher que ces matériaux soient disséminés dans l'environnement.

Dans beaucoup d'endroits du réseau des Grands Lacs et de la Voie maritime du Saint-Laurent, des travaux de dragage sont effectués à des fins de protection de l'environnement plutôt qu'à des fins d'entretien. Le dragage environnemental ne vise qu'à retirer du milieu les contaminants nocifs, sans considération pour les besoins de la navigation. Très souvent, les sédiments

retirés au cours de travaux de dragage d'entretien sont propres et peuvent être réintroduits dans la colonne d'eau dans les secteurs adjacents au site de dragage. D'un point de vue environnemental, c'est la solution la plus souhaitable, puisque la gestion des sédiments à l'échelle régionale (dans le cadre de programmes comme le USACE Regional Sediment Management Program) constitue le moyen le plus prudent de contrer les interruptions du mouvement naturel des sédiments causées par le développement et par la construction d'installations et d'ouvrages côtiers comme les ports et les systèmes de navigation.

Les dossiers du USACE indiquent qu'environ 32 % des sédiments retirés au cours de travaux de dragage d'entretien sont suffisamment propres pour être déversés en eau libre, et que 12 % sont réintroduits dans la zone côtière aux fins de réapprovisionnement des plages (statistiques moyennes pour la période allant de 1993 à 1996). Lorsqu'il faut assurer le confinement des sédiments, l'aménagement de sites approuvés est un processus à la fois long et coûteux. Pour cette raison, le coût des travaux de dragage dans les Grands Lacs, qui est d'environ 8 \$ par verge cube de matériaux, est considérablement plus élevé que le coût moyen de 3 \$ par verge cube à l'échelle de l'Amérique du Nord. La capacité des sites de dépôt des sédiments est une préoccupation constante pour les exploitants des ports du réseau. Le coût des travaux de dragage dans le fleuve Saint-Laurent est encore plus important en raison du manque d'entrepreneurs en dragage et des coûts de mobilisation plus élevés résultant de l'obligation d'avoir recours aux services d'entrepreneurs œuvrant dans le secteur des Grands Lacs. De plus, le confinement en milieu terrestre des matériaux de dragage est généralement exigé dans ce secteur, et, par conséquent, si les matériaux sont contaminés, ils doivent être mis en dépôt dans une décharge spéciale.

OPTIMISATION DE L'ENTRETIEN

Pour demeurer opérationnelle, l'infrastructure du réseau GLVMSL doit être entretenue. Il est possible de planifier et de programmer l'entretien de manière à réduire au minimum les interruptions du trafic maritime, mais cette approche ne peut être appliquée à la totalité de l'entretien. Par exemple, la plupart des travaux concernant les sas des écluses sont réalisés durant l'hiver, pendant que la Voie maritime est fermée. L'utilisation conjointe des résultats des évaluations de criticité et des données de fiabilité a permis de repérer les éléments opérationnels clés qui comportent un risque élevé de défaillance. Si un de ces éléments cesse de fonctionner de façon inattendue, des réparations non programmées devront alors être effectuées, avec les coûts additionnels et l'interruption du service que cela entraîne. Le moment

et la durée de toute fermeture de réseau se traduisent par des coûts supplémentaires pour l'industrie du transport en raison des retards ou des détournements causés, et dont le coût risque d'être beaucoup plus important que celui des réparations mêmes.

Principes de stratégies d'entretien éclairées pour l'avenir

Déterminer une stratégie optimale d'entretien du réseau GLVMSL exige de prendre en compte divers facteurs échelonnés sur un horizon prévisionnel étendu. Cela suppose une connaissance des aspects économiques et concurrentiels du commerce maritime, des conditions actuelles et futures de l'infrastructure du réseau et de la flotte de navires qui l'empruntent, ainsi que du comportement ou du processus de décision des expéditeurs lorsque ceux-ci sont confrontés à des fermetures du réseau. Pour asseoir l'analyse de ces questions, et d'autres points, sur une base solide et rationnelle, les auteurs de l'étude du réseau GLVMSL se sont penchés sur de nombreuses études économiques et techniques détaillées, à partir desquelles ils ont développé une série d'outils d'analyse perfectionnés pour appuyer l'optimisation de l'entretien de l'infrastructure.

- Base de données sur les mouvements des navires : constitue une source d'information détaillée sur chaque navire et sur ses mouvements, pour des périodes déterminées, pour aider à bien comprendre les conditions existantes de l'utilisation du réseau.
- Prévisions de marchandises : décrivent les mouvements prévus des marchandises dans le réseau (par couloir d'écluses) de sorte qu'il soit possible de bien comprendre les conditions existantes de l'utilisation du réseau.
- Conditions existantes de l'infrastructure : fournit une appréciation détaillée de l'état actuel de chaque élément d'écluse.
- Modèle de risque d'élément : simule les conditions de fiabilité technique dans le temps et comptabilise les interruptions de service du réseau aux fins de l'estimation des coûts des réparations pour une période donnée.
- Simulateur des coûts de parcours des navires : prévoit les conséquences des défaillances des écluses sur le transport maritime dans le réseau GLVMSL. Sont calculés les durées de transit des navires et les coûts d'exploitation associés, avec ou sans défaillances d'écluses ou de réseau, pour la durée de la période de prévision. La simulation présente également les mouvements que chaque navire n'a pu effectuer ou compléter par suite de la défaillance d'un ouvrage du réseau.

- Enquête sur les expéditeurs / Tarifs de transport : cet outil évalue la réaction des expéditeurs face à une fermeture ou une interruption et aux différences des coûts de transport maritime en comparaison du moindre coût de transport terrestre de remplacement, selon le type de marchandises acheminées.

Bien que chaque outil et chaque source de données puissent être utilisés distinctement, ils sont utilisés en corrélation afin de faciliter le calcul des avantages économiques nets associés aux différentes stratégies d'entretien proposées. Les divers outils de prévision, outils de modélisation des risques pour les écluses et les navires, et bases de données permettent d'alimenter un modèle d'évaluation économique qui rassemble tous ces facteurs contributifs distincts mais interdépendants. Le modèle d'évaluation traite les données issues de toutes ces sources pour un horizon de cinquante ans afin de déterminer si les coûts additionnels associés à un programme d'entretien plus intensif sont justifiés du point de vue économique.

Estimation des coûts

Les graphiques présentés plus bas illustrent la prévision des coûts d'exploitation et d'entretien (en dollars non indexés de 2007) de l'infrastructure qu'il faudra engager pour maintenir le même niveau de fiabilité que dans le passé. Ces coûts comprennent l'entretien du chenal navigable du tronçon Voie maritime, mais sans tenir compte de l'entretien du chenal navigable du reste des canaux de raccordement (rivière St. Clair, lac St. Clair, rivière Détroit) ou des zones portuaires dont l'entretien est assuré par le gouvernement fédéral.

Ces prévisions sont établies à partir des résultats des analyses de fiabilité et visent à tracer, pour les infrastructures, le programme d'immobilisations majeures nécessaires pour réduire au maximum le risque d'interruption du réseau par suite de défaillances, et des fermetures requises pour faire les réparations. Chaque graphique montre un profil des coûts prévus, pour chaque année, compte tenu de l'état actuel des installations, de l'analyse de fiabilité et des indices de criticité préparés par le groupe de travail. Il est intéressant de souligner que les graphiques illustrent de manière constante, pour chaque corridor, un pic initial au début des besoins prévus en matière d'exploitation et d'entretien, qui reflète les retards à ce chapitre causés par le financement insuffisant des années antérieures. Ces retards doivent être rattrapés en priorité pour assurer la fiabilité continue du réseau, et c'est pourquoi les activités sont programmées au début de la période d'analyse.

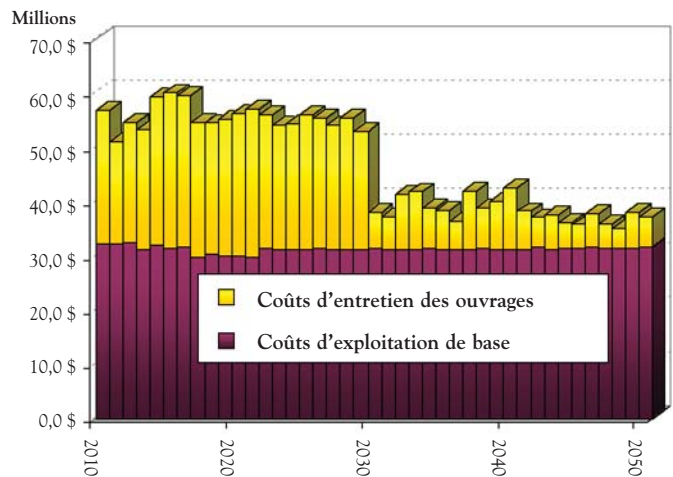
Comme l'illustre le figure 5.4, la région Montréal-lac Ontario (MLO), administrée par la CGVMSL, présente les coûts d'entretien des ouvrages les plus élevés du réseau bien qu'elle arrive au deuxième rang pour la quantité d'infrastructures qu'elle comprend : cinq sas d'écluses, six ponts levants, deux ponts basculants et un pont tournant (le parc d'infrastructures le plus important est celui de la section du canal Welland de la CGVMSL). Les coûts d'exploitation de base de la région MLO s'élèvent en moyenne à 31 millions \$ par année.

Des coûts reliés à l'entretien des ouvrages, le poste le plus important est le problème de la réaction agrégat-alkalin, que l'on retrouve dans quatre des cinq sas de la région. De 2013 à 2029, on prévoit consacrer annuellement 20 millions \$ pour la reprise de la surface des faces verticales à chacun des quatre sites (soit un total de 80 millions \$ par site). Le calendrier des réparations des surfaces atteintes à l'écluse inférieure de Beauharnois et à Côte-Sainte-Catherine a été devancé par rapport à la date optimale (au-delà de 2040) établie à l'aide du taux de risque défini par le modèle de fiabilité. L'état limite selon le taux de risque a été déterminé par la croissance hypothétique de l'épaisseur du béton au point de réduire la largeur de l'écluse et de restreindre le passage des navires. Il existe également un problème secondaire relié à l'effritement et à la dégradation des surfaces des parois causé par les cycles gel-dégel, par le passage des navires et par la fissuration due à la réaction agrégat-alkalin. Selon le groupe de travail technique (ingénierie), ce problème est suffisamment sérieux pour que l'on entreprenne la réfection rapide des parois à ces endroits. Malgré ces travaux prévus, il faut en moyenne 1 million \$ supplémentaires par année pour régler les problèmes de réaction agrégat-alkalin.

De plus, les sept derricks à jambes restants (en supposant que l'autre sera remplacé en 2009) seront remplacés de 2010 à 2013, au coût de 1 million \$ chacun. Six ponts levants doivent être remis en état au coût de 0,5 million \$ chacun, de 2010 à 2015 (et à nouveau de 2035 à 2040). Le reste des coûts d'entretien des ouvrages seront consacrés principalement aux vannes, aux portes, aux câbles d'arrêt, à la gestion des glaces, aux réparations du béton, aux réparations des installations électriques et mécaniques ainsi qu'aux améliorations.

Comme le montre le figure 5.5, la région du canal Welland, administrée par la CGVMSL, est la deuxième en importance pour ce qui est des coûts d'entretien des ouvrages, et c'est elle qui comprend le plus grand nombre d'infrastructures (11 sas d'écluses, trois ponts levants et huit ponts basculants) de toutes les régions. On s'attend à ce que les coûts d'exploitation de base de la région atteignent en moyenne entre 38 et 41 millions \$ par année.

FIGURE 5.4
CGVMSL – Montréal-lac Ontario (MLO)



Du total des coûts d'entretien des ouvrages, il faut prévoir un total de 82,5 millions \$ pour le remplacement de cinq des six murs d'amarrage de bois, de 2010 à 2019 (soit 8,25 millions \$ par année). L'augmentation des coûts d'entretien des ouvrages de 2025 à 2044 concerne la réfection de la surface des parois des écluses de la totalité des 11 sas au coût approximatif de 16 millions \$ par année. On estime qu'il faudra environ 0,5 million \$ par année pour entretenir les ponts levants et un total de 3,8 millions \$ au chapitre de la réfection (1,9 million \$ en 2010 et en 2035). Pour l'entretien des ponts basculants, les estimations sont d'environ 1,4 million \$ par année; les réfections et les remplacements s'élèvent à 19,3 millions \$ (2,65 millions \$ pour la réfection du pont fixe 3a, 3,18 millions \$ pour la réfection de culée du pont 4, 8,5 millions \$ pour le remplacement de la plaque de roulement du pont 6, et 5 millions \$ pour la réfection du pont 19).

Le figure 5.6 présente la région SLSDC-MLO qui comprend deux sas d'écluses, un pont et un tunnel. Les coûts d'exploitation de base se chiffrent à environ 17 millions \$ en moyenne par an. Il est à noter que les coûts d'exploitation de base pour cette région témoignent, entre autres, du fait que certains besoins de base n'ont pas toujours pu être satisfaits en temps voulu dans le passé à cause d'une limitation du financement et de la nécessité de répondre à d'autres impératifs d'entretien plus prioritaires avec les fonds annuels disponibles. C'est pourquoi le niveau de financement initial affecté à l'exploitation de base dénote la nécessité d'accomplir ces activités assez tôt au cours de la période visée par l'analyse. La crête des coûts d'exploitation de base en 2015 s'explique par un investissement de 18,2 millions \$ pour du matériel flottant et des coûts de 5 millions \$

FIGURE 5.5

CGVMSL – Canal Welland

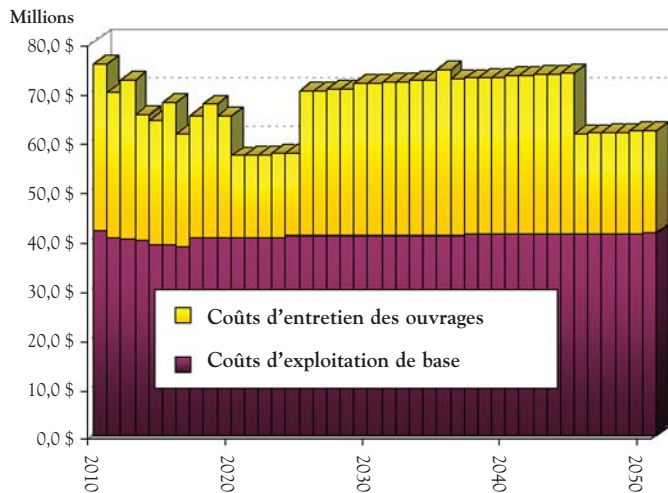


FIGURE 5.6

SLSDC – Montréal-lac Ontario (MLO)

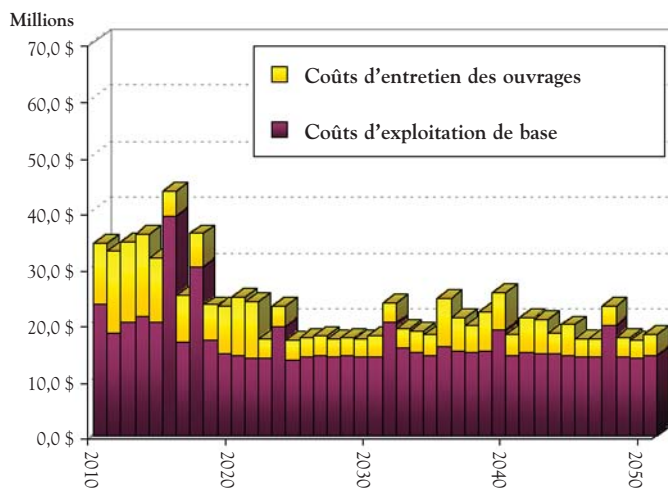
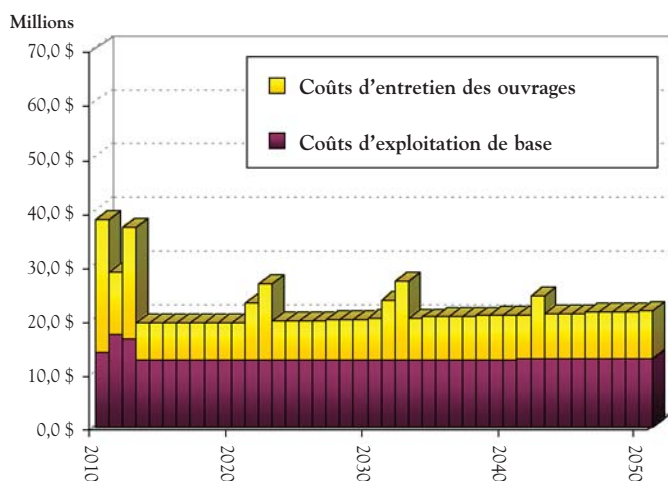


FIGURE 5.7

Écluses du Sault



pour l'entretien du chenal. La pointe de l'année 2017 est, quant à elle, due à un investissement de 10,2 millions \$ pour du matériel flottant et à des coûts additionnels de 5 millions \$ pour l'entretien du chenal. Une crête supplémentaire de 5 millions \$ pour l'entretien du chenal est à prévoir en 2010, 2023, 2031, 2039 et 2047.

En ce qui concerne les coûts d'entretien des ouvrages, l'entretien général représente quelque 7 millions \$ par an et l'entretien du béton de masse des murs des écluses, environ 1,5 million \$ par an. La crête dans les coûts d'entretien de 2010 à 2012 est due à un investissement de 10,6 millions \$ pour le sablage et la peinture du Pont international de la Voie maritime. De plus, il faut compter un investissement de 13,6 millions \$ en 2020 et en 2021 pour le remplacement du tablier du pont.

Le figure 5.7 concerne les écluses du Sault qui comprennent deux sas opérationnels et une centrale hydroélectrique fournissant l'énergie nécessaire au fonctionnement des écluses. Les coûts d'exploitation de base sont d'environ 12,6 millions \$ en moyenne par an.

En ce qui concerne les coûts d'entretien des ouvrages, on consacre en moyenne 7 millions \$ par an à l'entretien général. La montée initiale des coûts en 2010 est attribuable au prolongement du mur de la jetée centrale ouest (3,1 millions \$), à la remise en état des mécanismes des portes busquées des deux sas (5,85 millions \$) et à la remise en état de la digue en encoffrement à la centrale hydroélectrique nord. La hausse de coûts en 2012 est attribuable à la remise en état de la porte busquée supérieure de l'écluse Poe (3,5 millions \$) et à des travaux sur les murs de guidage supérieurs aux deux sas.

Comme on l'a indiqué précédemment, il s'agit des coûts prévus nécessaires pour continuer d'assurer la fiabilité du réseau. Si on n'entretient pas les éléments prioritaires (déterminés d'après la méthode fondée sur l'indice de criticité technique) conformément aux recommandations, on risque de voir augmenter les coûts des réparations non programmées ainsi que les perturbations dans les transports. Il est possible d'estimer les coûts des réparations non programmées grâce à une modélisation simulant les données de fiabilité technique des éléments prioritaires (fonctions de risque et arbres d'événements).

Cette comparaison des coûts avec et sans entretien proactif des éléments prioritaires permettant de préserver la fiabilité de ceux-ci révèle qu'il n'y a pas de grande différence dans les coûts pour les gouvernements au total, même s'il y en a une en ce qui concerne le moment où les dépenses sont effectuées. Toutefois, le véritable avantage de maintenir ces éléments dans un état fiable réside dans le fait qu'on réduirait les perturbations de trafic auxquelles il faudrait faire face si lesdits éléments n'étaient pas entretenus.

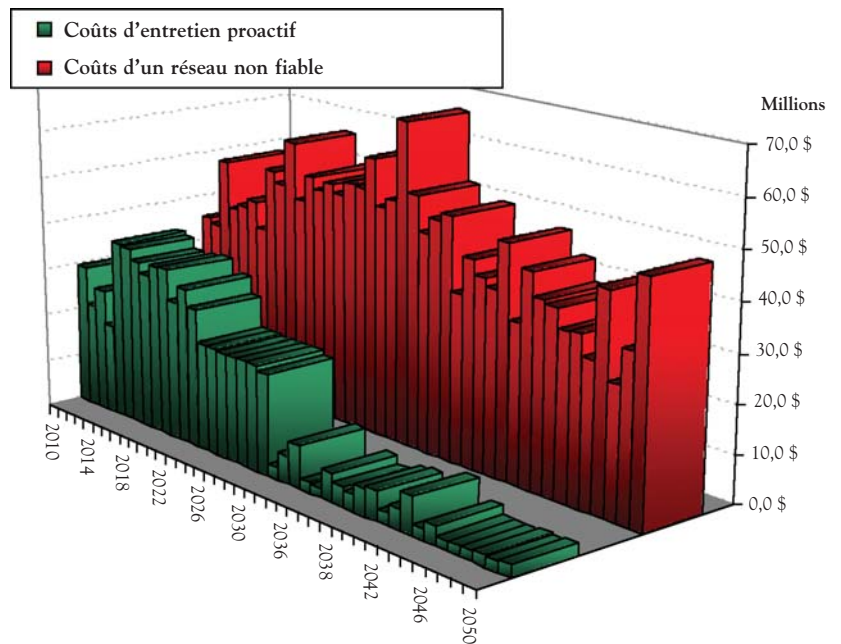
Les interruptions de service dans le réseau entraînent l'arrêt ou le ralentissement temporaire des navires en transit. Il est possible de déterminer les coûts et les impacts sur les transports en recourant au même modèle de simulation des données de fiabilité technique des éléments prioritaires. Au nombre des impacts, on peut citer une augmentation de coûts due aux retards des navires et les risques de ne pas atteindre les mouvements de tonnage attendus.

Les conséquences d'une perturbation de service varient selon la cargaison et dépendront du type de perturbation (fermeture de l'écluse ou augmentation du temps de service), du lieu de la perturbation (écluse à un ou deux sas), de la durée et du moment de la perturbation (début, milieu ou fin de la saison de navigation). Une perturbation du service peut entraîner non seulement des retards dans l'expédition des marchandises mais également des allers-retours pour décharger une cargaison et la réacheminer selon un autre mode de transport, le fonctionnement au ralenti des navires, des pertes de stock ainsi que des fermetures d'usines.

Étant donné que le réseau consiste essentiellement en un ensemble d'ouvrages à traverser sans aucune alternative (sauf dans le cas de l'échelle d'écluses du canal de Welland et des doubles sas au complexe du Sault), la probabilité de réaliser un trajet complet repose sur la probabilité que chacun des points d'obstruction (écluses et ponts) possibles soit fonctionnel. La fermeture de l'un des ouvrages de l'ensemble entraîne essentiellement la fermeture du réseau. Des fermetures ou une séquence de fermetures au cours de la saison de navigation peuvent faire que des navires n'aillent pas au bout de leur trajet, étant donné le nombre limité de navires pouvant faire la navette entre le point d'origine et la destination.

FIGURE 5.8

Comparaison entre les coûts prévus d'un réseau fiable et les coûts de réparation non programmés attendus ainsi que les coûts de transport découlant d'un sous-financement des éléments prioritaires



Le figure 5.8 présente une comparaison entre les coûts d'entretien proactif prévus des éléments d'infrastructure pour lesquels on a réalisé une analyse de fiabilité technique détaillée (environ 35 éléments assortis de risques élevés dans chacun des couloirs d'écluses) et les impacts prévus des perturbations du service dans le réseau. On considère que les coûts donnés dans le cas d'un réseau non fiable sont des estimations prudentes parce qu'ils supposent que les navires ne doivent assumer aucun coût associé à un voyage de retour, au déchargement de marchandises, au fonctionnement au ralenti, aux pertes de stock ou à une fermeture d'usine. Ils supposent en outre qu'il est possible, dans le cas des mouvements de tonnage non atteints, de recourir à un autre mode de transport (au besoin) à un tarif de transport entièrement terrestre et à moindre coût. Cette comparaison montre qu'il vaut mieux planifier les dépenses fédérales nécessaires pour maintenir la fiabilité du réseau de manière proactive. Le total de ces coûts prévus jusqu'en 2050 montre qu'il est possible d'éviter une dépense d'environ 1,2 milliard \$ en adoptant une approche proactive d'entretien du réseau pour réduire le plus possible les perturbations éventuelles du service.

CONCLUSIONS

Si l'on veut définir la stratégie qui permettrait le mieux de préserver l'infrastructure du réseau GLVMSL, il importe de comprendre ou de prévoir certains enjeux, et notamment de se poser les questions suivantes.

- Dans quel état se trouvent actuellement tous les éléments de l'infrastructure des écluses?
- Quelle est la probabilité qu'un élément particulier subisse une défaillance en raison de son état et du niveau d'utilisation qu'on en fait à un moment déterminé. Quel serait l'impact d'une défaillance éventuelle? Fermeture d'une écluse (15, 30, 90, 180 jours)? Interruption? Coûts des réparations?
- Que feront les expéditeurs dans le cas de la fermeture d'une écluse? Vont-ils attendre ou réacheminer la cargaison par un autre mode? À quels coûts?
- Quelle incidence une fermeture aura-t-elle sur les coûts de transport des cargaisons? Un navire risque-t-il de faire moins de trajets au cours d'une saison donnée en raison de cette fermeture?
- Comment les expéditeurs vont-ils réagir s'ils ont l'impression que le réseau actuel n'est pas fiable?

Outre les questions ci-dessus, il faut également tenir compte de certains facteurs, et notamment des suivants.

- Comment le trafic dans le réseau va-t-il évoluer au cours des cinquante prochaines années (par type de cargaison, origine et destination)?
- Quelle évolution connaîtra la flotte de navires au fil des ans et quels nouveaux types de navires vont emprunter le réseau?
- En quoi les coûts d'exploitation des navires, y compris les coûts de carburant, vont-ils changer au fil des ans?

Les bases de données, les prévisions et les jeux d'outils d'analyse sur les risques associés aux écluses et la simulation des navires mis au point dans le cadre de l'étude GLVMSL peuvent contribuer à apporter des renseignements et à appuyer l'optimisation de l'entretien de l'infrastructure. Les planificateurs sont en mesure d'évaluer sur une période de cinquante ans les coûts supplémentaires associés à un régime d'entretien plus intensif et d'établir si la valeur des avantages économiques découlant d'un entretien proactif est plus importante que ces coûts supplémentaires.

De façon générale, on peut conclure de cette analyse, qui a tenu compte de la fiabilité et des risques associés aux éléments de l'infrastructure du réseau classés comme hautement prioritaires par l'Équipe technique (ingénierie), qu'il est préférable d'adopter une stratégie d'entretien proactif si l'on veut éviter les coûts supplémentaires occasionnés par des réparations non programmées et un manque de fiabilité général du réseau. Le véritable avantage réside toutefois dans le fait qu'on évite ainsi les coûts supplémentaires associés à des défaillances imprévues. Ces défaillances entraînent une augmentation des coûts de transport parce que les temps de parcours des navires sont plus longs en raison des attentes et de la nécessité de faire la file. Les expéditeurs passent à un autre mode de transport plus coûteux pendant la fermeture des ouvrages et peuvent finir par adopter ces modes de transport plus chers s'ils ont l'impression que le réseau n'est pas fiable. Un réseau GLVMSL plus fiable, subissant moins de perturbations aux écluses (retards, fermetures, réduction de la vitesse, etc.) est susceptible d'attirer un trafic commercial plus important, ce qui, en bout de ligne, rendra le réseau plus rentable.

CHAPITRE 6

Possibilités et défis

La croissance soutenue du commerce international, de la population régionale, de l'activité économique et du trafic routier et ferroviaire aggravera éventuellement la congestion dans le réseau de transport binational qui dessert le bassin des Grands Lacs et du fleuve Saint-Laurent. Détenant une capacité de réserve, le réseau des Grands Lacs et de la Voie maritime du Saint-Laurent peut contribuer à soulager une partie des pressions sur les réseaux terrestres en prenant de l'expansion dans le service des conteneurs et le transport maritime à courte distance pour offrir de nouveaux services intermodaux, en particulier en contournant les points d'embouteillage routier et ferroviaire. En donnant suite aux préférences exprimées par les expéditeurs maritimes et en déployant les types adaptés de navires, le réseau peut relever sa compétitivité intermodale et apporter une nouvelle contribution d'importance aux besoins régionaux en transport dans un avenir rapproché.

Dans le cadre de son mandat d'examen du rôle commercial actuel et futur du réseau des Grands Lacs et de la Voie maritime du Saint-Laurent (GLVMSL), l'Équipe chargée des aspects économiques de l'étude GLVMSL a étudié l'impact potentiel de nouveaux types de cargaisons et de navires sur le réseau. Un objectif primaire de cette enquête visait à mieux comprendre le rôle futur du réseau GLVMSL dans un réseau nord-américain intégré de transport, à l'intérieur de couloirs de transport tant régionaux que transcontinentaux. L'enquête comprenait une évaluation d'un large éventail de questions liées, notamment la croissance des échanges commerciaux, l'évolution et l'émergence des marchés, l'évolution des caractéristiques du commerce, le transport maritime à courte distance, l'intégration modale, la nouvelle technologie des navires, l'efficacité économique et les besoins connexes d'infrastructure.

La fonction que remplira le réseau GLVMSL au cours du prochain demi-siècle est en voie de définition par l'interaction de forces économiques régionales et externes, ainsi que par des mesures régionales axées sur le réseau et prises pour accommoder les exigences connexes imposées au transport. Il est devenu évident que le réseau GLVMSL peut continuer de jouer un rôle crucial dans l'économie du bassin des Grands Lacs et du fleuve Saint-Laurent, mais seulement si son infrastructure évolue d'une façon qui pourra satisfaire les besoins en transport prévus pour les prochaines décennies. Il s'avère donc essentiel de bien comprendre les forces liées aux moteurs de la croissance économique régionale, et les industries du transport qui la soutiennent.

CONTEXTE MONDIAL

Une importante force externe qui transforme les besoins de transport dans tout le réseau GLVMSL et son contexte vient de la croissance explosive des échanges commerciaux et des investissements nord-américains sur la scène internationale. Ce contexte s'explique en partie par les forces d'intégration qui ont abouti à une mondialisation croissante de l'économie; les obstacles au commerce disparaissent, la communication électronique relie les marchés mondiaux, et de nouvelles technologies dans les réseaux de transport intermodal facilitent les mouvements des biens et services partout dans le monde. En conséquence, des pays comme la Chine et l'Inde sont en mesure de trouver de nouveaux marchés nord-américains et de prendre la voie d'une rapide croissance économique.

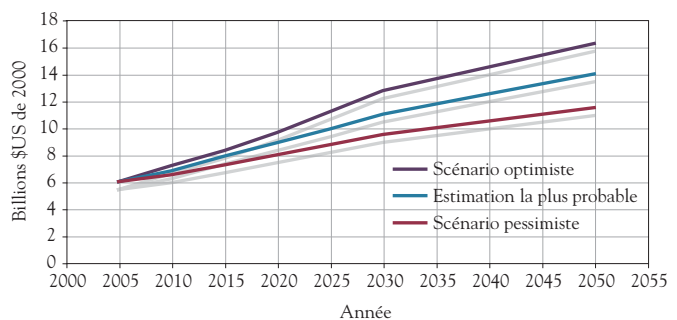
Les économies du bassin des Grands Lacs et du fleuve Saint-Laurent sont déjà fortement intégrées à l'économie mondiale, en partie à cause de la voie navigable qui crée le lien avec les marchés mondiaux. La région binationale a donc déjà connu une croissance remarquable de ses échanges commerciaux; en montants actualisés, ces échanges se sont multipliés par 20, passant de 50 milliards \$ dans les années 1960 à 1 billion \$ en 2000.

Ces dernières décennies, la rapide expansion des échanges avec l'Asie a permis à cet axe commercial de surpasser les liens commerciaux traditionnels avec l'Europe. Même ainsi, tous les liens commerciaux ont connu une croissance extrêmement élevée. L'explosion des échanges commerciaux avec toutes les parties du monde transforme le caractère d'une économie qui était auparavant de nature régionale et binationale. En fait, la région des Grands Lacs et du fleuve Saint-Laurent représente maintenant un important marché et centre de transbordement d'exportations mondiales, ainsi que d'importations passant par les ports du Pacifique, de l'Atlantique, et même de la côte du golfe du Mexique.

Ces relations commerciales continuent d'évoluer et les prévisions indiquent que le produit intérieur brut (PIB) de la région devrait plus que doubler, passant de 6 billions \$ en 2005 à 14 billions \$ en 2050 (voir figure 6.1). Cette explosion s'accompagnera probablement d'une croissance démographique dans la région. La croissance dépend toutefois du maintien de la diversification de l'économie de la région et du développement d'entreprises à forte composante technologique et hautement concurrentielles, car de nombreuses activités manufacturières plus anciennes et plus traditionnelles sont susceptibles de passer à l'étranger.

FIGURE 6.1

Croissance projetée du PIB dans la région GLVMSL



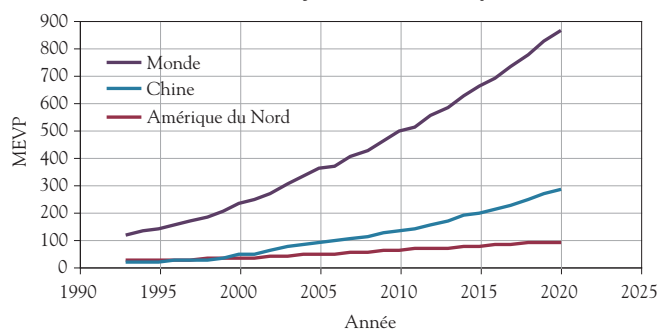
Tendances mondiales de la conteneurisation

En parallèle de l'expansion rapide du commerce international, le trafic mondial de conteneurs a connu une énorme croissance ces dernières décennies. La région de l'Asie-Pacifique en général, et la Chine en particulier, sont au premier rang de cette poussée, par le développement rapide de marchés pour le transport en conteneurs. Comme la Chine et d'autres pays asiatiques sont d'importants partenaires commerciaux du Canada et des É.-U., cette évolution a des effets radicaux sur le trafic des conteneurs dans les grands ports nord-américains, particulièrement sur la côte du Pacifique. Les échanges avec l'Asie produisent les plus importants volumes de cargaisons en conteneurs au monde, et définissent en grande partie l'industrie de l'expédition par conteneurs. La Chine est déjà le principal exportateur unique mondial de cargaisons en conteneurs, et devrait devenir bientôt l'importateur de marchandises en conteneurs avec la croissance la plus rapide. Comme l'indique la figure 6.2, le trafic mondial des conteneurs devrait connaître une croissance annuelle de 6,3 %, pour atteindre en 2020 les 854 millions d'équivalents vingt pieds (MEVP). La part de ce trafic dévolue à la Chine devrait s'établir autour de 33 %, tandis que la part de l'Amérique du Nord progressera à un moindre rythme, pour atteindre les 10,4 % d'ici 2020.

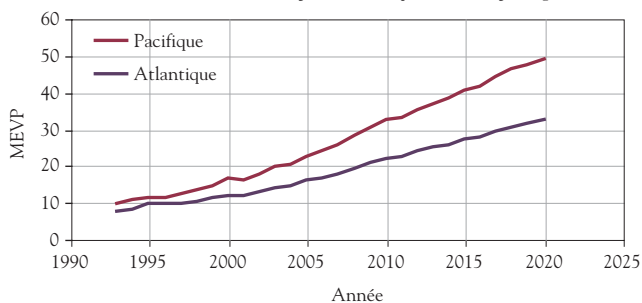
FIGURE 6.2

Projections du trafic de conteneurs, international et nord-américain

Prévision du trafic de conteneurs (EVP) pour le monde, l'Amérique du Nord et la Chine



Prévision du trafic de conteneurs (EVP) pour l'Amérique du Nord, par région côtière



En Amérique du Nord, comme l'illustre la figure 6.2, le trafic de conteneurs connaîtra une croissance légèrement plus rapide sur la côte du Pacifique, qui devrait compter pour 55,5 % de tout le trafic de conteneurs de l'Amérique du Nord d'ici 2020. Pendant la même période, la côte de l'Atlantique devrait accueillir 36,6 % du trafic de conteneurs du continent.

La croissance de la conteneurisation est motivée par des stratégies d'expédition qui rehaussent constamment l'efficacité par la réduction des coûts unitaires, le recours à des navires de plus grande capacité et la réduction du nombre d'escales. Les expéditeurs sont également à l'affût de nouvelles alliances, fusions et ententes de mise en commun afin d'optimiser l'exploitation de leur capacité accrue.

La conteneurisation exige des ports spécialisés, offrant les caractéristiques appropriées de tirant d'eau, d'installations de manutention et d'interconnexion modale. Au bout du compte, un petit nombre de ports d'éclatement en eau profonde avec services d'alimentation vers des ports régionaux en eau moins profonde pourrait accommoder une grande partie du trafic international de conteneurs à destination de l'Amérique du Nord. Pour attirer un trafic accru de conteneurs, un port est avantagé par la proximité des grands marchés, des caractéristiques matérielles adaptées, la disponibilité du transport vers l'intérieur, des frais de port concurrentiels et des services portuaires fiables.

La libéralisation des échanges s'est traduite par une croissance rapide des exportations asiatiques vers le Canada et les É.-U. L'arrivée des wagons à deux niveaux de chargement de conteneurs en 1984 a permis d'accueillir les navires d'une jauge supérieure à celle des navires Panamax, et l'amélioration de l'efficacité de la distribution ferroviaire vers l'intérieur a stimulé un transfert intermodal en faveur de l'expédition ferroviaire transcontinentale, alors qu'auparavant on dépendait d'un service direct entièrement maritime vers les ports américains de la côte Est. Le recours accru au train et au camion pour la distribution intérieure a été renforcé par une intégration plus poussée des systèmes de manutention des conteneurs des ports et des modes de transport intérieur. Toutefois, au cours de la dernière décennie, les réseaux routier et ferroviaire terrestres ont éprouvé de plus en plus de difficultés à accommoder la croissance soutenue du fret en conteneurs.

TENDANCES RÉGIONALES

Le défi de la congestion

Dans le bassin des Grands Lacs et du fleuve Saint-Laurent, la croissance de la population et de l'activité économique, telle que mesurée par le PIB et les échanges internationaux, signifie que le trafic privé et commercial connaîtra une expansion sans précédent dans toute la région, ce qui exercera d'importantes pressions sur les réseaux de transport. Aux É.-U., des prévisions de la Federal Highway Administration préparées à l'intention du U.S. Department of Transportation indiquent que la congestion des véhicules en période de pointe menacerait de surpasser la capacité du réseau autoroutier national américain, non seulement dans tous les grands centres urbains à proximité des Grands Lacs, mais presque partout dans la région. Les caractéristiques de croissance sont similaires pour le Canada, et des analystes prévoient que des niveaux comparables de congestion pourraient se développer dans le couloir Windsor-Toronto-Montréal-Québec.

Les planificateurs ont pris acte du défi et tentent de le relever. Le U.S. Transportation Research Board a même déclaré que le capital routier national s'enrichit plus rapidement qu'il ne s'épuise. Néanmoins, l'industrie du camionnage est très sensible aux effets de la congestion locale et régionale et des limites de capacité, et elle tente de s'y adapter :

- Il y a une pénurie de chauffeurs qualifiés, en particulier sur les plus longs parcours, et l'effectif des chauffeurs est vieillissant.
- Les tarifs de camionnage sont en augmentation, du fait des récentes augmentations de la rémunération des chauffeurs, du prix du carburant et des coûts d'assurance.
- Les mesures de sécurité plus strictes aux postes frontaliers canado-américains imposent un fardeau disproportionné à l'industrie du camionnage, sous forme de frais administratifs accrus et d'un recul du niveau de service à la clientèle.
- Les réseaux autoroutiers approchent tous de leur limite de capacité, laissant prévoir une augmentation de la congestion du trafic.
- Certains postes frontaliers, comme celui de Windsor-Détroit, approchent également de leur limite de capacité.

On s'efforce actuellement de résoudre ces problèmes, mais il est certain que la plupart des interventions augmenteront les coûts d'une façon ou d'une autre, et rendront le camionnage moins concurrentiel par rapport à d'autres modes de transport. Cette situation ouvre de nouveaux débouchés aux modes ferroviaire et maritime.

La congestion routière a son équivalent dans la congestion des installations intermodales desservant le trafic océanique. La demande croissante de services de conteneurs a abouti à des engorgements dans les principaux ports nord-américains du Pacifique, et dans les réseaux ferroviaires et de camionnage auxquels ils sont rattachés. Au cours des prochaines décennies, on prévoit que la capacité d'expansion atteindra ses limites pour de nombreux ports des côtes Est et Ouest. Ce problème est exacerbé par l'augmentation de la taille et du tirant d'eau des porte-conteneurs, que de nombreux ports côtiers moins profonds ne sont pas en mesure d'accueillir. Bien que de nouvelles installations portuaires en eau profonde pour conteneurs soient envisagées ou en voie d'aménagement (p. ex. Prince Rupert au Canada et Lazaro Cardenas au Mexique, ainsi que l'installation proposée à Punta Colonet sur la côte Ouest), de nombreux ports établis de la côte Ouest présentent un potentiel d'expansion limité. À de nombreux endroits, les analystes craignent qu'il sera impossible d'ajouter de nouveaux éléments d'infrastructure assez rapidement pour suivre le rythme de l'expansion toujours plus rapide du commerce mondial.

Une alternative consisterait à réacheminer du trafic vers des trajets moins fréquentés. Les transporteurs partant de ports de l'Asie-Pacifique ont repris l'expédition toute par eau via le canal de Panama. En conséquence, cette voie maritime fonctionne maintenant près de sa capacité, et ne sera pas en mesure d'absorber plus de trafic jusqu'à ce que son expansion en cours soit achevée, vers 2015. À ce moment, une partie du trafic ira à des ports du Sud et de l'Est américains pour éviter la congestion de la côte Ouest.

De plus, le trajet du canal de Suez semble devenir une alternative de plus en plus viable, du fait de l'expansion soutenue des échanges commerciaux nord-américains avec des pays du Sud-Est et du Sud asiatiques comme la Malaisie, la Thaïlande, l'Inde et le Pakistan. Qui plus est, le canal de Suez (qui peut être franchi sans traverser d'écluses) peut accommoder les navires de plus grande capacité et à tirant d'eau supérieur de catégorie Suez max, y compris des porte-conteneurs récemment déployés, trop imposants pour passer même par les nouvelles écluses prévues dans l'expansion prochaine du canal de Panama.

Ces deux tendances pourraient favoriser le déploiement de porte-conteneurs supplémentaires vers les ports de la côte Est nord-américaine. On prévoit qu'au moins 30 % de la croissance touchant les ports de la côte Ouest devra être détournée, la moitié vers le canal de Panama, et la moitié par un trajet autour du monde passant par le canal de Suez. Ce trafic pourrait éventuellement aboutir dans des ports de la côte Est comme Halifax (Nouvelle-Écosse), Norfolk/Portsmouth (Virginie) et Freeport (Bahamas).

Comme l'illustre la carte en figure 6.3, il est parfaitement envisageable que des navires partent de ports asiatiques, traversent le canal de Suez avec d'éventuelles escales en Europe, puis franchissent l'Atlantique à destination de l'Amérique du Nord. Comme des navires empruntant le trajet de Suez peuvent être de plus grande taille et transporter à la fois des cargaisons européennes et américaines sur de très longues distances, les armateurs peuvent viser des économies d'échelle supérieures. Dans la route orthodromique du détroit de Gibraltar à New York, des ports en eau profonde comme celui d'Halifax se trouvent en situation idéale pour profiter de la croissance prévue des échanges commerciaux avec des ports asiatiques à l'ouest de Hong Kong, via Suez. D'autres ports comme celui de Norfolk (Virginie) ont tiré avantage du trafic passant par le canal de Panama, mais comme ce dernier approche de sa limite de capacité, une croissance accrue par ce trajet sera strictement limitée jusqu'à ce que le projet d'expansion de Panama soit terminée, ce qui est prévu pour 2015.

Parallèlement, Montréal demeurera concurrentielle dans son créneau traditionnel des échanges transatlantiques, actuellement transportés par des navires relativement plus petits pouvant aller jusqu'à la capacité Panamax actuelle de 4 500 EVP. Le trafic de conteneurs devrait aussi augmenter considérablement à Montréal, sans peut-être atteindre le rythme éventuellement plus rapide de croissance du trafic asiatique dans un port à eau plus profonde comme celui d'Halifax.

Ces pressions et ces tendances pourraient créer des possibilités pour le réseau GLVMSL. Comme le réseau fonctionne à environ la moitié de son potentiel de capacité, il peut accueillir un trafic qui soulagerait au moins une partie de la congestion croissante des routes et voies ferrées de la région. L'exploitation de telles possibilités exige des investissements pour renforcer les liaisons intermodales, investissements dont la concrétisation dépendra en grande partie des attitudes et des préférences des fournisseurs de services de transport qui utilisent ces réseaux.

Transport maritime à courte distance

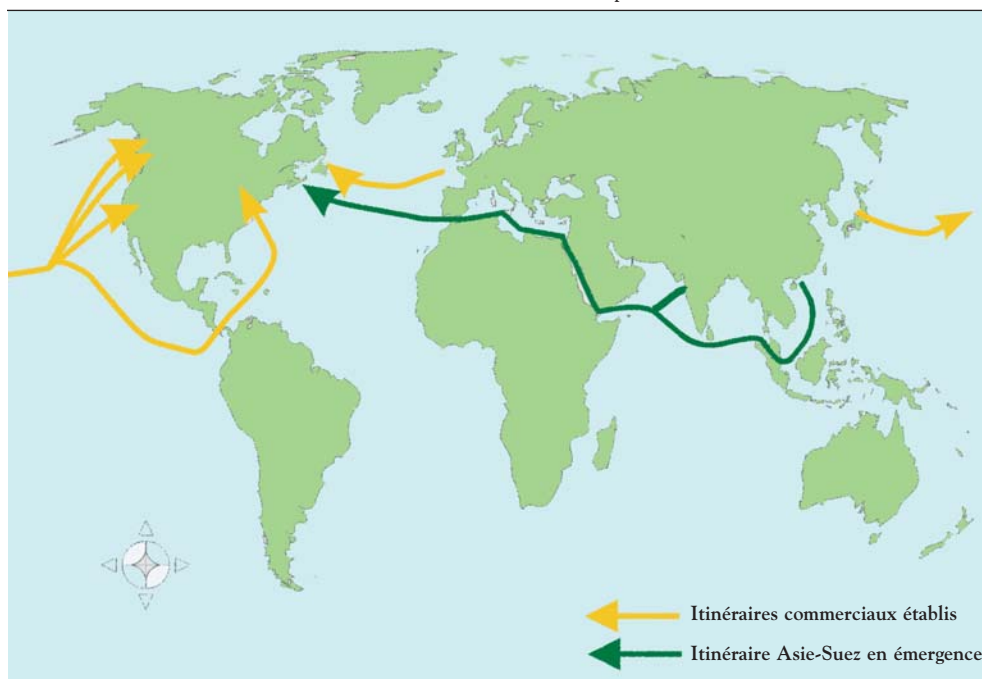
Le transport maritime à courte distance représente une façon de soulager la congestion du trafic. Le transport maritime à courte distance désigne la pratique d'intégrer un tronçon maritime à une expédition intermodale qui s'effectuerait habituellement par voie routière ou ferroviaire. L'objectif visé est de diminuer le temps de déplacement, d'éviter les trajets congestionnés, et de

réduire les coûts. Cette pratique promet également d'améliorer le rendement énergétique et de réduire les émissions de gaz à effet de serre. Ainsi, des biens habituellement transportés par camion dans des zones métropolitaines congestionnées pourraient être réacheminés par un lac, si un transport maritime rapide et rentable était disponible.

Pour tirer avantage de cette occasion, il faudrait développer la capacité de faire rouler la remorque du camion jusque sur le navire, puis de la faire débarquer de l'autre côté afin d'éviter des séjours prolongés au port, ainsi que des frais de chargement et de déchargement des cargaisons. Il faudrait alors investir dans des rouliers de type approprié, ainsi que dans des installations portuaires adaptées. À mesure que s'aggrave la congestion routière, ce type d'investissement pourrait bien

FIGURE 6.3

Évolution des itinéraires commerciaux entre l'Asie et l'Amérique du Nord



s'avérer attrayant. Pour exploiter le plein potentiel du transport maritime à courte distance dans les Grands Lacs et la Voie maritime, on réexamine des obstacles canadiens et américains à de tels services, en matière de taxes, de frais d'utilisateur et de pratiques douanières. Ainsi, le Congrès américain étudie un projet de loi prévoyant une exemption des droits d'entretien portuaire dans le réseau GLVMSL.

Le transport maritime à courte distance présente également un intérêt pour les cargaisons de marchandises diverses. Ces cargaisons, souvent sur palette, sont habituellement chargées sur roues ou par grue à bord d'un navire. Il s'agit d'une catégorie de cargaison qui n'est ni un bien en vrac classique, comme le minerai de fer, ni un bien normalement expédié par conteneur. Il s'agit de marchandises comme des lingots d'acier et d'aluminium, de l'acier en plaques et en bobines, des automobiles finies, de l'équipement de transport ferroviaire, des tracteurs et de la machinerie agricole, pour ne citer que quelques exemples. Le chargement de marchandises diverses dans des conteneurs pour les expédier par des ports qui manutentionnent les conteneurs devient une méthode de plus en plus courante de transport de ces biens.

Comme la tendance en transport maritime penche fortement en faveur de la conteneurisation, les marchandises diverses représentent une catégorie de fret relativement réduite et en déclin. Aux É.-U., les cargaisons en conteneurs comptent pour environ 95 % du tonnage des cargaisons générales à l'importation et l'exportation, ne laissant qu'une part de 5 % aux marchandises diverses, part qui ne cesse de reculer. Cette part de marché vaut également pour le port de Montréal, dans lequel en 2005, les cargaisons générales non mises en conteneur représentaient 0,50 million de tonnes métriques (Mtm), soit 4,3 % d'un total de 11,63 Mtm. Les importations de fer, d'acier et d'autres produits métalliques constituaient la majeure partie de ces marchandises diverses.

Les trajets sur de très courtes distances sont caractéristiques des expéditions de marchandises diverses. Il n'y a donc qu'un nombre limité de tels mouvements auxquels se prête le réseau GLVMSL. On pourrait cependant développer des trajets spécialisés pour l'avenir. Ainsi, le volume du trafic de marchandises diverses dans le réseau GLVMSL pourrait augmenter s'il y avait des ententes particulières entre les fabricants de

métaux et les transporteurs. Comme de nombreuses installations de production d'acier et d'aluminium dans la région des Grands Lacs se trouvent très près de l'eau, certaines estimations établissent à 20 % du trafic total provenant de ces emplacements la part que pourrait attirer le réseau GLVMSL. Pour 2005, l'année de référence de l'étude, ce volume estimatif aurait représenté un total de 284 équivalents quarante pieds (EQP¹) par jour de trafic de marchandises diverses dans le réseau GLVMSL, comparativement à la prévision de 1 765 EQP par jour pour le trafic conteneurisé, soit 16 % du total. L'impact de ce volume serait encore plus marqué pour des sections particulières du réseau GLVMSL, en fonction de l'aptitude des armateurs du réseau à attirer un trafic de certaines aciéries ou alumineries. Néanmoins, un trafic de 284 EQP par jour ne permettrait de soutenir que deux ou trois expéditeurs nord-sud spécialisés en transport de marchandises diverses à courte distance. Compte tenu des caractéristiques du trafic des marchandises diverses, sa croissance devrait plafonner dans la période de 2030 à 2050, et l'on pourrait alors compter de quatre à six services spécialisés en exploitation.

IMPACT SUR LE RÉSEAU DE TRANSPORT GLVMSL

Possibilités émergentes

Tous les moteurs de changement abordés précédemment indiquent l'existence de possibilités pour le réseau GLVMSL de trouver de nouveaux marchés en se concentrant sur des nouveaux navires et de nouvelles cargaisons. Ces possibilités reposeraient sur la croissance du trafic de conteneurs dans tout le réseau, soutenue par l'arrivée de nouveaux navires capables de traiter ce trafic de manière plus efficace. La combinaison de la conteneurisation et de nouveaux types de navires offre à la fois des délais de transport plus courts et un coût inférieur, des facteurs susceptibles d'être extrêmement attrayants pour des expéditeurs en quête d'une alternative à leurs choix actuels de transport.

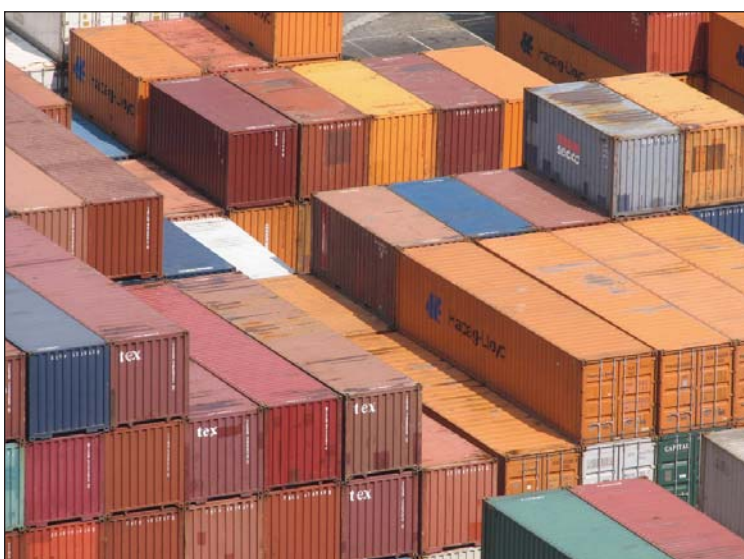
1 Il y a deux normes pour le trafic de conteneurs, l'équivalent de vingt pieds (EVP), et l'équivalent de quarante pieds (EQP). Pour l'analyse du transport maritime à courte distance, l'EQP constitue souvent une mesure plus pertinente des niveaux de capacité et de trafic, puisque les activités multimodales et de camionnage typiques utilisent l'EQP, et le factage se calcule habituellement à partir du nombre d'EQP. Pour convertir les EQP en EVP, il suffit de les multiplier par deux.

Les conteneurs et le réseau GLVMSL

Une croissance soutenue des échanges commerciaux intérieurs, bilatéraux et à l'importation et l'exportation signifie que les volumes de trafic pourraient bientôt atteindre un niveau suffisant pour soutenir un service viable et concurrentiel de navires de charge à l'intérieur du réseau GLVMSL. En fait, le trafic global de conteneurs dans la région devrait connaître une croissance pouvant aller jusqu'à 2,5 fois les volumes actuels d'ici 2050, et environ le tiers de ce trafic pourrait passer par la voie navigable.

Comme on l'a mentionné, la congestion augmente significativement les délais et coûts de transit par camion et par train, alors que ces deux modes de transport prennent des mesures pour accommoder un trafic qui sera le double du niveau actuel en 2030. Cette situation crée une ouverture pour le transport maritime, en particulier s'il peut s'adapter aux besoins et aux préférences des expéditeurs.

L'Équipe chargée des aspects économiques de l'étude GLVMSL a réalisé une étude de détournement modal, qui indiquait qu'à une vitesse maximale en eaux libres de 20 nœuds, les porte-conteneurs dans le réseau GLVMSL pourraient avoir acquis une part de marché de 2 % du total du trafic de cargaison en 2005, un niveau comparable à celui du transport ferroviaire intermodal. Une grande partie de cette part du marché aurait porté sur des trajets mal desservis par les services ferroviaires intermodaux.

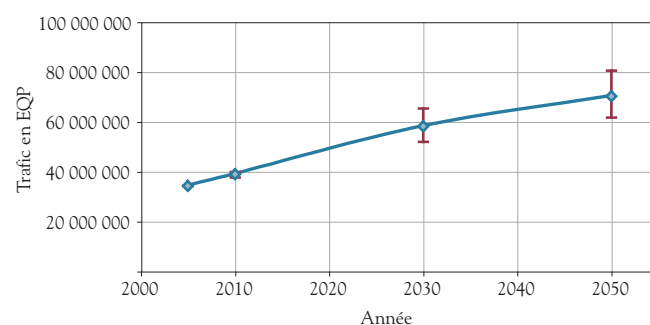


Conteneurs au port

Source : U.S. Department of Transportation

FIGURE 6.4

Prévision du marché du trafic de conteneurs selon tous les modes de transport exploités dans la région binationale GLVMSL



Dans une hypothèse sans congestion, où l'impact de cette dernière sur les modes routier et ferroviaire serait totalement compensé, la part maritime du trafic total dans la région pourrait néanmoins progresser jusqu'à 3 % d'ici 2050. En l'absence d'investissement pour atténuer la congestion routière, la part du marché du trafic ferroviaire intermodal et du trafic maritime pourrait dépasser les 4 % pour chaque mode, ramenant le trafic par camion à 92 %. Comme le détournement au profit du ferroviaire et du maritime a tendance à se faire dans le trafic à longue distance, ces parts représenteraient une réduction de beaucoup supérieure à 8 % de la distance de transport. La figure 6.4 illustre la prévision de croissance du marché des conteneurs pour la région GLVMSL, selon des combinaisons de scénarios avec et sans congestion, et de croissance modérée ou élevée. Il s'agit des marchés pour lesquels le réseau GLVMSL entrerait en concurrence avec d'autres modes de transport disponibles.

Déploiement de nouveaux services

Afin d'établir les trajets maritimes dans lesquels de tels navires pourraient être déployés, le réseau GLVMSL a été divisé en deux sections (voir figure 6.5). La section est comprend la partie canadienne du lac Ontario et la Voie maritime en aval du canal Welland, essentiellement le réseau de Hamilton à Halifax. La section ouest englobe principalement les parties américaines du secteur supérieur des Grands Lacs en amont du canal Welland, de Chicago et Duluth jusqu'à Hamilton.

Dans la partie est du réseau GLVMSL, il existe une possibilité immédiate de trafic intérieur transfrontalier et d'importation et exportation à Montréal, ainsi qu'une possibilité à plus long terme de prolongement des services des navires du réseau GLVMSL jusqu'à Halifax. Cette dernière possibilité dépend de la capacité du port d'attirer le nombre accru d'escales de navires que devrait permettre la croissance des échanges commerciaux avec

FIGURE 6.5

Trajets des navires dans le réseau GLVMSL



l'Asie passant par Suez. On prévoit pour l'avenir que les ports d'Halifax, de Québec et de Montréal connaîtront tous un trafic accru destiné au Midwest américain et au Canada central, avec la croissance connexe.

Dans le segment ouest du réseau GLVMSL, il y a des échanges intérieurs et transfrontaliers considérables de Chicago et de l'est du Wisconsin vers les ports du lac Érié, le Canada central et Montréal. Dans un contexte de congestion croissante à Chicago et de latitude limitée d'expansion de la capacité de terminal ferroviaire à cet endroit, les Grands Lacs pourraient offrir un service de contournement pour une partie du trafic de conteneurs de la côte Ouest. Les sociétés ferroviaires Burlington Northern Santa-Fe (BNSF), Canadien National (CN) et Canadien Pacifique (CP) peuvent prolonger le service de fret depuis les ports Tacoma, Seattle, Vancouver et Prince Rupert à l'Ouest jusqu'à des ports du lac Supérieur, Duluth et Thunder Bay. À partir de ces points, un transbordement intermodal pourrait être fait vers des navires qui peuvent acheminer ce trafic vers des ports du Midwest américain. Il existe donc une possibilité immédiate d'expansion du trafic intérieur et transfrontalier dans le secteur supérieur des Grands Lacs, et une possibilité à plus long terme de développement d'un trafic de pont terrestre de concert avec des ports de la côte Ouest et les sociétés ferroviaires.

Pour concrétiser ces possibilités, le réseau GLVMSL devrait recourir à des petits navires individuels afin de signaler sa présence dans le secteur des conteneurs. Toutefois, à mesure qu'augmentera le trafic, ce dernier pourra être coordonné de manière à fonctionner en réseau unifié, pour ainsi en améliorer la fréquence et la fiabilité. Éventuellement, des navires de la capacité maximale que peut accommoder le réseau GLVMSL prendraient le relais des petits navires. L'implantation du service maritime devrait commencer en s'attachant à attirer le trafic intérieur et transfrontalier actuellement transporté dans des remorques de camion plutôt que dans des conteneurs standard, et un service de roulier pour remorques serait donc mieux adapté à ces besoins. Un tel service serait probablement bien accueilli à titre d'option complémentaire par l'industrie du camionnage, compte tenu des difficultés qu'elle connaît en matière de pénurie de chauffeurs et de délais aux postes frontaliers.

Les marchés établis semblent indiquer qu'il serait réalisable d'offrir un service de petits rouliers entre Hamilton et Duluth ou Thunder Bay, et Chicago, ainsi qu'un service entre Hamilton et Montréal. De tels navires ne présentent pas l'avantage au niveau des coûts que possèdent des navires de capacité supérieure, et ils seraient vulnérables à une réaction concurrentielle de la part du secteur ferroviaire pendant la période de démarrage. Toutefois, l'emplacement de Hamilton présente un avantage de coût de factage pour certains expéditeurs, ce qui pourrait contribuer à protéger la part

de marché du transport maritime. Un lien à Hamilton avec des services établis aux É.-U. offrirait un autre élément de protection, car il n'y a pas actuellement de service ferroviaire intermodal direct par le passage Niagara, et le trafic transfrontalier vers le lac Érié devrait s'effectuer par camion. Il existe également un marché pour un trafic principalement intérieur de fret américain du lac Supérieur vers des ports du lac Michigan et du lac Érié. Un petit navire pourrait assurer une navette de trafic de Duluth et Thunder Bay vers Cheboygan, d'où un navire de plus grande capacité pourrait desservir les lacs Michigan et Érié.

Le plus important trafic actuel dans le réseau GLVMSL est celui du trafic intérieur et transfrontalier américain de Chicago et de l'est du Wisconsin vers des ports du lac Érié, avec de moindres flux vers le lac Supérieur et des ports canadiens. Chicago et les ports du Wisconsin présentent une possibilité attrayante de transport maritime qui pourrait soutenir un service quotidien de roulier à grande capacité aux niveaux de trafic de 2005. Un service maritime de Chicago à Hamilton serait relié à un service vers le lac Supérieur à Cheboygan, et vers le lac Ontario et Montréal à Hamilton.

Un seul roulier aux dimensions maximales accommodées par le réseau GLVMSL et chargé quotidiennement à sa capacité d'environ 700 EVP ferait presque doubler le volume au port d'Halifax. La capacité de trafic actuellement disponible à Montréal pourrait accommoder un service de petit navire de Hamilton à Montréal, mais un apport important de trafic à Halifax permettrait de prolonger le service du réseau GLVMSL aussi loin qu'Halifax, et un grand navire pourrait remplacer le plus petit. Une autre possibilité tient au développement du trafic de pont terrestre à Duluth et Thunder Bay, qui dépend de la collaboration des ports de la côte Ouest, des sociétés ferroviaires BNSF, CN et CP qui les rejoignent, et de l'intérêt et de la volonté de transporteurs océaniques en vue d'utiliser les services d'expédition maritime du réseau GLVMSL.

DÉTERMINANTS DE NOUVEAUX SERVICES MARITIMES

Préférences des expéditeurs

Toute amélioration des trajets ou services de transport dans le réseau GLVMSL dépendra au bout du compte des attitudes et préférences des expéditeurs susceptibles d'y avoir recours. L'Équipe chargée des aspects économiques de l'étude a réalisé une enquête sur les préférences des expéditeurs, afin d'établir la faisabilité des innovations proposées pour le réseau.

Du fait de la croissance soutenue du commerce international, l'industrie du transport fonctionne dans un environnement hautement concurrentiel. Une enquête auprès des expéditeurs a révélé qu'ils classent presque tous (99 %) le coût comme facteur important ou très important de leur choix de mode de transport. La durée et la fréquence ont été qualifiées de facteurs importants ou très importants par 89 % des expéditeurs interrogés, et 98 % d'entre eux ont cité la fiabilité comme élément important ou très important.

Une analyse plus fine a cerné les compromis que les expéditeurs de différents biens sont prêts à accepter pour obtenir le niveau de service qu'ils jugent important. Ainsi, tous les expéditeurs ont déclaré que la durée constitue un facteur important de leur planification, mais lorsqu'on leur demandait combien ils étaient prêts à payer pour économiser une heure de durée d'expédition du fret, ceux qui transportent habituellement des produits finis dans des conteneurs et des remorques étaient prêts à dépenser plus que les expéditeurs de matières brutes. De plus, ceux qui expédient des biens par camion accordaient une valeur beaucoup plus élevée à la durée que ceux qui expédient par voie ferroviaire ou maritime.

La même tendance est ressortie lorsque l'on a tenté d'estimer la valeur de la fréquence et de la fiabilité, sous forme de prime qu'un expéditeur serait disposé à payer pour une expédition immédiate ou garantie. Dans les deux cas, les expéditeurs de produits finis accordaient une valeur supérieure à la fréquence et la fiabilité que les expéditeurs de produits non finis.

Finalement, on a demandé aux expéditeurs quelle valeur ils accordaient à la capacité d'utiliser un seul mode de transport à longueur d'année. Cet aspect est important, car une partie du réseau GLVMSL présente un caractère saisonnier, du fait que la Voie maritime du Saint-Laurent est fermée quelque trois mois par année. Il s'agissait d'établir quel type d'escompte pourrait inciter les expéditeurs à passer d'un mode toutes saisons à un mode saisonnier, advenant sa disponibilité. La réponse était que pour des matières brutes expédiées par rail, un escompte de 5 % des coûts de transport suffirait à provoquer un transfert au mode saisonnier. Pour les aliments et les produits finis et semi-finis, l'escompte requis représenterait 14 %. Les marchandises comportant le moins de souplesse sont les aliments expédiés par camion, qui exigeraient un escompte de près de 25 % avant d'envisager de passer à un mode saisonnier, probablement à cause de la nature hautement spécialisée de l'équipement nécessaire à leur transport. Autrement, le caractère saisonnier n'était pas tellement préoccupant pour la plupart des expéditeurs, parce qu'ils établissent leurs contrats de transport en fonction de marchés au comptant, de modalités mensuelles ou d'ententes à court terme, ce qui crée moins d'obstacles pour passer à d'autres modes.

Les attitudes des expéditeurs semblent indiquer que le réseau GLVMSL est fortement concurrentiel par rapport aux modes routier et ferroviaire pour le transport de biens semi-finis. Avec la croissance économique mondiale, le réseau GLVMSL a comme défi d'aller chercher une part de ce marché en expansion, profitant de ses avantages concurrentiels pour offrir un complément valable à des services de transport multimodal reposant sur la route ou le rail. Une façon d'y arriver serait de porter attention aux facteurs de service qu'apprécient les expéditeurs pour le transport des biens semi-finis, ainsi que des biens finis. Les facteurs primordiaux sont la fiabilité, la durée et le coût de l'expédition.

Nouvelles technologies des navires

Puisque les expéditeurs accordent de la valeur au coût et à la durée du transport, le réseau GLVMSL peut réussir à faire concurrence aux modes routier et ferroviaire si l'on y déploie des navires offrant un service plus rapide et moins coûteux. Quatre nouvelles technologies des navires présentent ces avantages, et peuvent servir à transporter des conteneurs dans le réseau GLVMSL.



Les **barges porte-conteneurs** sont des barges à fond plat qui peuvent transporter des piles de conteneurs

dans le réseau. Ces navires consomment habituellement peu de carburant, ce qui les rend relativement peu dispendieux. Par contre, ils se déplacent très lentement.



Les **porte-conteneurs** courants ont une vitesse de croisière près du double de celle de navires de générations

précédentes. Bien qu'ils consomment plus de carburant, ces navires plus rapides conservent un très bon rendement énergétique comparativement au camion, au train, et même aux services de barges porte-conteneurs, parce que leur consommation accrue est compensée par des économies en coûts d'équipage et d'investissement. La vitesse supérieure répond directement aux préoccupations des expéditeurs en matière de durée, ce qui rend ce mode concurrentiel par rapport au transport terrestre. La vitesse des navires continuera d'être limitée par les écluses et les chenaux, mais en eau libre, une vitesse supérieure réduira considérablement la durée des trajets.



Les **vraquiers rapides** sont dotés de moteurs très puissants pour naviguer à haute vitesse. Ils servent souvent

de traversiers pour les automobiles et les camions. Toutefois, cette vitesse élevée est atteinte au prix d'une consommation élevée de carburant; les navires utilisent près de 20 fois plus de carburant par EQP-mille qu'un porte-conteneurs. Cela signifie également qu'un vraquier

rapide consomme considérablement plus de carburant par conteneur expédié qu'un camion franchissant la même distance.



Le **catamaran à soutien partiel par coussin d'air** (projet PACSCAT) est un navire à effet de surface, qui utilise un coussin d'air pour se soulever

partiellement hors de l'eau. Cette technique réduit le tirant d'eau du navire, de même que son sillage. Le navire fonctionne en mode de déplacement d'eau à basse vitesse, et se soulève hors de l'eau pour naviguer à une vitesse supérieure. Dans ce cas également, la vitesse supérieure est atteinte aux dépens du rendement énergétique.

Le tableau 6.1 résume les caractéristiques de rendement des quatre types de navire. Pour l'optimisation du trafic de conteneurs dans le réseau GLVMSL, les deux paramètres critiques sont la consommation de carburant, exprimée en poids du carburant nécessaire pour transporter un conteneur de vingt pieds (EVP) sur une distance d'un kilomètre, et la durée de transit entre différents ports du réseau. La comparaison de ces facteurs semble indiquer que des porte-conteneurs conçus spécifiquement pour le réseau GLVMSL offrent la meilleure économie de carburant, accompagnée de durées de transit comparables au ferroviaire.

Le tableau 6.1 ne dresse pas un portrait complet, car il n'inclut pas les coûts liés à la cargaison. L'établissement des coûts réels fait cependant appel à des calculs très complexes qui tiennent compte de variables comme le coût d'investissement du navire, les calendriers d'amortissement, la vitesse moyenne tenant compte des chenaux et des écluses, la taille de l'équipage, le temps consacré au chargement et déchargement de la cargaison, et les droits et frais imposés pour une grande variété de services de soutien. Les porte-conteneurs et d'autres navires peuvent se présenter dans une configuration de roulier, lorsque les véhicules qui transportent les conteneurs (camions ou wagons) peuvent embarquer à bord du navire et en débarquer simplement en roulant, ou dans une configuration à manutention verticale, lorsque la cargaison doit être soulevée (habituellement par une grue) depuis le véhicule terrestre jusqu'au navire, et soulevée à nouveau pour être chargée sur un camion ou un wagon à destination. Il est évident que le temps de chargement et de déchargement des cargaisons influence le coût global.

TABLEAU 6.1

Caractéristiques de rendement de nouveaux types de navire

Paramètre de rendement	Barge porte-conteneurs	GLVMSL Porte-conteneurs	Vraquier rapide	PACSCAT (eau libre)
Vitesse de croisière maximale (km/h)	14,8	37	63,9	63,9
Consommation de carburant à la vitesse de croisière (kg/h)	560	2 680	6 510	8 683
Consommation de carburant (kg/EVP-km)	0,061	0,054	1,07	0,647
Capacité de chargement EVP/EQP	620/310	1330/665	95/42	210/105
Équipage	9	14	9	11
Durée de transit lac Érié-Montréal (heures)	48	43	40	37
Durée de transit Halifax-Montréal (heures)	84	50	25	25
Durée de transit Halifax-Chicago (heures)	202	135	86	83

Lorsque tous ces facteurs entrent dans le calcul, le transport par porte-conteneurs adaptés au réseau GLVMSL demeure le choix optimal dans le contexte concurrentiel d'aujourd'hui. Ces navires peuvent être conçus en version grande ou petite, et accommoder le trafic intérieur et international. Un navire de moindre capacité pourrait être déployé initialement, pour être éventuellement remplacé par un navire de capacité supérieure lorsque le trafic atteindra un niveau assez élevé pour assurer un service quotidien. La fréquence serait accrue progressivement pour accommoder la demande croissante de capacité. Toutefois, pour soutenir la concurrence du transport terrestre, il faut maintenir une fréquence quotidienne de service.

Prévisions de nouvelles cargaisons et de nouveaux navires

L'Équipe chargée des aspects économiques a formulé des prévisions relatives aux quatre technologies des navires à l'examen, dans des scénarios avec et sans congestion du trafic, et une croissance économique modérée. Des scénarios de croissance économique élevée et faible ont également été élaborés, pour évaluer leur incidence sur le scénario de congestion avec grands navires.

Les résultats de l'analyse indiquent que la technologie maritime moderne peut soutenir la concurrence du train et du camion pour la distribution intérieure de conteneurs depuis Halifax, Montréal, Duluth et Thunder Bay, ainsi que pour le trafic intérieur du réseau. Les technologies maritimes les plus prometteuses font appel à des porte-conteneurs de petite et grande capacité atteignant une vitesse de 20 nœuds, qui peuvent accommoder le trafic tant intérieur qu'international.

On prévoit des volumes de trafic considérables pour le réseau GLVMSL. Avec un service de grand porte-conteneurs aux niveaux de demande enregistrés en 2005 et dans le contexte actuel du marché, le trafic dans le réseau GLVMSL pourrait atteindre les 0,6 million d'EQP, répartis également entre le trafic intérieur et le trafic international. Si la congestion s'accroît dans tout le réseau, ce trafic pourrait grimper et dépasser les 3 millions d'EQP d'ici 2050.

À partir de cette analyse, en tenant compte de l'ensemble des limites prévisionnelles, postulats et enjeux institutionnels soulevés, il y a de solides arguments en faveur d'une planification plus poussée à l'égard des deux sections du réseau GLVMSL, en particulier relativement aux scénarios de porte-conteneurs à configuration de roulier ou à manutention verticale. La planification nécessaire comprend d'autres études de rentabilisation portant sur les éléments suivants :

- formuler des cotes d'évaluation d'investissements selon les prévisions de trafic;
- évaluer le potentiel de partenariats public-privé;
- explorer des sources de financement de l'aménagement portuaire et intermodal en vue de produire des incitatifs à l'aménagement d'infrastructure par les administrations portuaires locales.

Ces études produiraient également une évaluation plus détaillée des coûts et de l'exploitation des navires, des services portuaires et dans l'arrière-pays, et du potentiel de créneaux commerciaux, notamment les traversiers, le néo-vrac, les transbordeurs de trains et des services de camion et remorque accompagnés.

Contraintes et postulats

Les prévisions de possibilités découlent en grande partie d'une extrapolation de tendances historiques et des prévisions de croissance du PIB. Ces tendances pourraient cependant ne pas se maintenir comme prévu. Ainsi, la croissance des échanges commerciaux avec l'Asie pourrait éventuellement ralentir. Dans un tel cas, les volumes de trafic détournés des ports de la côte Ouest vers d'autres trajets maritimes pourraient changer.

Les prévisions sont également sensibles à d'éventuels changements dans les postulats relatifs au détournement de trafic asiatique vers des ports du Nord-Est via le trajet de Suez, et à la volonté de coopération des compagnies ferroviaires dans le développement de services de pont terrestre vers Duluth et Thunder Bay. Un accroissement du trafic par Halifax constitue un élément important de la viabilité du trafic de conteneurs par la Voie maritime. Il faut aussi étudier plus attentivement le degré de congestion dans les ports des É.-U., son incidence probable et des stratégies d'atténuation.

Le service ferroviaire intermodal sera un important compétiteur, mais des navires aux dimensions maximales que peut accommoder le réseau GLVMSL pourraient présenter un avantage, en particulier pour le trafic continental depuis des régions mal desservies par le service ferroviaire de conteneurs. On présume que les compagnies ferroviaires continueront de se concentrer sur le trafic de conteneurs longue distance par des fusions, mais les décisions de politique publique visant de nouvelles installations portuaires et des changements structurels dans le réseau ferroviaire pourraient toucher les options d'acheminement par les grandes lignes et à courte distance. En cas de changements significatifs aux É.-U., il faudrait réviser les prévisions de trafic maritime.

On présume que les navires choisissant le trajet express par Suez seraient disposés à décharger à Halifax le fret à destination du Midwest. Halifax serait alors en concurrence avec New York, en particulier si l'on favorise les trajets de conteneurs à deux niveaux entre New York et l'Ohio. De même, de nouvelles installations portuaires avec des liens ferroviaires vers les Grands Lacs pourraient détourner du trafic de la Voie maritime vers des ports du Nord-Est américain.

Tous les nouveaux services proposés se fondent sur un prolongement de l'expédition maritime de conteneurs par la Voie maritime, vers Montréal et Halifax. Le camion (courte distance) et le train (longue distance) resteront fortement compétitifs. On estime qu'un détournement de trafic notable vers le mode maritime exigerait que les navires maintiennent une vitesse minimale de 20 nœuds en eau libre. Ces facteurs signifient également qu'une grande partie du détournement initial de part de marché s'effectuera dans des régions mal desservies par le rail intermodal. Il faudra réaliser des études de planification des activités pour produire des cotes d'évaluation d'investissements selon les prévisions de trafic, évaluer d'éventuels partenariats public-privé, et examiner le financement de l'aménagement portuaire et intermodal.

Facteurs environnementaux

Les possibilités abordées dans le présent chapitre se traduiront par une augmentation du trafic dans le réseau GLVMSL. Cette conséquence pourrait avoir un impact sur l'environnement, à moins de prendre des mesures pertinentes. Au niveau le plus fondamental, un trafic accru signifiera plus d'émissions par les moteurs des navires, mais il faut préciser que cet effet pourrait être compensé par des réductions des émissions du transport terrestre, provenant du détournement du mode terrestre au mode maritime d'une partie de la croissance du trafic. Il y a clairement une certaine latitude pour veiller à ce que les navires aient un meilleur rendement énergétique et soient équipés pour contrôler les émissions ou consommer des carburants moins polluants.

De même, les sillages provoqués par un trafic maritime accru créeraient une menace supplémentaire d'érosion des berges. Dans ce cas également, il serait possible d'atténuer cet impact par des mesures comme l'adaptation de la vitesse des navires.

L'arrivée d'un plus grand nombre de navires océaniques dans le réseau GLVMSL pourrait présenter un problème possible d'espèces exotiques envahissantes (EEE) aquatiques, à moins d'imposer un régime attentif de surveillance et d'application réglementaire pour le rejet des eaux de ballast. Toutefois, un accroissement du trafic maritime à courte distance n'implique pas d'eaux de ballast extérieures au réseau, et n'aurait donc pas d'incidence au titre des EEE aquatiques.

Finalement, un trafic accru entraînera inévitablement une plus grande activité d'entretien de l'infrastructure établie, ou encore l'aménagement de nouvelles installations portuaires et autres pour la manutention de volumes supérieurs et de nouvelles cargaisons, par exemple les conteneurs. Les activités d'entretien ou de construction s'accompagneraient d'incidences environnementales supplémentaires.

La planification relative à de nouvelles possibilités devra envisager toutes ces incidences et prévoir des mesures d'atténuation. Il faut cependant souligner qu'il y aura des incidences positives pour l'environnement si une partie du trafic routier est détournée vers des trajets maritimes plus économes en carburant, avec un moindre niveau d'émissions de gaz à effet de serre.

Facteurs d'ingénierie

Les scénarios qui précèdent n'ont pas d'incidences directes sur le réseau d'écluses établi, puisque les navires proposés pourraient tous être accommodés par les installations actuelles. Toutefois, des volumes accrus de trafic se traduiraient par plus de passages de navires dans les écluses, et donc une usure accrue de ces installations, exigeant un entretien plus fréquent.

De nouvelles cargaisons et de nouveaux navires exigeront cependant de nouvelles installations de chargement et de déchargement. De nombreux ports du réseau GLVMSL n'ont pas l'équipement pour la manutention du trafic de conteneurs, et devraient moderniser leur capacité. Il pourrait s'agir non seulement de travaux dans le port en soi, mais aussi de construction de liaisons routières ou ferroviaires. Ces améliorations exigeraient de la planification et un financement, en plus d'évaluations des incidences environnementales, selon les exigences de la compétence en cause.

CONCLUSIONS

Actuellement, le camion transporte une proportion écrasante de 98 % de tout le tonnage en conteneurs dans le bassin des Grands Lacs et la région du fleuve Saint-Laurent. Il est évident que le camionnage maintiendra sa dominance pour l'avenir. Toutefois, il est également évident que le service de camionnage se détériore, à cause de la congestion causée par la croissance du trafic automobile, en particulier à proximité des grandes villes. Dans le cas du ferroviaire, les tentatives d'amélioration de la productivité des deux dernières décennies se sont traduites par une plus forte concentration, des fusions et l'abandon de lignes secondaires. En conséquence, le transport futur de conteneurs par camion et par train devrait coûter plus cher, et probablement prendre plus de temps, puisque l'on prévoit que la croissance de ce trafic s'effectuera plus rapidement que toute amélioration de capacité, et que la congestion devrait s'aggraver. Ce contexte crée pour le transport maritime des possibilités d'aller chercher une plus grande part du trafic commercial dans l'ensemble de la région.

L'analyse détaillée à partir de postulats conservateurs sur les contraintes affectant la capacité routière et ferroviaire fait ressortir les possibilités suivantes.

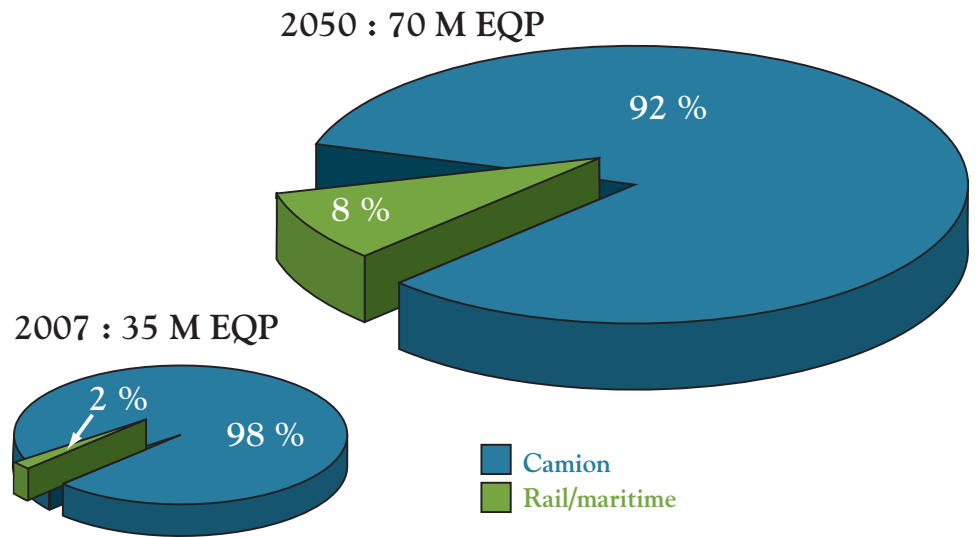
- La part du trafic de conteneurs transportée par camion pourrait reculer de 98 % à 92 % d'ici 2050, à cause d'un détournement de la croissance vers d'autres modes, provoqué principalement par la congestion.
- Le volume de trafic conteneurisé transporté par rail pourrait doubler d'ici 2050, de 2 % à 4 %, si les compagnies ferroviaires rétablissent une partie de la capacité inutilisée dans les lignes secondaires et les trajets de contournement.
- Une option intermodale maritime pourrait aller chercher 4 % du trafic conteneurisé d'ici 2050, si elle est concurrentielle par rapport aux modes routier et ferroviaire.

Tous ces éléments dénotent les possibilités qu'offre la voie navigable pour accueillir une partie de la croissance du trafic de conteneurs dans des couloirs de transport choisis.

Toutes ces évaluations mènent à une même conclusion : à mesure qu'augmenteront les volumes de trafic et que les autres modes de transport atteindront leurs limites de capacité, le réseau GLVMSL pourra continuer de remplir une fonction cruciale, et probablement en expansion, dans l'économie de la région des Grands Lacs et du fleuve Saint-Laurent. Même si aucun changement ne survient et que les tendances actuelles se maintiennent, le mode maritime connaîtra probablement une lente croissance régulière de sa combinaison actuelle de cargaisons de vrac et de néo-vmrac. Toutefois, une évolution plus souhaitable consisterait à positionner le réseau GLVMSL pour tirer parti de la croissance continue des échanges internationaux. Le réseau peut attirer un trafic accru et s'imposer comme composante plus efficace du réseau intermodal nord-américain, offrant des trajets de remplacement par rapport aux autoroutes congestionnées. C'est ainsi que le réseau pourra finalement participer à la révolution de la conteneurisation.

Toutes ces tendances représentent des possibilités concrètes et émergentes sur lesquelles il est important que le réseau GLVMSL concentre ses efforts pour l'avenir. La concrétisation de ces possibilités n'exigera pas des navires nouveaux ou différents; les bâtiments démontrant la meilleure efficacité dans ces trajets existent déjà. Toutefois, pour exploiter ces possibilités, il faudra entretenir l'infrastructure actuelle, tout en investissant dans des installations capables d'accueillir des possibilités en émergence, comme la conteneurisation, le néo-vmrac et l'expédition maritime à courte distance.

FIGURE 6.6
Part actuelle et projetée du trafic de conteneurs



CHAPITRE 7

Politiques et planification

Dans l'élaboration de politiques et de plans d'avenir pour le réseau des Grands Lacs et de la Voie maritime du Saint-Laurent, il faut trouver un équilibre entre plusieurs facteurs différents, soit le potentiel économique actuel et futur de la voie navigable, l'état de son infrastructure et les coûts probables de son entretien, et son impact sur l'environnement. Une politique bien réfléchie doit accommoder l'efficacité globale du réseau, son intégration aux réseaux de transport régionaux, et l'optimisation de l'infrastructure, le tout dans un contexte général de développement durable et respectueux de l'environnement.

À l'issue de leurs efforts diversifiés, les trois équipes de travail contribuant à l'étude des Grands Lacs et de la Voie maritime du Saint-Laurent (GLVMSL) en sont arrivées à un large consensus sur l'état actuel du réseau GLVMSL et son éventuelle évolution.

Le réseau GLVMSL remplit toujours une fonction décisive dans la vie économique de l'Amérique du Nord. Il attire un trafic maritime significatif, et une grande partie de ce trafic dessert des industries occupant une importante place stratégique dans l'économie. Le fait que ces industries s'inscrivent dans des chaînes de valeur qui atteignent presque tous les secteurs confère au trafic de cette voie navigable une pertinence économique élargie bien au-delà du volume absolu des expéditions.

POINTS SAILLANTS ÉCONOMIQUES

- La voie navigable traverse deux provinces et huit états, regroupant 25 % de la population de l'Amérique du Nord.
- Le réseau GLVMSL s'inscrit dans le plus grand couloir de transport intérieur du continent, desservant son cœur industriel. Le réseau donne accès à la moitié des 20 ports les plus importants du Canada et à de nombreux ports régionaux des É.-U. d'importance pour le commerce maritime international.
- Pendant la dernière décennie, le réseau a permis de transporter plus de 260 millions de tonnes de cargaisons chaque année.
- Les volumes de cargaisons, notamment de produits de base stratégiques comme le minerai de fer, le charbon, des minéraux et des grains, devraient afficher une croissance modeste mais régulière au cours des 50 prochaines années.
- Le réseau GLVMSL pourrait accommoder de plus grands volumes de cargaisons, mais la diversification de son trafic se heurte actuellement à certains obstacles.
- Comparativement à d'autres modes de transport, la voie navigable permet aux expéditeurs de réaliser des économies annuelles estimées à environ 2,7 milliards \$ par année en coûts de transport et de manutention.
- Le réseau GLVMSL est en bonne position pour accommoder les nouveaux navires et les nouvelles cargaisons conteneurisées qui domineront les échanges commerciaux internationaux de demain.

Le réseau GLVMSL se situe à l'intérieur d'une ressource d'eau unique, de première importance pour l'environnement. Cet écosystème est vulnérable à l'ensemble des agresseurs environnementaux en jeu. Des facteurs comme la croissance urbaine, l'expansion économique, la navigation commerciale et les utilisations récréatives ont tous contribué à détériorer les divers milieux écologiques du bassin.

POINTS SAILLANTS ENVIRONNEMENTAUX

- La région du bassin des Grands Lacs et du fleuve Saint-Laurent englobe le plus grand écosystème d'eau douce de la planète.
- L'incidence environnementale actuelle la plus sérieuse de la navigation dans le réseau GLVMSL est liée à l'introduction accidentelle d'espèces exotiques envahissantes (EEE) aquatiques. La navigation entraîne également d'autres incidences environnementales découlant du dragage de chenal, du dépôt des matériaux de dragage, de l'érosion causée par le sillage des navires, de la gestion du niveau des eaux et des émissions atmosphériques des navires.
- Ces incidences se combinent à une variété d'autres incidences non liées à la navigation, pour exercer un impact cumulatif sur l'environnement dans la région du réseau GLVMSL.
- Ces dernières années, une sensibilisation accrue au potentiel d'impact négatif de la navigation sur l'environnement a donné lieu à la création de diverses tribunes de discussion et à la formulation de mesures d'atténuation afin de gérer le dragage, de ralentir les navires dans les chenaux étroits, de réduire la durée de marche des moteurs des navires, et de limiter les possibilités d'introduction dans le réseau d'espèces exotiques envahissantes aquatiques à partir des eaux de ballast des navires.

Le réseau GLVMSL a plus d'un demi-siècle, et son infrastructure commence à montrer des signes de vieillissement. La majeure partie de l'infrastructure du réseau demeure fonctionnelle, mais la probabilité de défaillance d'un élément va en s'accroissant. Afin d'assurer une exploitation future sans interruptions, il est nécessaire de porter attention aux éléments dont la défaillance aurait le plus grand impact éventuel sur l'intégrité du réseau.



Conteneur manutentionné au port de Montréal
Source : Transports Canada

POINTS SAILLANTS D'INGÉNIERIE

- L'état d'environ 160 éléments du réseau GLVMSL a été examiné, notamment écluses, murs de guidage, ouvrages régulateurs du niveau de l'eau, ponts routiers et ferroviaires, et tunnels.
- Malgré l'âge du réseau, la plupart de ses éléments ont été gardés en bon état de fonctionnement et demeurent opérationnels. Un indice de criticité a été élaboré afin d'identifier les éléments d'infrastructure qui présentent la plus grande priorité dans l'ensemble du réseau GLVMSL, à partir de facteurs comme l'âge, l'état actuel, la disponibilité de pièces de rechange et l'impact éventuel d'une défaillance sur la navigation.
- La majorité des éléments d'infrastructure les plus prioritaires se rattachent aux écluses. On a constaté que ces éléments se trouvaient dans un état remarquablement similaire, malgré leur emplacement à différents endroits un peu partout dans la région et les variations dans les méthodes de construction et d'entretien.
- L'âge de l'infrastructure du réseau et plusieurs conditions spécifiques à certains emplacements se traduisent par un besoin critique d'investissement pour assurer le maintien de la fiabilité de fonctionnement du réseau dans sa configuration actuelle. Une partie de cet investissement est déjà en cours, et son niveau devrait augmenter considérablement au cours des années à venir.

ENCADRER L'AVENIR DU RÉSEAU GLVMSL

Le réseau GLVMSL constitue un actif d'une valeur incroyable pour l'Amérique du Nord. Le transport maritime sur la voie navigable propose aux expéditeurs un choix sécuritaire, efficace, fiable et concurrentiel pour le transport des biens. Toutefois, le réseau présente également un potentiel qui n'a pas été exploité, au chapitre de l'importante contribution future qu'il pourrait apporter au transport régional et continental.

La compréhension fondamentale des possibilités et des défis acquise dans la réalisation de l'étude GLVMSL peut servir à identifier des domaines prioritaires, et à élaborer une approche équilibrée des facteurs économiques, environnementaux et d'ingénierie, pour aborder quatre impératifs stratégiques :

1. Quelle fonction devrait remplir le réseau GLVMSL dans le réseau de transport fortement intégré de l'Amérique du Nord?
2. Quelles sont les solutions de transport à notre disposition pour garantir un avenir dynamique à cette voie navigable?
3. Quelles mesures faut-il prendre afin d'assurer la fiabilité soutenue de l'infrastructure du réseau?
4. Comment le réseau GLVMSL devrait-il maintenir son fonctionnement d'une manière tenant compte des préoccupations en matière d'intégrité environnementale?

Les sections suivantes abordent chacun de ces impératifs stratégiques, en résumant l'information recueillie par l'étude GLVMSL et en présentant certaines observations et certains facteurs clés.

Fonction dans le réseau de transport nord-américain

L'Amérique du Nord fait partie d'un réseau commercial planétaire qui connaît une croissance explosive depuis deux décennies. Une partie de cette croissance est d'ordre géographique, l'Extrême-Orient et l'Asie du Sud-Est s'étant imposés comme intervenants de premier plan du commerce international. Un autre aspect touche des nouveaux types de cargaisons, acheminés principalement par des porte-conteneurs. Ces deux tendances ont un impact sur l'Amérique du Nord dans son ensemble, et sur le réseau GLVMSL en particulier.

Tandis que le volume des biens transportés internationalement poursuit sa croissance, des engorgements sur la côte Ouest de l'Amérique du Nord incitent les expéditeurs à chercher des trajets de remplacement, passant par les canaux de Panama ou de Suez. Une partie de ce trafic réacheminé aboutit dans le bassin des Grands Lacs et le fleuve Saint-Laurent. Toutefois, les trajets de transport terrestre dans cette région accusent déjà des pressions. Le réseau routier et le réseau ferroviaire sont mis à l'épreuve par une congestion croissante et un resserrement de leur capacité. Cette situation est exacerbée par le fait que la plus grande partie de ce trafic terrestre est canalisée vers un petit nombre de points de transit, et que les exigences de sûreté prolongent le délai de passage à la frontière. De plus, il n'existe que des possibilités limitées de construction de nouvelles routes ou voies ferrées pour soulager cette congestion.

La conclusion inéluctable est que le trafic maritime pourrait contribuer à atténuer une partie de ces pressions. Le réseau GLVMSL compte actuellement une capacité excédentaire qui permettrait de réacheminer une partie du trafic des trajets terrestres. De plus, le réacheminement de trafic par le réseau GLVMSL s'inscrit directement dans l'autre grande tendance du commerce international, la mise en conteneurs des cargaisons. Lorsque ces conteneurs arrivent à un port d'entrée, les expéditeurs ont donc maintenant un choix pour les acheminer vers l'intérieur des terres, puisque les navires, les camions et les wagons sont maintenant tous adaptés au transport de conteneurs.

Auparavant, les porte-conteneurs arrivant dans le Nord-Est de l'Amérique du Nord pouvaient décharger leur cargaison dans les grands ports du littoral est, ou l'acheminer vers l'intérieur jusqu'au port de Montréal. Avec la croissance prévue du trafic routier et ferroviaire dans la région, il se présente une possibilité de transporter à tout le moins une partie de ces cargaisons conteneurisées par le réseau GLVMSL.

Pour que le réseau GLVMSL s'impose à titre de complément viable au transport routier et ferroviaire des biens, il faut s'attacher à maintenir et rehausser sa compétitivité. Dans l'industrie de l'expédition, la compétitivité s'établit par une combinaison de facteurs, soit coût, durée, fréquence et fiabilité. Le coût par unité par kilomètre ou mille représente clairement un facteur de base déterminant de la compétitivité. Sur ce plan, l'expédition maritime détient un net avantage, et c'est pourquoi ce mode a servi au transport d'importantes quantités de biens volumineux. Toutefois, si l'expédition maritime doit s'inscrire dans la concurrence pour le trafic plus diversifié des cargaisons, elle doit également être concurrentielle pour les autres facteurs déterminants. Les durées totales de trajet doivent diminuer. Les fréquences d'appareillage doivent accommoder les exigences des expéditeurs. Les fermetures et interruptions du trafic imprévues doivent être maintenues au minimum. De fait, le réseau GLVMSL présente déjà un bilan avantageux dans ces domaines, mais toute amélioration relèverait sa compétitivité générale et renforcerait sa position à titre d'alternative viable de transport.

OBSERVATION

Le système GLVMSL possède le potentiel de soulager la congestion qui affecte les réseaux routier et ferroviaire, ainsi que les postes frontaliers, dans la région du bassin des Grands Lacs et du fleuve Saint-Laurent.

FACTEURS CLÉS

- Le réseau GLVMSL fonctionne actuellement à environ la moitié de sa capacité, il est donc sous-utilisé.
- Compte tenu de la croissance prévue de l'économie et des échanges commerciaux, tous les modes de transport dans les deux pays connaîtront des augmentations de trafic. Avec une intégration aux modes routier et ferroviaire, le mode maritime de la région peut grandement relever la capacité globale de transport, tout en réduisant la congestion des routes, des voies ferrées et des postes frontaliers.
- Un programme de recherche et développement contribuerait à favoriser le recours à de nouvelles technologies afin d'améliorer l'efficacité du transport maritime, et de renforcer ses liens avec les autres modes de transport.

Solutions pour un avenir dynamique

Le réseau nord-américain de transport ne se résume pas à la somme de ses parties, il présente également une nature intégrée par les liens entre les divers modes et les diverses compétences. Dans ce contexte, le réseau GLVMSL ne peut pas être abordé comme un mode isolé limité à un type de trafic traditionnel.

Le GLVMSL peut jouer un rôle important en proposant une combinaison différente de capacités, donnant plus de latitude aux expéditeurs. Pour concrétiser cette fonction complémentaire, il faudrait axer les politiques et la planification sur le potentiel de transport maritime à courte distance de la voie navigable, afin de rehausser sa capacité de transport intermodal et d'accommodement du trafic de conteneurs.

L'optimisation de la place du réseau GLVMSL à l'intérieur du réseau de transport du bassin des Grands Lacs et du fleuve Saint-Laurent exige une perspective holistique de l'ensemble du réseau. Le transport maritime doit faire l'objet d'une intégration sans faille aux autres modes de transport, en matière de coût, de durée, de fréquence et de fiabilité.

Pour que cette vision devienne réalité, il faudra veiller à plusieurs aspects de l'intégration modale. Les points de convergence du réseau doivent proposer des liens intermodaux d'une grande efficacité. Les ports du réseau GLVMSL doivent comporter des interconnexions convenables avec les réseaux routier et ferroviaire. Ils doivent également être dotés de l'équipement adapté pour transférer facilement des conteneurs entre des navires, des wagons plats et des camions gros porteurs.

D'autres facteurs entrent en jeu dans ce domaine. Il faut des systèmes appropriés de suivi et de communications électroniques pour acheminer et surveiller les expéditions. Les nouvelles technologies, des améliorations à l'infrastructure traditionnelle, la simplification des procédures aux postes frontaliers et l'harmonisation réglementaire occuperont également une place importante dans la conception de systèmes et la gestion des exigences pour une meilleure interconnexion des modes de transport.

L'avancement du principe de services intermodaux maritimes exige également des navires polyvalents, capables de transporter tant des produits de base en vrac que des conteneurs. Les trajets des cargaisons doivent

OBSERVATION

Un accent plus poussé sur le transport maritime à courte distance permettrait au réseau GLVMSL de mieux s'intégrer aux réseaux de transport routier et ferroviaire, tout en offrant aux expéditeurs un mode de transport des biens rentable, opportun et fiable.



FACTEURS CLÉS

- Il faut identifier et promouvoir des incitatifs à l'utilisation du transport maritime en complément des modes de transport routier et ferroviaire.
- Les obstacles institutionnels qui découragent l'offre de services de transport maritime à courte distance doivent être surmontés.
- Les possibilités d'encourager l'implantation de services de transport maritime à courte distance traversant un lac pourraient être cernées dans le cadre d'un projet pilote.
- Le Protocole de coopération sur le transport maritime à courte distance et la déclaration connexe, adoptés par le Canada en 2003 et les É.-U. en 2006, pourraient servir à continuer de faire progresser le dossier du transport maritime à courte distance en Amérique du Nord.

Le transport maritime à courte distance
Source : Transports Canada

également correspondre aux avantages éventuels du transport maritime. Ainsi, l'expédition par un navire qui traverse un lac en ligne droite peut être préférable au transport des biens par des routes congestionnées qui longent son rivage. En plus d'offrir un trajet plus rapide et plus direct, il se pourrait également que les procédures frontalières dans les ports respectifs prennent considérablement moins de temps que dans les postes frontaliers terrestres très congestionnés.

Optimisation de l'infrastructure établie

Il est entendu que l'infrastructure de transport maritime du réseau GLVMSL ne se limite pas à une série d'écluses. Cette infrastructure englobe également des ports et des terminaux, des chenaux, des ponts et des tunnels, des systèmes de contrôle et de communications, ainsi que des interfaces avec d'autres modes de transport. Collectivement, ces éléments constituent un réseau intégré qu'il faut optimiser pour qu'il puisse contribuer à satisfaire les besoins de transport de l'avenir.

Chacun des éléments suivants présente son ensemble particulier d'exigences, et il faudra gérer le tout de façon intégrée afin d'assurer la compétitivité du réseau GLVMSL.

Écluses : Du fait de leur âge, il faut assujettir les écluses à un calendrier d'entretien axé sur les possibilités de défaillance, afin de maintenir le trafic avec le moins d'interruptions possible et de préserver l'intégrité globale du réseau.

Chenaux de navigation : L'écoulement normal de l'eau transporte inévitablement du limon, dont les dépôts doivent être enlevés afin de garder les chenaux à la profondeur autorisée pour la navigation.

Ports : Les ports et terminaux qui pourraient accommoder le transport maritime à courte distance ou servir de noyau dans un réseau multimodal auront besoin d'un ensemble approprié d'installations et d'équipement de chargement et de déchargement, ainsi que de liaisons impeccables avec les modes de transport terrestres.

Ponts et tunnels : Plusieurs ponts et tunnels franchissent les écluses et les chenaux du canal Welland et de la section Montréal-lac Ontario de la Voie maritime, et ils doivent être entretenus de manière à ne pas entraver le trafic.

Contrôle et communications : Les systèmes logistiques actuels dépendent de systèmes électroniques avancés pour le suivi des déplacements et des expéditions en temps réel.

Navires : En plus des vraquiers classiques, il faudra des navires capables de charger, transporter et décharger des cargaisons conteneurisées.

L'ensemble de ces éléments diversifiés constitue un tout intégré, mais chacun présente ses caractéristiques particulières d'investissement, de technologie et d'établissement de calendrier. La planification doit tenir compte des exigences particulières de chaque élément, en prenant soin de les harmoniser avec le réseau global.

OBSERVATION

L'infrastructure établie du réseau GLVMSL doit être gardée en bon état de fonctionnement afin d'assurer le maintien de la sécurité, de l'efficacité, de la fiabilité et de la compétitivité du réseau.

FACTEURS CLÉS

- Tout élément de l'infrastructure du réseau GLVMSL qui est désigné à risque et critique pour le maintien du bon fonctionnement du réseau devrait faire l'objet d'une attention prioritaire.
- L'infrastructure établie du réseau GLVMSL exige des investissements soutenus afin d'assurer sa capacité d'offrir des services de transport fiable pour l'avenir.
- La technologie moderne, en particulier dans des domaines comme le contrôle, devrait servir à maintenir le réseau GLVMSL dans un état qui préserve sa capacité d'adaptation à l'évolution imprévisible des conditions du marché.
- La formulation d'une stratégie à long terme de gestion des biens contribuerait à anticiper les problèmes susceptibles d'affecter l'infrastructure du réseau GLVMSL avant qu'ils ne surviennent, pour ainsi éviter des perturbations qui abaisseraient le niveau général d'efficacité et de fiabilité du réseau.
- Les options d'investissement relativement au réseau exigeraient de tenir compte de nombreux facteurs, comme la planification à long terme, des approches innovatrices du financement, des partenariats entre gouvernements, et la collaboration entre les secteurs public et privé.

Il est évident que les facteurs de l'essor des échanges commerciaux, du resserrement de la capacité, du vieillissement de l'infrastructure de transport et des pressions croissantes visant les terres affectées au transport font partie intégrante de l'environnement maritime. Les écluses, ports, terminaux et autres éléments d'infrastructure du réseau GLVMSL constituent maintenant des composantes cruciales des points de passage du transport nord-américain, et à ce titre, il faut y affecter des investissements et des mécanismes répondant en temps opportun aux forces du marché pour qu'ils puissent continuer à soutenir le commerce intérieur et international du Canada et des É.-U.

Durabilité environnementale

Les facteurs qui précèdent doivent être envisagés dans le cadre de la durabilité environnementale. Dans sa définition la plus simple, la durabilité environnementale désigne la capacité de favoriser la croissance économique sans causer de dommages inacceptables à l'environnement. Par conséquent, les politiques et la planification doivent prendre en compte les conséquences environnementales de l'entretien et de la réparation des écluses, du dragage des chenaux, de la construction de nouvelles installations portuaires, ou de l'introduction de nouveaux navires dans le réseau.

L'écosystème du réseau GLVMSL est vulnérable face aux agresseurs environnementaux présents. Beaucoup de ces agresseurs ne relèvent pas directement de la navigation, et bien qu'il soit important de gérer ou de modifier les agresseurs liés à la navigation, il n'en découlerait pas nécessairement des gains importants en matière de qualité globale de l'environnement, à moins de s'inscrire dans une approche intégrée à des mesures d'autres secteurs économiques.

Comme les exigences de l'exploitation et de l'entretien du réseau GLVMSL mettent en cause certains agresseurs dans les écosystèmes des Grands Lacs et du fleuve Saint-Laurent, ces agresseurs doivent faire l'objet d'une gestion efficace. Des cadres organisationnels et de gouvernance, accompagnés de politiques et de mesures législatives connexes, permettront probablement d'assurer une gestion et un contrôle adéquats des activités liées à la navigation qui ont une incidence négative sur l'environnement. On a consacré des ressources considérables à la recherche et à la planification, mais à l'exception de quelques domaines particuliers touchant les espèces exotiques envahissantes, peu d'initiatives se sont traduites par des changements concrets sur le terrain. Il y aura encore des incidences découlant de travaux planifiés, comme l'entretien de l'infrastructure, le dragage d'entretien et de dépôt des matériaux de dragage, mais il

OBSERVATION

La vitalité et la réussite à long terme du réseau GLVMSL dépendront en partie de sa durabilité, notamment par une réduction accrue des incidences écologiques négatives de la navigation commerciale.

FACTEURS CLÉS

- Le réseau GLVMSL devrait être administré de manière à prévenir l'introduction et la propagation accidentelles d'espèces exotiques envahissantes, et à soutenir les objectifs de programmes conçus pour réduire au minimum ou éliminer l'incidence de ces espèces.
- La stratégie établie de durabilité de la navigation pour le fleuve Saint-Laurent devrait être étendue au bassin des Grands Lacs.
- Le déplacement et la mise en suspension de sédiments découlant de l'expédition maritime ou des opérations liées à la navigation devraient être gérés, en formulant une stratégie pour l'ensemble du réseau GLVMSL relativement aux nombreux défis que présentent les matériaux de dragage, et en recherchant des possibilités de réutilisation valorisante.
- Il faudrait réduire au minimum les émissions des navires, au moyen de nouveaux carburants, de nouvelles technologies, ou de pratiques de navigation différentes.
- Les habitats des îles et des chenaux étroits devraient être protégés des incidences du sillage des navires.
- Nous devons parfaire notre connaissance des incidences sociales, techniques et environnementales de la baisse à long terme des niveaux d'eau dans le contexte de la navigation, et formuler des stratégies d'atténuation.
- Il faudrait améliorer la surveillance à court et à long terme des activités d'atténuation.

est possible de réduire ces incidences au minimum par l'application efficace d'évaluations environnementales, de mesures correctives, de saines stratégies de gestion environnementales et des meilleures pratiques.

Le développement durable ne se limite cependant pas à retenir les options qui ont une incidence minimale sur l'environnement. Dans la perspective la plus élargie, il s'agit de tenter de mettre à profit certains avantages environnementaux du transport maritime par rapport aux modes routier et ferroviaire, à titre de composante d'un réseau intégré de transport qui peut être exploité de manière plus respectueuse de l'environnement. Le transport par voie d'eau offre un rendement énergétique considérablement supérieur à celui des autres modes, et pourrait donc contribuer à réduire les émissions de gaz à effet de serre et autres polluants. De plus, un recours accru au transport par voie d'eau pourrait aider à atténuer la congestion de la circulation routière, et réduire à terme les coûts d'entretien et de réparation des routes.

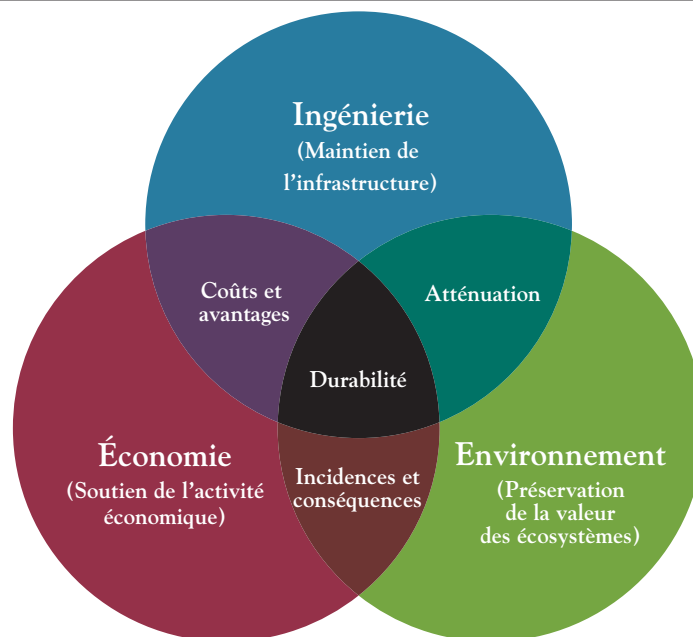
SURVEILLANCE DES PROGRÈS ET RÉUSSITES

La réussite d'initiatives pour assurer l'avenir du réseau GLVMSL repose sur un engagement de la part du gouvernement et de l'industrie, tant au Canada qu'aux É.-U., à l'égard d'objectifs clairement définis et de la surveillance suivie des éléments de progrès et de réussite.

Le Canada et les É.-U. devraient poursuivre leurs efforts de collaboration pour la planification de l'avenir de la navigation commerciale dans le réseau GLVMSL, par l'intermédiaire d'un organisme binational regroupant des représentants gouvernementaux. Cet organisme aurait comme fonction de surveiller les progrès accomplis dans les domaines désignés prioritaires par l'étude GLVMSL. Les deux pays travailleraient en partenariat afin d'énoncer un cadre politique pertinent, de promouvoir les possibilités qu'offre le réseau auprès d'autres intervenants gouvernementaux, et d'assurer une approche intégrée des impératifs distincts de l'économie, de l'environnement et de l'ingénierie. La durabilité ultime du réseau GLVMSL dépend de l'atteinte d'un équilibre viable de ces trois perspectives.

La compréhension issue du savoir des experts ayant contribué à l'étude GLVMSL peut aider à éclairer les décisions prises au Canada et aux É.-U. L'étude a produit des observations et des facteurs clés qu'il faut prendre en compte pour optimiser les opérations et l'entretien du réseau GLVMSL, et s'assurer qu'il reste au service de l'économie nord-américaine pour les 50 prochaines années.

INTEGRATION DE TROIS PERSPECTIVES



CHAPITRE 8

Conclusion

Le réseau des Grands Lacs et de la Voie maritime du Saint-Laurent peut continuer de jouer un rôle crucial dans l'économie de l'Amérique du Nord, à la fois par le soutien d'industries stratégiques, et par le transport des nouvelles cargaisons en conteneurs qui dominent dans les échanges économiques mondiaux. L'avenir du réseau dépend toutefois de sa fiabilité. L'étude a cerné des thèmes justifiant des travaux futurs.

La réussite reposera cependant sur l'atteinte d'un équilibre des perspectives économique, environnementale et d'ingénierie, et sur l'obtention d'une collaboration active des nombreux ministères, organismes et intervenants s'intéressant à l'avenir de la région.

Le réseau des Grands Lacs et de la Voie maritime du Saint-Laurent (GLVMSL) a joué un rôle crucial dans l'évolution économique de l'Amérique du Nord. Même avant l'achèvement du réseau dans la forme que nous connaissons aujourd'hui, le fleuve Saint-Laurent et les Grands Lacs constituaient une autoroute naturelle vers le cœur du continent. Pendant le dernier demi-siècle, le réseau GLVMSL a soutenu des industries stratégiques comme le fer, l'acier et l'énergie, pierres angulaires de la prospérité nord-américaine, et tout indique que ce rôle restera essentiel pour l'avenir prévisible.

La prospérité soutenue de l'Amérique du Nord dépend également de sa participation active aux marchés internationaux. Le Canada et les États-Unis doivent relever les défis que pose l'évolution rapide de la dynamique du commerce mondial. Les tendances internationales du commerce indiquent à la fois des hausses de volumes et des changements de direction. Dans ce contexte également, le réseau GLVMSL peut remplir une fonction importante, pour transporter le trafic en conteneurs qui domine l'expédition maritime mondiale et le diriger vers les nouveaux trajets qui émergent, alors que les milieux commerciaux recherchent des solutions de remplacement aux trajets classiques congestionnés. Situé dans le cœur industriel de l'Amérique du Nord, le réseau GLVMSL a des liens avec tous les grands ports d'entrée du continent, et peut donc jouer un rôle clé dans les flux émergents des échanges commerciaux.

Le réseau GLVMSL peut donc remplir une double fonction : il peut continuer de fournir un service essentiel aux secteurs manufacturier, des ressources et des services de l'Amérique du Nord, et il peut prendre une place croissante dans le transport du nouveau trafic de conteneurs qui arrive dans la région et la traverse. Les grandes industries se tournent vers le réseau GLVMSL pour ces deux fonctions parce que le transport par voie maritime leur offre des économies considérables. Si le réseau n'était pas disponible, elles éprouveraient de la difficulté à intégrer ce trafic à des réseaux routier et ferroviaire déjà congestionnés. De plus, les conséquences environnementales d'un tel transfert seraient beaucoup plus graves que les incidences de l'exploitation de la voie navigable.

Afin de satisfaire les besoins régionaux de transport, le réseau GLVMSL devra offrir une intégration multimodale, de l'adaptabilité et des coûts concurrentiels. Toutefois, le facteur primordial en conclusion de l'étude GLVMSL est que le réseau devra assurer la fiabilité. Il faudra pour cela adopter une stratégie d'exploitation et d'entretien qui anticipe les problèmes éventuels et les règle avant qu'ils n'interrompent le flux du trafic. Avec le rythme rapide de l'économie actuelle, les interruptions de service imprévues n'ont pas leur place.




La planification doit assurer au réseau GLVMSL une capacité fluide et adaptable dans un cadre politique stable et un climat d'investissement en mesure de soutenir des investissements stratégiques opportuns dans la capacité du réseau, tout en améliorant la fiabilité et le niveau de service. De plus, il faudra du même souffle atténuer les préoccupations relatives à la gestion environnementale, qui posent des défis à l'industrie de l'expédition maritime.

Le tout constitue une entreprise ambitieuse. L'étude GLVMSL a représenté un effort prodigieux pour un partenariat de sept ministères et organismes. Toutefois, ses recommandations d'ordre général doivent maintenant se traduire en mesures spécifiques. Il faudra pour cela un engagement envers la mise en œuvre similaire au protocole de coopération qui a amorcé le processus courant. Tout comme ils ont dirigé l'effort initial, les deux gouvernements devront donner suite à l'élan actuel pour encadrer des mesures futures définies dans le même esprit de collaboration.

Tous les partenaires initiaux ont des intérêts et un rôle à jouer dans le maintien de la viabilité économique du réseau, la préservation de son infrastructure matérielle et l'assurance de sa durabilité environnementale future. Néanmoins, au bout du compte, la réussite à long terme dépendra non seulement de la participation des sept ministères et organismes originaux, mais aussi de l'implication des industries, des organismes sans but lucratif et des intervenants intéressés à l'avenir de la région.

Les participants et intervenants réussiront s'ils arrivent à intégrer les trois perspectives de l'ingénierie, de l'économie et de l'environnement. Ce n'est qu'en trouvant un équilibre entre ces trois impératifs divergents qu'il sera possible de maintenir une navigation commerciale réellement viable dans le bassin des Grands Lacs et le fleuve Saint-Laurent, et de laisser un héritage positif et durable aux générations futures.



*L'étude des Grands Lacs et de la Voie maritime du Saint-Laurent
est une initiative conjointe du Canada et des États-Unis
pour évaluer les besoins d'infrastructure du réseau
des Grands Lacs et de la Voie maritime du Saint-Laurent,
en particulier les incidences économiques,
environnementales et d'ingénierie de ces besoins
sur la navigation commerciale.*



Transports Canada
U.S. Army Corps of Engineers
Department of Transportation (États-Unis)
Corporation de gestion de la Voie maritime du Saint-Laurent
Saint Lawrence Seaway Development Corporation
Environnement Canada
U.S. Fish and Wildlife Service

