



Analyse internationale des stratégies
de développement des axes fluvio-maritimes :
mieux positionner le système Saint-Laurent

**SOCIOÉCONOMIE
DES TRANSPORTS**



**ÉTUDES ET RECHERCHES
EN TRANSPORT**

**ANALYSE INTERNATIONALE DES STRATÉGIES DE
DÉVELOPPEMENT DES AXES FLUVIO-MARITIMES :
MIEUX POSITIONNER LE SYSTÈME SAINT-LAURENT**

Claude Comtois et Brian Slack
Centre interuniversitaire de recherche
sur les réseaux d'entreprise, la logistique et les transports
Université de Montréal

Réalisé pour le compte du ministère des Transports du Québec

Mai 2010

La présente étude a été réalisée à la demande du ministère des Transports du Québec et a été financée par la Direction de l'environnement et de la recherche.

Les opinions exprimées dans cette étude reflètent le point de vue de leurs auteurs et n'engagent aucunement le ministère des Transports du Québec.

Toute référence à une loi ou à un règlement n'est présentée qu'à titre indicatif et ne doit en aucun cas être invoquée pour justifier des actions ou des décisions. Le lecteur est invité à se référer à la version officielle des textes légaux ou réglementaires en vigueur.

Collaborateurs

Michel Dignard, Secrétariat au transport maritime et à la mise en valeur du Saint-Laurent, ministère des Transports du Québec, tél. : 418 644-2908, poste 2248.

Jean-François Cappuccilli, Magali Amiel, Rachel Desrochers, Caroline Denis, Mylène Gagné, Marie-Ève Julien-Denis, Martine Verdy, Pascale Bourbonnais, Émilie Dufour, Département de géographie, Université de Montréal.

Michael Allison, Département de géographie, Université Concordia.

Emmanuel Guy, Chaire de recherche en transport maritime, Département des sciences de la gestion, Université du Québec à Rimouski.

Comité de lecture (décembre 2009)

Pierre Beaudoin, Bureau de la Porte continentale et du Corridor de commerce Ontario-Québec, ministère des Transports du Québec.

Touhami Rachid Raffa, Secrétariat au transport maritime et à la mise en valeur du Saint-Laurent, ministère des Transports du Québec.

Marc André Lavigne, Coordination et conseils en politique, Transports Canada

Caroline Chabot, Direction de la recherche et de l'environnement, ministère des Transports du Québec.

Anthony Kish, Société de développement économique du Saint-Laurent.

France-Serge Julien, Service de la modélisation des systèmes de transport, ministère des Transports du Québec.

Soucieux de protéger l'environnement, le ministère des Transports du Québec favorise l'utilisation de papier fabriqué à partir de fibres recyclées pour la production de ses imprimés et encourage le téléchargement de cette publication.

Imprimé sur du papier Rolland Enviro100 contenant 100 % de fibres recyclées postconsommation, certifié Éco-Logo, procédé sans chlore, FSC recyclé et fabriqué à partir d'énergie biogaz.



100 %



© Université de Montréal, 2010

ISBN 978-2-550-62443-1 (imprimé)

ISBN 978-2-550-62442-4 (PDF)

Dépôt légal – 2011

Bibliothèque et Archives nationales du Québec

Bibliothèque et Archives Canada

Tous droits réservés. La reproduction de ce document par procédé mécanique ou électronique, y compris la microreproduction, et sa traduction, même partielles sont interdites sans l'autorisation écrite des Publications du Québec.

Titre et sous-titre du rapport Analyse internationale des stratégies de développement des axes fluvio-maritimes : mieux positionner le système Saint-Laurent	N° du rapport Transports Québec RTQ-11-01	
Titre du projet de recherche Analyse internationale des stratégies de développement des axes fluvio-maritimes : mieux positionner le système Saint-Laurent	Date de publication du rapport (Année – Mois) 2011-11	N° de projet ou dossier R590.1
Responsable de recherche Claude Comtois, Ph. D, Université de Montréal	N° du contrat (RRDD-AA-CCXX) 4502-07-RJ01	Date de début de la recherche Août 2007
Auteur(s) du rapport Claude Comtois et Brian Slack	Date de fin de la recherche Mai 2010	
Chargé de projet, direction Michel Dignard, Direction du transport maritime, aérien et ferroviaire (DGPST)	Coût total de l'étude 150 000 \$	
Étude ou recherche réalisée par (nom et adresse de l'organisme) Université de Montréal Département de géographie C.P. 6128, succursale Centre-ville Montréal (Québec) H3C 3J7	Étude ou recherche financée par (nom et adresse de l'organisme) <i>Préciser DER ou autre direction du MTQ</i> Direction de l'environnement et de la recherche Ministère des Transports 930, chemin Ste-Foy, 6^e étage Québec (Québec) G1S 4X9	
Problématique Dans le contexte d'une économie mondialisée, le transport maritime est un préalable à la prospérité économique. Les États et les entreprises élaborent et mettent en œuvre des stratégies de soutien ou de développement dans ce domaine, avec plus ou moins de succès. Certaines de ces stratégies publiques ou privées sont plus efficaces, d'autres moins. Au moment où les gouvernements et l'industrie s'interrogent sur les priorités d'investissement à établir pour le corridor de commerce Québec-Ontario, il y a lieu de s'interroger sur les résultats de l'approche retenue par les pouvoirs publics et le secteur privé en matière de stratégie de développement. La nécessité d'optimiser la position concurrentielle du corridor du Saint-Laurent et du système Saint-Laurent–Grands Lacs tout en tenant compte des enjeux de planification des transports et de développement durable est la problématique qui motive ce projet de recherche.		
Objectifs Ce projet vise à alimenter la réflexion et le positionnement des agents publics et privés dans le développement du corridor du Saint-Laurent, en leur permettant de se situer sur l'échelle des meilleures stratégies et pratiques internationales de développement des axes fluvio-maritimes, et en recommandant les ajustements requis aux pratiques actuelles.		

Méthodologie

1. Après avoir déterminé des axes fluvio-maritimes comparables à celui du système Saint-Laurent, décrire les principales stratégies publiques et privées en vigueur au regard de ces corridors.
2. Analyser et comparer l'ensemble de ces stratégies dans le but de mettre en lumière les meilleures pratiques publiques ou privées de développement des axes fluvio-maritimes.
3. Nuancer les comparaisons, décrire les caractéristiques et conditions physiques, environnementales et commerciales de ces axes fluviomaritimes.
4. Déterminer et justifier les modifications devant être apportées aux stratégies publiques ou privées concernant le développement du corridor du système Saint-Laurent, ainsi que les modalités d'implantation à préconiser.

Résultats et recommandations

Constats

Tous les corridors fluviaux étudiés (Saint-Laurent, Yangtze, Mississippi et Rhin) souffrent à divers degrés de dégradations environnementales, de problèmes de profondeur d'eau, d'un retard dans les investissements en infrastructures et dans la flotte, et de problèmes de gouvernance.

Recommandations

Les meilleures pratiques consistent à :

- Adapter plus rapidement l'aménagement du territoire, les infrastructures et la flotte aux nouvelles réalités du marché.
- Réduire le décalage entre gouvernance publique et stratégies d'entreprises
- Diversifier les marchés (domination du vrac).
- Développer des zones franches et des pôles logistiques.
- Accentuer la libéralisation du commerce.
- Réduire l'intervention publique dans les relations de travail.
- Accroître le rôle des municipalités.
- Regrouper les ports en entités régionales.
- Mettre en place des mesures de compensation environnementale.

Mots-clés

Transport fluvial

Nombre de pages

295

Nombre de références bibliographiques

105

Langue du document

Français

Anglais

Autre (spécifier) :

SOMMAIRE

Plusieurs visions d'aménagement ont été proposées afin de renforcer le rôle et la fonction des fleuves en tant qu'agents de développement économique. Le plus récent modèle concerne les corridors de commerce. L'objectif du modèle consiste à intégrer le système fluvial à un réseau de transport multimodal dans le but d'améliorer l'accès au marché, la fluidité des échanges commerciaux et le maillage industriel. L'objectif de la présente recherche consiste à faire ressortir les meilleures pratiques qui sont appliquées à l'échelle internationale en matière d'aménagement des fleuves afin d'inspirer les agents publics et privés dont les décisions influencent le positionnement concurrentiel du système Saint-Laurent. Cela met en évidence une série d'enjeux qui sont à l'origine de cette analyse. Comment les conditions environnementales influencent-elles la navigation commerciale? Dans quelle mesure les ports fluviaux et les flottes répondent-ils aux besoins de capacité de l'industrie du transport? Comment le trafic fluvial évolue-t-il sur le plan du partage modal, de produits transportés et d'aires de marché? Comment les modes de gouvernance influencent-ils les activités de planification, d'exploitation et d'organisation des systèmes de transport fluvio-maritime? Et comment les systèmes de transport fluvio-maritime sont-ils structurés pour répondre aux changements imposés par la mondialisation de l'économie?

Pour répondre à ces questions, nous avons comparé le système Saint-Laurent avec trois grands axes fluvio-maritimes : le système Mississippi-Missouri en Amérique du Nord, le Yangtze en Chine et le Rhin en Europe. Nous avons entrepris des enquêtes de terrain à l'échelle internationale, soutenues par un examen de la littérature scientifique, de publications professionnelles, de rapports de consultants, de documents de gouvernements et d'agences internationales. Nous avons mené des entrevues auprès d'une quarantaine de gestionnaires, fonctionnaires, utilisateurs et spécialistes de ces fleuves au Canada, aux États-Unis, en Europe de l'Ouest et en Chine. Les résultats de notre étude couvrent six volets.

Les conditions environnementales des fleuves

La navigation maritime est de loin le mode de transport le plus écologique. Cet avantage environnemental doit être intégré à la comptabilité économique des coûts de transport. Mais la navigation fluviale se déroule au sein d'écosystèmes fragiles. Le transport fluvial donne naissance à quelques problèmes environnementaux, dont la perturbation des habitats aquatiques, l'érosion côtière et la pollution atmosphérique. Mais la contribution directe de la navigation maritime à la détérioration de l'environnement demeure faible en comparaison des activités agricoles, urbaines et industrielles. Notre étude démontre que tous les fleuves sont touchés par les changements climatiques, les variations de niveaux d'eau, les accidents maritimes et les émissions atmosphériques. Ces défis peuvent avoir un impact sur le transport fluvial et doivent être pris en considération dans le développement d'activités viables le

long des corridors fluvio-maritimes. Les meilleures pratiques sont fondées sur les mesures de protection écologique, les mesures de compensation et la limitation des émissions de combustibles fossiles. Le Québec exerce un leadership reconnu sur le plan de la gestion écologique du fleuve Saint-Laurent avec sa Politique nationale de l'eau et sa gestion des bassins versants. Mais la maîtrise des conséquences environnementales représentera vraisemblablement le plus important facteur de coûts des projets de développement du transport fluvio-maritime sur le Saint-Laurent.

Les infrastructures fluviales

Les transports maritimes sont indispensables à l'activité économique du globe. Les composantes physiques des fleuves comprennent les voies navigables, les infrastructures portuaires et les flottes. L'examen des infrastructures actuelles du Saint-Laurent, du Mississippi, du Rhin et du Yangtze révèle une coexistence difficile entre différents types de ports, une insuffisance de navigabilité, une dégradation de l'environnement construit et un vieillissement des flottes. Mais l'abandon de ces instruments de transport qui soutiennent les réseaux fluvio-maritimes représente un immense gaspillage, car la plupart de ces équipements de grande valeur constituent d'importants investissements en capitaux déjà amortis. L'entretien, la modernisation et l'adaptation des réseaux fluvio-maritimes permettent de répondre aux demandes de capacité, de fluidité et de fiabilité imposées par l'industrie du transport. Les principaux défis résident dans la capacité des systèmes de s'adapter à la croissance des trafics, à l'émergence de nouveaux types de trafic et à la concurrence des modes de transport terrestre. Le système Saint-Laurent–Grands Lacs fait face à d'importantes contraintes qui freinent la fluidité du réseau et son adaptation à de nouveaux trafics. Ces contraintes concernent la fluctuation des profondeurs d'eau, la fermeture saisonnière et partielle de la Voie maritime, la réglementation sur le cabotage et l'âge moyen de la flotte qui représente un risque pour la sécurité et la sûreté des approvisionnements. Notre étude comparative à l'échelle internationale révèle que l'augmentation du potentiel du transport fluvio-maritime repose sur l'utilisation de meilleurs outils de gestion, le développement de systèmes de transport remorqueurs-barges et l'accroissement de la polyvalence des navires traversiers.

Les marchés fluvio-maritimes

Les processus de mondialisation ont favorisé l'apparition d'un marché du transport extrêmement concurrentiel. Les transactions commerciales exigent un effort d'adaptation des moyens d'acheminement, des routes et des relais. Les infrastructures fluvio-maritimes doivent s'adapter aux exigences propres aux différents types de marchandises (vrac, conteneurs, autres) et à leurs fonctions (transit, industriel, marché océanique). Notre étude démontre que le transport fluvial se consacre de façon dominante aux chaînes de transport de marchandises en vrac. Mais la croissance du trafic de vrac dépend largement de facteurs économiques d'offre et de demande à l'échelle planétaire, qui

touchent les industries de production de matières premières et de fabrication. L'analyse des nouvelles perspectives de marché pour le transport fluvial révèle que, même en considérant les coûts externes, il y a peu de chances de voir s'effectuer un transfert modal de la route ou du rail vers le fleuve. Le transport fluvial doit donc développer de nouveaux créneaux de marché mettant en valeur la capacité des voies navigables, la massification des flux et le transport de nouveaux types de vrac peu exigeants quant au temps de transit et de livraison. L'analyse empirique du trafic sur le système Saint-Laurent démontre que, si rien n'est fait, le transport de vrac demeurera la principale caractéristique du réseau en raison de l'inadéquation des installations portuaires et de la flotte pour ce qui est de manutentionner le trafic de produits qui ne sont pas expédiés en vrac ainsi que de la forte concurrence du transport routier. Notre analyse permet toutefois de cibler trois marchés où le transport fluvio-maritime dispose d'avantages comparatifs : les produits lourds, le néo-vmrac et les conteneurs. Notre étude comparative à l'échelle internationale révèle deux pratiques qui permettent aux systèmes de transport fluvio-maritime de répondre à ces impératifs de changements : la création de zones franches et l'établissement de pôles logistiques.

La gouvernance des systèmes de transport fluvio-maritime

Les systèmes de transport fluvio-maritime regroupent des intervenants publics et privés. Les voies navigables sont de propriété publique, alors que les grands armements sont de propriété privée. La propriété et la gestion des infrastructures portuaires reposent sur une variété de combinaisons publiques-privées. La gouvernance concerne les mécanismes qui régissent les relations entre ces acteurs pour le contrôle et le développement des systèmes de transport fluvio-maritime. Tous les fleuves sont gouvernés par une multitude d'autorités, un décalage grandissant entre les politiques publiques et les stratégies d'entreprises d'acheminement du fret fluvial ainsi que par un morcellement des problèmes de transport fluvio-maritime en phénomènes locaux et particuliers. Le système de transport fluvio-maritime du Saint-Laurent est caractérisé par un morcellement administratif et politique en matière de planification et de coordination des activités liées au transport fluvio-maritime de fret. Les travaux du Conseil du Corridor Saint-Laurent-Grands Lacs ne permettront pas de transformer le fleuve en axe prioritaire de transport, mais donneront plutôt naissance à une liste de projets, souvent cloisonnés, préservant au mieux les intérêts des « parties prenantes ». Malgré cette constatation, nous croyons que les interventions publiques continuent de jouer un rôle majeur dans la mise en valeur des systèmes fluvio-maritimes dans les domaines de la sécurité, de la sûreté et de l'environnement. Les expériences les plus innovatrices pour répondre aux défis de gouvernance reposent sur un élargissement des politiques de libre-échange économique, sur une réduction de l'arbitrage public dans les relations de travail, sur un rôle accru pour les municipalités et sur un regroupement portuaire.

Les grands systèmes de transport fluvio-maritime

Un système de transport fluvio-maritime combine des infrastructures physiques et non physiques. L'infrastructure physique comprend le transport, les réseaux de télécommunications et les installations. L'infrastructure non physique comprend le capital, les connaissances, la main-d'œuvre et les ressources appliquées aux réseaux physiques, y compris la capacité de rédiger un contrat de transport et aussi de négocier des accords de transfert dans les structures légales, financières et politiques propres aux différentes régions du monde. La puissance d'un système de transport fluvio-maritime repose sur un marché de grande taille relié à un vaste arrière-pays par un système de transport multimodal dont la résilience dépend d'une utilisation croissante de la voie d'eau. Trois obstacles freinent le développement du système de transport fluvio-maritime du Saint-Laurent. Le système Saint-Laurent ne dispose pas de densités démographiques et de grands centres urbains assez puissants pour générer des échanges intensifs entre grands foyers de populations, d'activités et de richesses. Une analyse de l'ensemble du système fluvio-maritime Saint-Laurent–Grands Lacs démontre l'existence de trois réseaux distincts qui ne forment pas un corridor structurant. La croissance du fret sur le système Saint-Laurent est certes de plus en plus inscrite dans les réseaux logistiques globaux, mais la plupart des intervenants, avec quelques exceptions notables, sont internationaux. Sur le système Saint-Laurent, il sera difficile de trouver un intervenant disposé à prendre le risque commercial de développer un nouveau service maritime utilisant de nouveaux navires, et ce, en raison de la faiblesse de la taille du marché laurentien. Nos enquêtes à l'échelle internationale démontrent que le succès des systèmes de transport fluvio-maritime réside dans leur capacité d'innover et d'adapter de façon continue leurs infrastructures aux cycles économiques, aux changements environnementaux et aux transformations des autres modes de transport.

L'application au système Saint-Laurent

Une comparaison internationale des grands axes fluvio-maritimes révèle que le système Saint-Laurent est une voie navigable privilégiée, mais qui est sous-utilisée et sous-développée pour exercer son plein potentiel quant au transport des marchandises.

D'importants progrès ont été réalisés sur le plan environnemental. On est toutefois forcé de reconnaître qu'il existe encore d'importantes lacunes en matière de connaissances, de lois et de pratiques à cet égard. L'enjeu le plus reconnu concerne l'adoption de pratiques d'aménagement compatibles avec l'équilibre des écosystèmes fluviaux.

Les entrevues en profondeur menées au Québec et ailleurs dans le monde révèlent que la fiabilité des réseaux logistiques et la fluidité des trafics fluviaux sont liées à la résilience des infrastructures des voies navigables. L'innovation

demeure le facteur clé de la création d'un puissant système de transport fluvio-maritime.

Le système Saint-Laurent est affecté au transport de vrac. Le développement du marché du transport fluvio-maritime ne repose pas sur un transfert de fret des autres modes de transport, mais davantage sur un soutien au transport fluvial. La voie fluviale possède d'importants avantages concurrentiels en ce qui concerne la quête de nouveaux marchés. Dans ce contexte, il importe de souligner que le gouvernement du Québec dispose d'importants outils pour renforcer le transport maritime sur courte distance.

Sur le plan de la gouvernance, les fleuves font face à un foisonnement institutionnel et à d'importants bouleversements quant à la direction des interventions publiques et à l'évolution des plans d'affaires qui obligent à repenser l'organisation des espaces fluvio-maritimes. Plusieurs modèles ont été proposés afin de renforcer le rôle et la fonction des fleuves en tant qu'agents de développement économique. Le plus récent consiste à adopter le modèle de corridors de commerce. Notre étude démontre plutôt que la mise en œuvre de scénarios politiques et stratégiques pour attirer des investissements repose davantage sur le fleuve en tant que moyen et modèle de développement. Les conditions contemporaines qui définissent les puissants systèmes de transport fluvio-maritime devraient mener le Québec à la construction d'entités portuaires régionales et à la création de nouvelles synergies entre les municipalités et l'industrie maritime du Saint-Laurent.

Les résultats contenus dans ce rapport révèlent le dynamisme des stratégies de développement des systèmes fluvio-maritimes. Plusieurs de ces stratégies peuvent exercer une influence sur le système Grands-Lacs–Saint-Laurent. Aussi avancées que soient certaines de ces stratégies, la recherche et la réflexion sur les stratégies de développement des grands axes fluvio-maritimes doivent se poursuivre. Conséquemment, plusieurs documents (chapitres de livres, articles scientifiques, compte-rendus de conférence, rapports de recherche, thèses, mémoires et travaux dirigés) qui rendent compte de cette évolution concernant l'environnement, les infrastructures, les marchés et la gouvernance des axes fluvio-maritimes peuvent être consultés au site : http://www.geog.umontreal.ca/transport_maritime.

TABLE DES MATIÈRES

SOMMAIRE	5
1. INTRODUCTION	16
1.1. LE CORRIDOR SAINT-LAURENT	16
1.2. UN AXE DE TRANSPORT ESSENTIEL, MAIS SOUS-UTILISÉ	16
1.3. LES MODÈLES D'AMÉNAGEMENT DES SYSTÈMES FLUVIO-MARITIMES	18
1.4. LES INITIATIVES ET AVANCÉES DU QUÉBEC SUR LE SAINT-LAURENT	19
1.5. LE CONTEXTE DE L'ÉTUDE	20
1.6. LE MANDAT	23
1.7. LE QUESTIONNEMENT	23
1.8. LA MÉTHODOLOGIE	24
1.9. LE PLAN DU RAPPORT	27
1.10. LE FINANCEMENT	28
2. L'ENVIRONNEMENT FLUVIAL	30
2.1. INTRODUCTION	30
2.2. LES PRINCIPAUX IMPACTS ENVIRONNEMENTAUX DU TRANSPORT FLUVIAL	31
2.2.1. <i>La transformation des caractéristiques naturelles des fleuves</i>	31
2.2.2. <i>La production d'externalités environnementales négatives</i>	32
2.3. LES DÉFIS DE CONCURRENCE ENVIRONNEMENTALE DU TRANSPORT FLUVIAL	33
2.3.1. <i>Les changements climatiques</i>	33
2.3.2. <i>Les variations des niveaux d'eau</i>	33
2.3.3. <i>Les accidents maritimes</i>	36
2.3.4. <i>Les émissions atmosphériques</i>	38
2.4. LES PRATIQUES ÉMERGENTES DE COMPATIBILITÉ DE L'ENVIRONNEMENT ET DU TRANSPORT FLUVIAL	40
2.4.1. <i>Les mesures de protection écologique</i>	40
2.4.2. <i>Les mesures de compensation environnementale</i>	44
2.4.3. <i>La limitation des émissions polluantes</i>	45
2.5. CONCLUSION	45
3. LES INFRASTRUCTURES FLUVIALES	48
3.1. INTRODUCTION	48
3.2. LES PRINCIPALES CONSTATATIONS RELATIVES AUX INFRASTRUCTURES DE TRANSPORT FLUVIAL	48
3.2.1. <i>Un large éventail d'infrastructures portuaires</i>	49
3.2.2. <i>La dégradation de l'environnement construit</i>	53
3.2.3. <i>Les limites imposées par les tirants d'eau</i>	55
3.2.4. <i>Le vieillissement des flottes fluviales</i>	55
3.3. LES DÉFIS DE CONCURRENCE DU TRANSPORT FLUVIAL	61
3.3.1. <i>L'adaptation à la croissance des trafics</i>	61
3.3.2. <i>Les problèmes de capacité liés aux trafics conteneurisés</i>	63
3.3.3. <i>La concurrence des modes de transport terrestre</i>	63
3.4. LES PRATIQUES ÉMERGENTES DE MODERNISATION DES INFRASTRUCTURES FLUVIALES	64
3.4.1. <i>La nécessaire utilisation des technologies informatiques</i>	64

3.4.2. L'utilisation de systèmes remorqueurs-barges.....	65
3.4.3. Un rôle accru pour les services de traversiers.....	65
3.5. CONCLUSION	66
4. LES MARCHÉS DU TRANSPORT FLUVIAL.....	68
4.1. INTRODUCTION.....	68
4.2. LE TRAFIC FLUVIAL.....	68
4.2.1. La prédominance du transport de vrac.....	69
4.2.2. Un trafic plus déterminé que déterminant	69
4.2.3. Une baisse des parts de marché.....	72
4.3. LES DOMAINES DE COMPÉTITIVITÉ DU TRANSPORT FLUVIO-MARITIME	75
4.3.1. Le segment des produits lourds	75
4.3.2. Le marché du néo-vrac.....	75
4.3.3. Le difficile marché du transport de conteneurs	76
4.4. LES PRATIQUES DE RENFORCEMENT DU TRANSPORT FLUVIAL DE MARCHANDISES.....	79
4.4.1. L'apport des zones franches	79
4.4.2. L'établissement de pôles logistiques.....	80
4.5. CONCLUSION	81
5. LA GOUVERNANCE DES SYSTÈMES DE TRANSPORT FLUVIO- MARITIMES.....	82
5.1. INTRODUCTION.....	82
5.2. LES TRANSFORMATIONS DE LA GOUVERNANCE DES SYSTÈMES DE TRANSPORT FLUVIAL	82
5.2.1. Décalage entre politiques publiques et stratégies d'entreprises.....	82
5.2.2. Une multiplication du nombre d'intervenants	84
5.2.3. Morcellement des problèmes de transport fluvio-maritime	85
5.3. LES DÉFIS DE GOUVERNANCE DES SYSTÈMES DE TRANSPORT FLUVIAL ...	86
5.3.1. Le rôle des gouvernements en sécurité	86
5.3.2. Le rôle des gouvernements en sûreté.....	87
5.3.3. Le rôle des gouvernements en environnement.....	88
5.4. LES EXPÉRIENCES INNOVATRICES DE GOUVERNANCE DES SYSTÈMES DE TRANSPORT FLUVIAL	89
5.4.1. Un élargissement des politiques de libre-échange.....	89
5.4.2. La réduction de l'arbitrage public dans les relations de travail.....	90
5.4.3. Un rôle accru pour la société civile locale	90
5.4.4. Une vision large des défis environnementaux.....	91
5.4.5. Un rôle accru pour les municipalités	91
5.4.6. Un nouveau partage des responsabilités financières	92
5.4.7. Regroupement portuaire.....	93
5.5. CONCLUSION	93
6. LES GRANDS SYSTÈMES DE TRANSPORT FLUVIO- MARITIME	94
6.1. INTRODUCTION.....	94
6.2. LES COMPOSANTES D'UN PUISSANT SYSTÈME DE TRANSPORT FLUVIAL... 	94
6.2.1. Un réseau de métropoles actives.....	94
6.2.2. Des centres de transactions maritimes	95
6.2.3. Des interfaces majeures de transport	95

6.2.4. Une synergie intermodale.....	96
6.2.5. L'abaissement des barrières tarifaires	96
6.3. LA DIMENSION CONCURRENTIELLE DES GRANDS SYSTÈMES DE TRANSPORT FLUVIO-MARITIME	97
6.3.1. Répondre aux exigences du transport durable	97
6.3.2. S'inscrire dans la mouvance du transport océanique	97
6.3.3. Offrir un service porte-à-porte	98
6.3.4. Exercer une fonction de monopole.....	98
6.3.5. Assurer une fréquence de services réguliers.....	99
6.4. LES PRATIQUES DE VALORISATION DES GRANDS SYSTÈMES DE TRANSPORT FLUVIO-MARITIME	101
6.4.1. Politique d'élargissement des marchés.....	101
6.4.2. Intervention gouvernementale dans l'amélioration des conditions de navigation	101
6.5. CONCLUSION	102
7. LE DÉVELOPPEMENT DU SYSTÈME DE TRANSPORT FLUVIO- MARITIME DU SAINT-LAURENT : BILAN ET RECOMMANDATIONS.....	104
7.1. INTRODUCTION	104
7.2. LES CONDITIONS ENVIRONNEMENTALES.....	104
7.2.1. Faits saillants.....	104
7.2.2. Recommandations.....	105
7.3. LES INFRASTRUCTURES FLUVIO-MARITIMES	107
7.3.1. Faits saillants.....	107
7.3.2. Recommandations.....	109
7.4. LES CONDITIONS DE MARCHÉ DU TRANSPORT FLUVIO-MARITIME	110
7.4.1. Faits saillants.....	110
7.4.2. Recommandations.....	111
7.5. LA GOUVERNANCE DES SYSTÈMES DE TRANSPORT FLUVIO-MARITIME ...	112
7.5.1. Faits saillants.....	112
7.5.2. Recommandations.....	113
7.6. LES GRANDS SYSTÈMES DE TRANSPORT FLUVIO-MARITIME.....	115
7.6.1. Faits saillants.....	115
7.6.2. Recommandations.....	116
8. CONCLUSION	118
9. BIBLIOGRAPHIE.....	120

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1	Géographie physique du Saint-Laurent, du Mississippi, du Rhin et du Yangtze, 2010	25
Tableau 2	Baisse des rejets dans les eaux du Rhin, 1985-2000	42
Tableau 3	Principaux exploitants des flottes de la Voie maritime du Saint-Laurent et des Grands Lacs, 2007	57
Tableau 4	Profil de la flotte de la Voie maritime du Saint-Laurent et des Grands Lacs, 2006	58
Tableau 5	Évolution des flottes nationales d'automoteurs et de barges sur le Rhin, 2002-2005	65
Tableau 6	Types de fret manutentionnés dans les ports du Mississippi, 1994-2004 (milliers de tonnes courtes)	70
Tableau 7	Types de fret manutentionnés dans les ports du Yangtze, 2007	70
Tableau 8	Types de fret manutentionnés dans les ports du Saint-Laurent, 1994-2004	71
Tableau 9	Performance du transport de fret en Chine, 1990-2005 (100 millions de tonnes-kilomètres)	72
Tableau 10	Volume de transport de fret en Chine, 1990-2005	72
Tableau 11	Performance du transport de fret intérieur aux États-Unis, 1996-2005 (milliards de tonnes-kilomètres)	74
Tableau 12	Trafic portuaire du système Saint-Laurent, 1994-2004 (milliers de tonnes)	74
Tableau 13	Répartition géographique des compagnies de transport fluvial de conteneurs sur le Rhin, 2005	78
Tableau 14	Évolution des aires de marché des ports du Saint-Laurent, 1994-2004	214
Tableau 15	Trafic sur la Voie maritime du Saint-Laurent, 1965-2006	218
Tableau 16	Évolution des aires de marché des ports des Grands Lacs du Canada, 1995-2005	219
Tableau 17	Évolution des aires de marché des ports des Grands Lacs des États-Unis, 1994-2004 (tonnes courtes)	219
Tableau 18	Trafic intérieur des ports du Mississippi, 1994-2004 (milliers de tonnes courtes)	221
Tableau 19	Évolution des aires de marché des ports de South Louisiana, de La Nouvelle-Orléans, de Baton Rouge et de Plaquemines, 1994-2004 (milliers de tonnes courtes)	222
Tableau 20	Trafic fluvial des pays du système rhénan, 1994-2004	226
Tableau 21	Longueur des routes de transport en Chine, 1990-2005	228
Tableau 22	Types de fret manutentionnés dans les ports des Grands Lacs au Canada, 2005	238
Tableau 23	Types de fret manutentionnés dans les ports des Grands Lacs aux États-Unis, 1994-2004	239

LISTE DES FIGURES

Figure 1	Dommmages causés par les inondations aux États-Unis, 1934-2001.....	37
Figure 2	Variation du nombre d'espèces et du taux d'oxygénation du Rhin, 1900-2000	43
Figure 3	Profil des navires sur les systèmes Saint-Laurent–Grands Lacs et Mississippi, 2010	60
Figure 4	Profil des navires sur les systèmes Yangtze et Rhin, 2010	62
Figure 5	Partage modal du transport de marchandises en Europe, 1995-2010 .	73
Figure 6	La direction des flux maritimes des ports du Saint-Laurent, 1994-2004	215
Figure 7	Production d'acier en Chine, 1996-2007	245

LISTE DES CARTES

Carte 1	Les corridors de commerce d'Amérique du Nord, 2010.....	21
Carte 2	Perte d'habitats fluviaux à Lisbon Bottom, Mississippi, 1879-1978	35
Carte 3	Quantité de NO _x émise par le transport sur le Mississippi, 1997	39
Carte 4	Le système portuaire Saint-Laurent–Grands Lacs, 2010.....	50
Carte 5	Quelques ports du système Mississippi, 2010	51
Carte 6	Les principaux ports de la Rangée Nord Europe, 2010	52
Carte 7	Trafic des principaux ports du Yangtze, 1990-2005.....	54
Carte 8	Densité du trafic maritime de fret sur le Yangtze, 2007	100
Carte 9	Densité du trafic maritime de fret sur le Mississippi, 1999	223
Carte 10	La direction des flux maritimes des principaux ports du Mississippi, 1994-2004.....	224
Carte 11	Trafic de vrac sec des ports du Saint-Laurent, 1994-2004	231
Carte 12	Trafic de vrac liquide des ports du Saint-Laurent, 1994-2004	234
Carte 13	Trafic de fret des ports du Saint-Laurent, 1994-2004	237

1. INTRODUCTION

1.1. Le corridor Saint-Laurent

Sur le plan de la cartographie, le corridor Saint-Laurent apparaît comme une extension linéaire d'un réseau de villes s'étendant des eaux de l'estuaire vers le cœur du continent nord-américain. Délimité par quelques-unes des plus grandes concentrations urbaines et un réseau de routes, de voies ferrées et de ports, le système présente en effet plusieurs caractéristiques d'un corridor, soit une structure d'échanges qui se produisent le long d'un réseau linéaire d'artères de transport entre un chapelet de villes. Un examen plus approfondi révèle toutefois que l'unité du corridor est brisée et incomplète. Les frontières politiques entre le Canada et les États-Unis restent fortes malgré l'intégration économique par l'Accord de libre-échange nord-américain (ALENA). Le corridor urbain situé au sud des Grands Lacs entre Chicago et Buffalo n'est pas vraiment intégré aux villes canadiennes localisées au nord des Grands Lacs, et les échanges entre Montréal, Buffalo, Cleveland et Détroit sont négligeables. De plus, les composantes canadiennes du corridor sont distinctes de celles des États-Unis. Yeates (1975) a introduit la notion de « Rue Principale » pour désigner le centre économique, démographique et politique du Canada entre Windsor et Québec. La « Rue Principale » est un corridor formé par les autoroutes 20 et 401, par les lignes ferroviaires du Canadien National (CN) et du Canadien Pacifique (CP) ainsi que par les services de navettes aériennes offerts par les transporteurs canadiens. Toutefois, Yeates (1975) ne considère pas le transport maritime comme un élément intégrateur majeur de la « Rue Principale ».

1.2. Un axe de transport essentiel, mais sous-utilisé

Le développement du transport maritime est très étroitement lié à la croissance économique. Le transport maritime est au cœur du système de distribution de fret à l'échelle planétaire en raison de sa capacité inégalée de massifier les flux sur de longues distances, permettant d'abaisser les coûts par unité transportée. Cette mondialisation de l'industrie se traduit par un ensemble de routes qui maillent les océans. Au Québec, plus de 75 % des industries se situent dans les régions qui bordent le Saint-Laurent. Cette position très favorable permet donc d'utiliser le fleuve pour les échanges commerciaux intercontinentaux et continentaux. À l'échelle intercontinentale, les marchés sont captifs du transport maritime en raison des changements structuraux dans l'économie mondiale, qui stimulent les activités économiques et le commerce maritime océanique. Depuis 1970, le fret mondial transporté par mer, mesuré en milliards de tonnes de marchandises chargées, a plus que doublé. En 2008, plus de 8 milliards de tonnes de marchandises ont transité par mer (UNCTAD, 2009). Depuis la décennie 90, le taux de croissance du volume des exportations mondiales de marchandises surpasse celui de la production

économique mondiale. Les échanges intercontinentaux des ports du système Saint-Laurent sont tributaires des processus de transformation et de mondialisation des marchés ainsi que du positionnement des expéditeurs et de leurs chaînes logistiques sur les marchés mondiaux. Artère unique au cœur du continent nord-américain, le fleuve Saint-Laurent permet de mailler le cœur industriel des États-Unis, du Canada et du Québec, et de joindre plus de 90 millions d'habitants.

En dépit de ces atouts, le système Saint-Laurent ne joue qu'un rôle marginal dans les échanges continentaux par rapport aux corridors de transport terrestre et n'affiche pas de forts taux de croissance dans ce segment de marché en raison, notamment, de la difficulté à répondre aux logiques de production et de distribution en flux tendus. La voie navigable et les infrastructures portuaires du système Saint-Laurent sont donc globalement sous-utilisées.

- Depuis 1980, la quantité totale de fret transporté sur le Saint-Laurent, telle qu'elle a été mesurée par les transbordements dans les ports du Saint-Laurent situés au Québec, a chuté de 130 à environ 100 millions de tonnes annuellement.
- Plus de 50 % du trafic des ports du Saint-Laurent est orienté vers les marchés intercontinentaux.
- La part du marché continental des ports du système Saint-Laurent se maintient à 15 %.
- Le commerce régional, soit entre les ports du système Saint-Laurent et ceux des Grands Lacs, compte pour plus du tiers du trafic total du corridor laurentien.
- La configuration des flux maritimes intercontinentaux, continentaux et régionaux se fait rarement dans le cadre d'un service multiports sur le Saint-Laurent.
- Plus de 50 % des produits manutentionnés dans les ports du système Saint-Laurent, souvent des matières premières, sont directement expédiés à l'étranger pour y être transformés.
- Le volume total de marchandises qui empruntent annuellement la Voie maritime du Saint-Laurent est d'environ 40 millions de tonnes, une baisse de plus de 20 millions de tonnes depuis 1980.
- Plus de 70 % des échanges ayant cours sur la Voie maritime du Saint-Laurent s'effectuent au sein du réseau des Grands Lacs, y compris des trafics hors écluses.
- La Voie maritime du Saint-Laurent subit la concurrence du transport ferroviaire qui occupe le marché le plus important et le plus concurrentiel, notamment entre Montréal et Chicago, en assurant des temps de livraison de marchandises de moins de 48 heures.
- Le volume total du trafic maritime des ports des Grands Lacs au Canada et aux États-Unis est d'environ 210 millions de tonnes.

- La structure des trafics portuaires des Grands Lacs canadiens et états-uniens se contracte alors que plus de 80 % des échanges s'effectuent entre les ports riverains des Grands Lacs.

Ainsi, malgré son importance historique, le rôle du fleuve à profiler les activités urbaines et économiques contemporaines le long du corridor Saint-Laurent a décliné. Les différents segments du système fluvial sont essentiellement orientés vers le trafic de vrac. Par ailleurs, les impacts économiques d'un tel trafic n'ont pas permis de développer de nouveaux marchés importants. La perspective d'ouvrir les Grands Lacs à la grande navigation océanique à la suite de la construction de la Voie maritime ne s'est pas matérialisée. Le trafic fluvial est stable ou en déclin, alors que les trafics routiers et ferroviaires continuent de croître. Le fleuve n'est pas devenu le catalyseur anticipé du développement économique et urbain du corridor.

1.3. Les modèles d'aménagement des systèmes fluvio-maritimes

Plusieurs visions d'aménagement ont été proposées afin de renforcer le rôle et la fonction des fleuves en tant qu'agents de développement économique. Quatre modèles d'aménagement sur le plan du transport peuvent être mis en lumière.

Un fleuve peut être perçu à titre de corridor de transport donnant accès à un lieu et, par extension, exprime la concentration d'infrastructures et de flux (Kansky, 1963; Haggett et Chorley, 1969; Prentice, 1996). L'objectif du modèle est d'améliorer les conditions de navigation maritime, tant aux points d'entrée qu'à l'ensemble du fleuve, dans le but de réduire le coût du transport. L'amélioration des conditions de navigation est associée à des révolutions successives dans le domaine de l'armement, des techniques de dragage, des technologies de communication et des composantes des infrastructures portuaires.

Un second modèle s'identifie à un processus d'aménagement urbain (Gottmann, 1961, 1987; Whebell, 1969; Yeates, 1975). L'objectif principal consiste à utiliser la position relative d'une ville construite le long d'un fleuve pour en assurer son développement. L'exploitation du fleuve peut ainsi soutenir une ville proche d'une ressource minière (Duisbourg, Pittsburg, Sept-Îles), favoriser une ville d'estuaire ou deltaïque qui commande un relais entre un front océanique et un arrière-pays fluvial (New York, Shanghai, La Nouvelle-Orléans, Rotterdam, Anvers), privilégier une ville de rupture dans la navigation fluviale (Montréal, Saint-Louis, Nanjing), promouvoir les villes à la jonction de faisceaux fluvio-maritimes (Manaus, Lyon, Coblence, Saint-Louis, Volgograd) ou assurer la prospérité d'une ville à l'interface de plusieurs systèmes de communication (Chicago, Wuhan).

Un troisième modèle, lié aux initiatives d'agences gouvernementales, correspond au principe de développement intégré d'un fleuve sous le nom de corridor de développement (Doxiadis, 1978; Luiz et Paulo, 1996; Neudorf et Hassan, 1996). Ce modèle reconnaît l'interdépendance de divers secteurs de l'économie et repose sur l'aménagement d'infrastructures de transport fluvial pour faciliter l'intégration régionale et attirer les investissements. L'objectif est d'utiliser le potentiel de circulation fluviale pour faciliter l'implantation de puissantes structures industrielles (Amazone, Volga), créer des foyers de peuplement et d'activités économiques en régions neuves (Ienisseï, Amour) ou favoriser des partenariats économiques entre les régions traversées (Danube, Mékong).

Un quatrième modèle d'aménagement intègre le fleuve en tant qu'élément d'un corridor de commerce (Amjadi et Winters, 1997; Bender, 1997; Lakshmanan et Anderson, 1999, 2000, 2002a, 2002b). Résultat de processus de décisions décentralisés menés par les forces du marché, l'objectif du modèle consiste à intégrer le système fluvial à un réseau de transport multimodal dans le but d'améliorer l'accès au marché, la fluidité des échanges commerciaux et le maillage industriel. Les avancées technologiques se concentrent essentiellement à améliorer tous les aspects des infrastructures physiques de transport terrestre, maritime et aérien.

À l'évidence, ces visions d'aménagement ne sont pas exclusives. Il existe un large éventail de réponses pour permettre aux systèmes fluvio-maritimes de jouer un rôle de puissants vecteurs d'échanges au sein des processus économiques mondiaux.

1.4. Les initiatives et avancées du Québec sur le Saint-Laurent

Depuis 2001, le MTQ a instauré la Politique de Transport maritime et fluvial (PTMAF), adoptée la même année par le gouvernement du Québec. Dans le cadre de la mise en œuvre de la PTMAF, le gouvernement a créé le Forum de concertation sur le transport maritime. Ce forum est une initiative publique-privée qui regroupe le gouvernement et l'industrie. Les travaux du Forum ont permis l'adoption de plusieurs rapports : Réseau portuaire stratégique (novembre 2002), Valorisation (novembre 2002), Cabotage (février 2003), Promotion (février 2003), Compétitivité (juin 2004) et Formation (octobre 2005). S'appuyant sur divers travaux de recherche, le Comité compétitivité-environnement du Forum recommandait en 2005 l'adhésion du Forum au principe de développement d'un transport maritime durable¹. Appliqué au

¹ P. D'ARCY, J.-F. BIBEULT et Comité de concertation navigation (2005). *Stratégie de navigation durable pour le Saint-Laurent*, Québec, ministère des Transports du Québec et Pêches et Océans Canada, 111 p. (Saint-Laurent Vision 2000); C. COMTOIS et B. SLACK (2005). *Transformations de l'industrie maritime : portrait international de développement durable*

transport maritime, le principe de développement durable porte sur les aspects sociaux, sécuritaires, économiques, environnementaux, énergétiques et d'aménagement des espaces maritimes et continentaux.

Les défis de l'axe multimodal du système Saint-Laurent ont mené plusieurs spécialistes des transports, décideurs politiques et exploitants à réclamer un plan ou une stratégie visant à identifier les problèmes (infrastructures, compétences, réglementation), les actions à prendre et les moyens à mettre en œuvre (y compris les besoins financiers). En juillet 2007, les gouvernements du Canada, de l'Ontario et du Québec ont signé un protocole d'entente sur le développement de la Porte continentale et du Corridor de commerce Ontario-Québec. Cette initiative a notamment mené à la création de comités consultatifs du secteur privé et du secteur public ainsi qu'à l'élaboration d'un important programme de recherche. Celui-ci comprend une série d'études visant principalement à démontrer l'importance économique de ce corridor, à analyser la capacité du système de transport et à soutenir les échanges commerciaux actuels et futurs de même que les éléments influençant son efficacité, sa compétitivité et sa capacité à s'adapter aux fluctuations du marché. D'autres études visant l'intégration du développement durable dans la planification du système de transport et la prise en compte des impératifs de sécurité et de sûreté ont été amorcées.

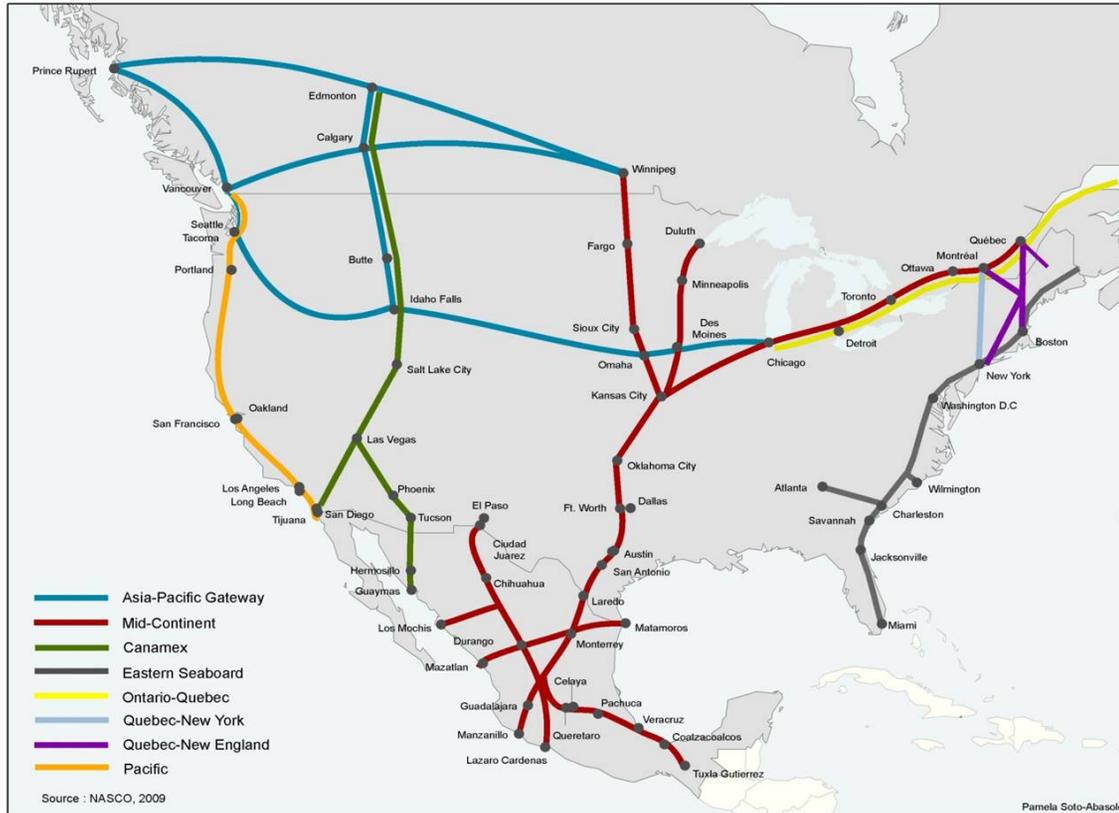
Une étude coordonnée par le Conseil du Corridor Saint-Laurent–Grands Lacs, composé de partenaires du secteur privé représentant tous les modes de transport de marchandises dans le Corridor Saint-Laurent–Grands Lacs, a d'ailleurs été publiée en septembre 2008².

1.5. Le contexte de l'étude

Tous les corridors ne sont pas construits en fonction de fleuves. L'importance croissante du transport ferroviaire et routier a, dans plusieurs cas, mené à l'émergence de corridors qui ne reposent pas sur la mise en valeur de bassins fluviaux. Le Forum sur l'intégration nord-américaine (FINA), qui regroupe une coalition d'entreprises, d'agences gouvernementales, d'organismes civils, de métropoles, de communautés rurales, a répertorié huit corridors de commerce en Amérique du Nord (carte 1). Plusieurs de ces corridors traversent des fleuves ou des canaux maritimes qui ne jouent aucun rôle notable dans la morphologie des corridors. Seul le corridor Québec-Ontario fait la promotion de l'usage du fleuve Saint-Laurent.

appliqué, Québec, ministère des Transports du Québec, 247 p. (Études et recherches en transport).

² IBI Group (2008). *Étude sur le Corridor de commerce Saint-Laurent–Grands Lacs*, Québec, Conseil du Corridor Saint-Laurent–Grands Lacs, 58 p.



Carte 1 Les corridors de commerce d'Amérique du Nord, 2010

Or, plusieurs systèmes fluviaux dans le monde font l'objet de priorités d'investissement dans la construction d'importants corridors de commerce. La Commission européenne a établi une liste de 30 projets prioritaires qui devaient débiter avant 2010 dans le but de développer un réseau transeuropéen de corridors. Le coût total de ces projets est estimé à 225 milliards €. La liste intègre pleinement la dimension de l'élargissement commercial de l'Europe et vise à mettre en place des schémas de mobilité plus durables en concentrant une importante part des investissements sur les liaisons fluviales. En Chine, les fleuves constituent depuis longtemps des itinéraires privilégiés de commerce. Le gouvernement a décidé d'allouer d'importants investissements pour la modernisation du réseau de voies navigables et de ports de navigation intérieure. Les projets visent à accroître le nombre d'embranchements et de ramifications fluviales, de moderniser les infrastructures portuaires et de développer des systèmes de gestion du trafic performants dans le domaine de flux de marchandises permettant de la sorte de supprimer les goulots terrestres d'étranglement.

La mise en valeur du transport fluvio-maritime revêt une importance particulière en raison des préoccupations contemporaines concernant l'environnement. En ce qui a trait à la consommation de ressources énergétiques non renouvelables, d'émissions de polluants et de sécurité, le transport maritime est plus efficace que le transport routier et le transport ferroviaire. Les gouvernements reconnaissent le besoin de détourner le trafic de camionnage et perçoivent le transport maritime sur courte distance comme une solution partielle aux défis environnementaux. Les secteurs industriels et commerciaux sont également de plus en plus conscients de la nécessité de considérer des solutions de rechange au transport routier, notamment en raison des problèmes de congestion et de la croissance des coûts de transport.

En 1978, la création du Bureau d'audiences publiques sur l'environnement (BAPE) pour informer et consulter la population ainsi qu'enquêter sur les questions relatives à l'environnement a joué un rôle majeur pour intégrer la viabilité de l'environnement dans tout projet de développement au Québec. En 1988, les gouvernements du Canada et du Québec ont conclu un accord, le Plan d'action Saint-Laurent, pour assainir, conserver et protéger le Saint-Laurent. Le plan a été reconduit en 1994 sous le nom de Saint-Laurent Vision 2000. En 2006, les gouvernements ont annoncé la mise en œuvre du Plan Saint-Laurent pour un développement durable 2005-2010. Cette entente a permis la réalisation du *Portrait global de l'état du Saint-Laurent*, 2008. Le Québec et ses partenaires socioéconomiques ont retenu 21 indicateurs environnementaux touchant les principales composantes de base du Saint-Laurent, à savoir l'eau, le lit, les rives, les ressources biologiques et les usages, dans le but d'évaluer l'état et l'évolution de l'écosystème du Saint-Laurent. Ces indicateurs font partie des programmes permanents d'acquisition de données des partenaires. En 2002, le gouvernement du Québec approfondissait sa démarche en établissant sa Politique nationale de l'eau visant à assurer la protection de cette ressource unique, à gérer l'eau dans

une perspective de développement durable et à s'assurer, ce faisant, de mieux protéger la santé du public et celle des écosystèmes. La politique encadre tous les services gouvernementaux qui doivent inscrire leurs actions dans le contexte du développement durable.

Le moment est donc propice pour évaluer comment accroître le rôle du transport maritime sur le système Saint-Laurent. C'est dans ce contexte que s'inscrit le présent projet de recherche qui vise à mettre en lumière les meilleures stratégies et pratiques à l'échelle internationale dans le domaine du développement des axes fluvio-maritimes, au profit de l'ensemble de la communauté maritime du Saint-Laurent (gouvernements, armateurs, exploitants de terminaux, manutentionnaires, agents maritimes, établissements universitaires, etc.).

1.6. Le mandat

Nous avons obtenu un mandat du Secrétariat au transport maritime et à la mise en valeur du Saint-Laurent, du ministère des Transports du Québec, pour entreprendre un projet de recherche visant à faire ressortir les meilleures pratiques mises en place à l'échelle internationale en matière de développement des systèmes de transport fluvio-maritime, et ce, afin d'inspirer les agents publics et privés dont les décisions influencent le positionnement concurrentiel du système Saint-Laurent. Nous avons établi quatre objectifs.

1. Répertorier, à l'échelle internationale (Amérique du Nord, Europe et Asie), les stratégies et les pratiques publiques et privées de développement des axes fluvio-maritimes comparables au système Saint-Laurent.
2. Comparer l'ensemble de ces stratégies à l'échelle internationale dans le but de mettre en valeur les meilleures pratiques de développement des axes fluvio-maritimes.
3. Décrire les caractéristiques et les conditions physiques, environnementales et commerciales de ces axes fluvio-maritimes afin de nuancer les comparaisons.
4. Définir et justifier les modifications devant être apportées aux stratégies et aux pratiques touchant le développement de l'axe fluvial du système Saint-Laurent, ainsi que les modalités d'implantation à préconiser.

1.7. Le questionnaire

Dans le but de comprendre comment la performance du système Saint-Laurent pourrait s'améliorer, nous avons étudié cinq questions.

1. Comment les conditions environnementales influencent-elles la navigation commerciale?

2. Dans quelle mesure les ports fluviaux et les flottes répondent-ils aux besoins de capacité de l'industrie du transport?
3. Comment le trafic fluvial évolue-t-il sur le plan du partage modal, de produits transportés et d'aires de marché?
4. Comment les modes de gouvernance influencent-ils les activités de planification, d'exploitation et d'organisation des systèmes de transport fluvio-maritime?
5. Comment les systèmes de transport fluvio-maritimes sont-ils structurés pour répondre aux changements imposés par la mondialisation de l'économie?

1.8. La méthodologie

Pour répondre à ces questions, nous avons comparé le système Saint-Laurent avec trois grands axes fluvio-maritimes : le système Mississippi-Missouri en Amérique du Nord, le Yangtze en Chine et le Rhin en Europe (tableau 1). Ces axes fluvio-maritimes ont été sélectionnés en fonction des contrastes les plus pertinents, du volume de matériel empirique disponible, de l'expertise et des contacts de nos collaborateurs locaux ainsi que de la qualité des informateurs clés de chaque groupe d'acteurs.

Notre équipe de recherche a privilégié six instruments méthodologiques.

1. Nous avons effectué une revue de la littérature d'articles scientifiques, de publications professionnelles, de rapports de consultants, de documents de gouvernements et d'agences internationales³.
2. Des ateliers de discussion ont été offerts aux représentants de ministères du gouvernement du Québec et du Canada à Montréal, Québec et Ottawa.

³ Voir bibliographie.

Fleuve	Saint-Laurent–Grands Lacs	Mississippi	Rhin	Yangtze
Longueur	3 700 km	3 705 km	1 320 km	6 300 km
Débit moyen	10 400 m³/s	16 990 m³/s	> 2 000 m³/s	31 900 m³/s
Flux moyen à la source		2 km/h		
Flux moyen à l'embouchure		4,8 km/h		
Profondeur moyenne	152,4 m	6 m		
Profondeur à la source		< 1 m		
Point le plus profond	406 m au lac Supérieur	61 m	22,86 m près de St Goar	150 m
Profondeur du chenal	8,2 m	2,7 m partout 13,7 m à La Nouvelle-Orléans/Baton Rouge	< 1 m-2,7 m	8,5 m-12,5 m
Section la plus étroite		6-9 m au lac Itasca	121 m près de Lorelei	30 m au Tiger Leaping Gorge
Section la plus large	295 km au lac Huron	> 6,4 km au lac Onalaska	0,3 km	15 km
Superficie du bassin	1 030 000 km²	3 200 000 km²	185 000 km²	1 800 000 km²
Population du bassin	100 000 000	72 000 000	50 000 000	400 000 000

Tableau 1 Géographie physique du Saint-Laurent, du Mississippi, du Rhin et du Yangtze, 2010

3. Nous avons effectué des entrevues avec des gestionnaires, des fonctionnaires, des utilisateurs et des spécialistes de ces fleuves au Canada, aux États-Unis, en Europe de l'Ouest et en Chine⁴. Ces entrevues ont été menées en personne⁵. Les représentants étaient informés des objectifs de l'étude et des sujets à couvrir durant l'entrevue. Dans le but d'encourager un dialogue ouvert, toutes les entrevues étaient strictement confidentielles. Ni le nom des individus ni les réponses individuelles aux questions ne sont divulgués, sauf sous forme de résumé du processus de consultation. Plus de 40 individus représentant une trentaine d'organismes furent ainsi interviewés pour cette étude. Les organismes incluent un large éventail d'organisations sectorielles.
4. Notre équipe de recherche a colligé, assemblé et analysé plusieurs bases de données quantitatives en provenance de différentes sources du Canada, des États-Unis, d'Europe et de la République populaire de Chine sur la géographie physique, les infrastructures de transport et les trafics quant aux volumes, aux marchandises, aux origines et aux destinations.
5. Les chercheurs principaux ont participé à des conférences sur les transports fluviaux, les corridors de commerce et les portes continentales, et en ont donné à des agences privées, des organismes publics, des associations scientifiques multidisciplinaires et des universités, au Canada et outre-mer⁶.
6. L'équipe de recherche a tenu une série d'ateliers de travail tout au long du projet pour écouter des présentations, discuter des problèmes avec les spécialistes universitaires, orienter la direction de l'étude et les besoins d'information ainsi que pour développer le contenu du rapport et les stratégies visant à mieux positionner le fleuve Saint-Laurent.

Ce programme d'activités a permis à l'équipe de recherche de :

- connaître le bilan environnemental des fleuves;
- comprendre les problèmes de capacité de transport;
- analyser les conditions de marché des trafics fluviaux;
- étudier les modes de gouvernance et les approches de gestion du transport fluvial;
- évaluer les tenants et aboutissants d'un puissant système de transport fluvial;
- évaluer les meilleures pratiques de l'industrie.

⁴ Voir à l'annexe 1 la liste des organisations travaillant sur les systèmes fluvio-maritimes.

⁵ Voir à l'annexe 2 la liste des personnes interviewées.

⁶ Voir à l'annexe 3 la liste des conférences.

1.9. Le plan du rapport

La synthèse de nos analyses des stratégies de développement des axes fluvio-maritimes s'articule en six parties correspondant à la démarche retenue par notre équipe de recherche pour remplir notre mandat. Pour chaque chapitre, notre équipe de recherche a examiné la direction des changements, défini les principales composantes résultant de cette évolution, mesuré les conditions de compétitivité, établi un diagnostic comparatif des systèmes fluviaux et évalué les leçons pouvant s'appliquer au fleuve Saint-Laurent.

- Le **chapitre deux** présente un examen détaillé des conditions environnementales des axes fluvio-maritimes et des leçons à retenir pour le système Saint-Laurent.
- Le **chapitre trois** porte sur une étude comparative des infrastructures fluvio-maritimes ayant pour but d'évaluer les conditions d'augmentation de la performance des ports et des flottes du système Saint-Laurent.
- Le **chapitre quatre** analyse les conditions de marché et de trafic des fleuves et des ports afin de mesurer les perspectives de trafic en ce qui a trait aux volumes, aux produits et aux routes maritimes pour le système Saint-Laurent.
- Le **chapitre cinq** évalue les processus de gouvernance des axes fluvio-maritimes dans le but de comprendre les stratégies et les pratiques des agents publics et privés.
- Le **chapitre six** présente une évaluation comparative des conditions de développement et de compétitivité des systèmes de transport fluvio-maritimes dans le but de poser un diagnostic sur le système Saint-Laurent.
- Le **chapitre sept** établit un bilan des faits saillants et propose une série de recommandations.

Le rapport comprend six annexes.

- L'**annexe 1** établit une liste d'adresses de correspondance de diverses organisations travaillant sur les systèmes de transport fluvio-maritimes.
- L'**annexe 2** fournit une liste exhaustive des personnes rencontrées et interviewées.
- L'**annexe 3** rend compte des divers séminaires, conférences et communications offerts par les membres de l'équipe de recherche.

- L'**annexe 4**, intitulée « Conditions environnementales des systèmes fluvio-maritimes », présente une synthèse des caractéristiques physiques des fleuves, de la direction des changements environnementaux et des répercussions des diverses activités, dont les transports.
- L'**annexe 5** présente une analyse de la qualité des infrastructures de transport des systèmes fluvio-maritimes, dont une évaluation des voies fluviales, des infrastructures portuaires et des flottes.
- L'**annexe 6** est consacrée à une analyse quantitative de la performance du transport fluvial en mettant l'accent sur l'évolution des conditions commerciales.

1.10. Le financement

Dans le but de mener à bien cette recherche, nous avons bénéficié principalement du soutien financier du ministère des Transports du Québec. Le Centre interuniversitaire de recherche sur les réseaux d'entreprise, la logistique et le transport (CIRRELT), le Département de géographie de l'Université de Montréal ainsi que le Département de géographie de l'Université Concordia ont également apporté leur contribution.

ANALYSE INTERNATIONALE DES STRATÉGIES DE DÉVELOPPEMENT DES AXES FLUVIO-MARITIMES :
MIEUX POSITIONNER LE SYSTÈME SAINT-LAURENT

2. L'ENVIRONNEMENT FLUVIAL

2.1. Introduction

Tous les fleuves du monde peuvent être assimilés à une ressource. Les fleuves constituent un élément fondamental de l'hydrosystème planétaire. Ils servent d'assise à des biomasses végétales et animales, s'intègrent aux cycles d'échanges atmosphériques et participent à la stabilité du climat. Les fleuves favorisent les activités halieutiques par l'importance des volumes d'eau qui les caractérisent et par les processus d'écoulement des eaux qui transitent des continents vers les océans.

Les caractéristiques physiques des fleuves Saint-Laurent, Mississippi, Rhin et Yangtze sont présentées à l'annexe 4. Dans tous les fleuves à l'étude, la mobilisation et la valorisation des eaux fluviales, en fonction de l'évolution des capacités d'intervention techniques des populations riveraines, ont permis de faire ressortir la régularisation des débits, l'irrigation, le ravitaillement industriel et urbain, la production hydroélectrique et la navigation. Mais ces multiples potentialités des bassins fluviaux présentent des limites de compatibilité.

L'objectif du présent chapitre vise à répondre à quelques questions importantes. Quels sont les principaux impacts environnementaux de la navigation fluviale? Comment l'environnement fluvial influence-t-il la compétitivité du transport maritime? Quelles sont les pratiques émergentes de compatibilité entre la protection environnementale des fleuves et la croissance de la navigation maritime commerciale?

2.2. Les principaux impacts environnementaux du transport fluvial

Il est largement reconnu que le transport maritime est le mode de transport le plus écologique. Sa capacité de transporter d'importants volumes de marchandises sur de longues distances en consommant moins d'énergie et en affichant peu d'externalités environnementales par rapport aux autres modes de transport représente un avantage concurrentiel considérable. Les systèmes fluviaux permettent d'exploiter ces avantages au cœur des masses terrestres continentales.

Pour tous les systèmes fluviaux, la contribution directe de la navigation maritime à la détérioration de l'environnement demeure faible. Les activités agricoles, urbaines et industrielles sont les principales sources de pollution. À l'échelle internationale, malgré la variation des conditions naturelles des bassins versants, les fleuves ont connu des problèmes environnementaux similaires. Les activités humaines génèrent les mêmes impacts environnementaux. Les activités agricoles contribuent de façon importante au débit solide des fleuves et altèrent gravement la qualité de l'eau en raison du rejet des déchets d'élevage et de l'utilisation de fertilisants. Les pollutions urbaine et industrielle accentuent la contamination des bassins versants. Ces sources participent à la détérioration des écosystèmes fluviaux. Les éléments les plus dommageables sont les déversements d'azote et de produits chimiques toxiques, notamment de fertilisants agricoles, qui conduisent à un déficit en oxygène dissout et à la création de zones hypoxiques. Force est de reconnaître que le transport fluvial donne également naissance à quelques problèmes environnementaux qui doivent être considérés si la navigation doit exploiter sa « viabilité » en tant qu'avantage concurrentiel.

2.2.1. La transformation des caractéristiques naturelles des fleuves

Un examen des tendances passées, actuelles et futures du Saint-Laurent, du Mississippi, du Rhin et du Yangtze démontre que les caractéristiques naturelles de tous les fleuves ont été modifiées de façon notable. Tous les fleuves ont subi d'importantes modifications environnementales dans le but d'améliorer la navigation. En Chine, des projets massifs d'ingénierie tels que le barrage des Trois Gorges et l'approfondissement du Yangtze continuent de modifier les caractéristiques du fleuve et de causer de sérieux problèmes environnementaux. Des activités de dragage sont menées dans plusieurs segments fluviaux afin d'augmenter la profondeur d'eau et de permettre le passage des navires commerciaux. Le dragage des chenaux de navigation a entraîné une destruction du relief du lit des fleuves, augmentant la turbidité et la mobilité des sédiments contaminés de métaux lourds et d'autres polluants. Le gouvernement chinois a déjà affecté, pour la période 2005-2010, plus de 2 milliards \$ à l'extension des activités de dragage le long du Yangtze afin de

permettre à des navires de plus grande taille d'utiliser l'artère fluviale. En aval, l'objectif consiste à approfondir le canal à 12,5 m entre Shanghai et Nanjing dans le but de permettre l'accès à des navires de 100 000 t de jauge brute. En amont, les activités de dragage visent à permettre la circulation de convois de barges de 10 000 t. Des canaux ont également été construits pour contourner les rapides. Le rétrécissement et l'allongement des chenaux de navigation ont accru la vélocité des fleuves. Le Saint-Laurent a été perturbé par les activités de dragage et le rétrécissement du chenal de navigation. Ces efforts pour faciliter la navigation ont mené à un rétrécissement du fleuve et à un drainage des milieux humides adjacents. Les répercussions les plus néfastes se font sentir entre Montréal et le lac Saint-Pierre. Dans l'objectif additionnel d'empêcher les inondations, des travaux plus importants comme la construction de digues et de bancs artificiels sont menés afin de rétrécir les fleuves. Dans la vallée du Mississippi, la réponse aux inondations a été de construire des digues plus hautes et plus larges. Ces ouvrages d'art nuisent très souvent à la biodiversité, aux habitats marins et à la migration des espèces. Le processus de sédimentation s'est accru en amont des constructions destinées à contenir l'eau (digues, écluses, barrages) tandis que le processus d'érosion s'est accentué en aval.

2.2.2. La production d'externalités environnementales négatives

Bien que perçu comme un mode de transport « vert », le transport maritime engendre des externalités négatives. Nous avons déjà recensé les principaux enjeux environnementaux du transport maritime (Comtois et Slack, 2005). Notre analyse témoigne de l'émergence d'un certain consensus dans le choix et l'importance de trois grands problèmes environnementaux. Premièrement, la circulation des navires est responsable de la perturbation des habitats aquatiques le long des côtes. Les hélices ont été reconnues comme responsables d'un taux élevé de mortalité chez les espèces marines. Le problème essentiel causé par la navigation à la biodiversité concerne l'introduction d'espèces invasives et les déversements d'eaux sales (eaux de lest, eaux usées des navires) et de combustibles. Deuxièmement, il appert que, dans certaines conditions, les vagues créées par le mouvement des navires près des rives contribuent à l'érosion côtière. Troisièmement, la navigation maritime constitue une importante source de pollution atmosphérique. En effet, un pourcentage notable des dépenses d'exploitation des navires concerne les coûts de carburant. De plus, les propriétaires de flottes utilisent en général un résidu dégradé de mazout lourd afin d'économiser le carburant. Or, durant le processus de combustion, ce carburant rejette un volume important de fumée noire, de particules en suspension, d'oxyde d'azote (NO_x), d'hydrocarbures imbrûlés, d'oxyde de soufre (SO₂), de monoxyde (CO) et de dioxyde de carbone (CO₂).

Tous ces enjeux ont été évoqués par l'Organisation maritime internationale (OMI) dans le cadre de conventions internationales. Toutefois, l'entrée en

vigueur de ces conventions nécessite la ratification de 15 États dont les flottes marchandes représentent au total au moins 50 % du tonnage brut de la flotte mondiale de commerce. Plus la convention est importante, plus les prescriptions relatives à son entrée en vigueur sont rigoureuses. Les pays qui sont parties à une convention sont tenus d'appliquer les prescriptions. En revanche, les recueils de règles, les codes et les recommandations adoptés par l'Assemblée de l'OMI n'ont pas force obligatoire pour les gouvernements. Mais leur contenu peut être tout aussi important et, très souvent, les gouvernements les mettent en œuvre dans le cadre de leur législation.

2.3. Les défis de concurrence environnementale du transport fluvial

D'importants développements internationaux et régionaux influencent la protection environnementale des systèmes fluviaux. Notre analyse démontre que le gouvernement du Québec est particulièrement actif sur le Saint-Laurent. Les politiques et les actions qui culminent avec la Politique nationale de l'eau positionnent fermement le Saint-Laurent au sein des stratégies de développement durable de tous les ministères, divisions et agences gouvernementales. Malgré certaines avancées, tous les bassins versants présentent un nombre important de défis environnementaux, qui sont absents des océans et des lignes de navigation maritime. Bien que plusieurs de ces défis ne soient pas directement liés à la navigation commerciale, ils peuvent avoir un impact sur le transport fluvial et doivent être pris en considération dans le développement d'activités viables le long des corridors fluvio-maritimes. Nos enquêtes permettent d'identifier quatre défis à la concurrence environnementale du transport fluvial.

2.3.1. Les changements climatiques

Les changements climatiques représentent un lourd fardeau dans l'évolution des conditions environnementales des bassins versants. Malgré la variété des conséquences d'un bassin versant à un autre, la plupart des prévisions visent une modification du type, du volume, de la saisonnalité et de la distribution des précipitations qui influenceront la période de navigation. Or, les fleuves représentent des puits naturels de carbone qui absorbent les gaz à effet de serre grâce aux phytoplanctons, lesquels utilisent la photosynthèse pour absorber le carbone, ce qui contribue conséquemment à la diminution de la quantité de CO₂ dans l'atmosphère.

2.3.2. Les variations des niveaux d'eau

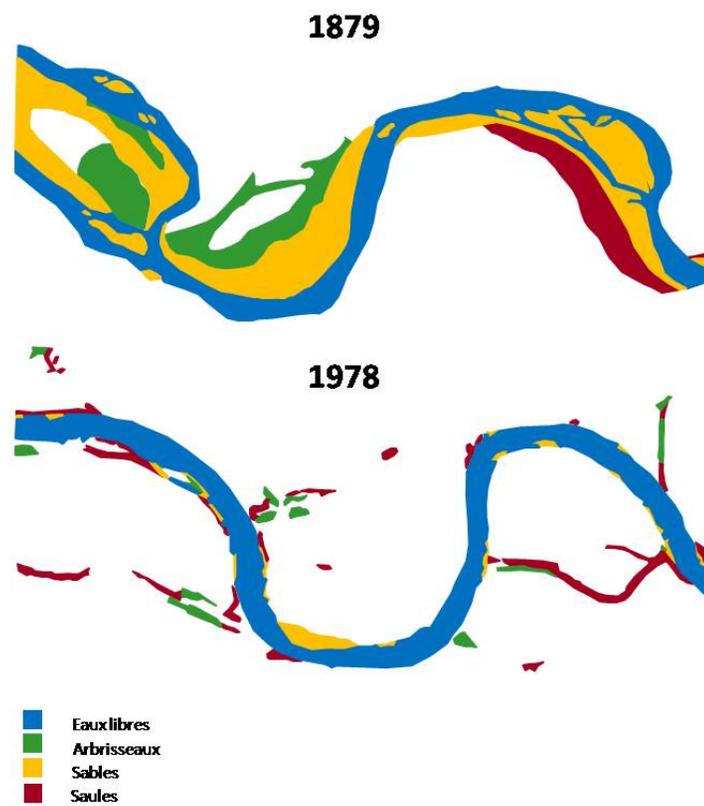
La variation des niveaux d'eau est un facteur critique de l'économie du transport maritime. Tous les fleuves sont marqués par des problèmes

périodiques de variations de niveaux d'eau. La quantité d'eau présente deux dimensions. Une trop grande quantité d'eau peut causer des inondations. Une trop faible quantité d'eau entraîne des problèmes d'approvisionnement en eau et de navigation. Des solutions d'ingénierie ont été adoptées sur chacun des axes fluviaux pour tenter d'atténuer les impacts de ces deux risques. Ces solutions ont fréquemment eu des conséquences négatives sur l'environnement aquatique.

Le Mississippi a fait l'objet d'interventions depuis 1824 alors que le Congrès des États-Unis autorisait des améliorations visant la navigation sur le fleuve. Depuis, le fleuve a été endigué, canalisé et dragué par le Corps des ingénieurs de l'armée des États-Unis (USACE). Des analyses détaillées indiquent que le fleuve a considérablement changé (Chen et Simmons, 1986). En amont des barrages, la largeur du fleuve s'est accrue, alors qu'en aval des écluses le fleuve s'est rétréci. Il y a davantage d'îles maintenant en amont des écluses en raison de l'accélération du processus de sédimentation, alors qu'en aval des écluses le processus d'érosion a provoqué un abaissement du niveau du fleuve. Les digues ont rétréci le fleuve et accru la vitesse du cours d'eau lors des faibles écoulements. La construction de plus de 20 000 km de digues sur le Mississippi a changé les caractéristiques physiques du fleuve de même que l'habitat marin (USGC, 1998) (carte 2).



Source : USGS, 1998.



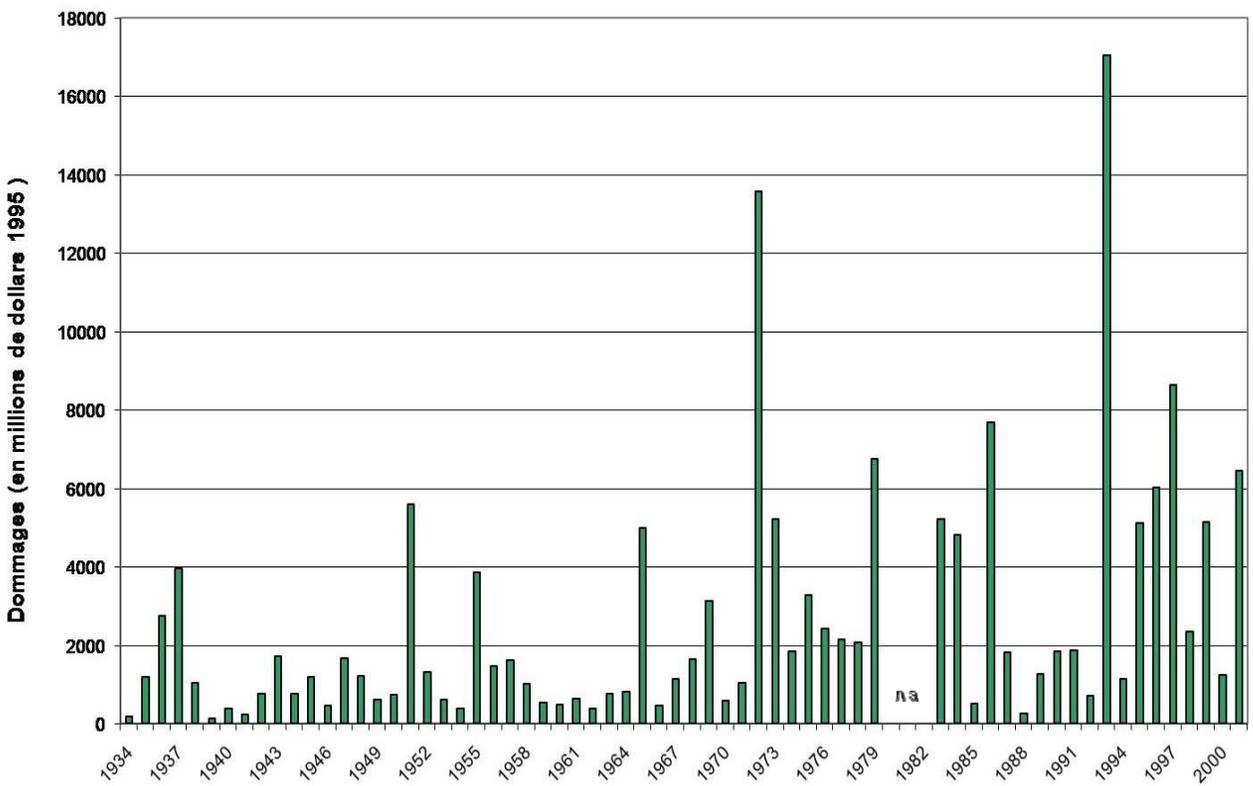
Carte 2 Perte d'habitats fluviaux à Lisbon Bottom, Mississippi, 1879-1978

Le Corps des ingénieurs de l'armée a dépensé 122 milliards \$US depuis 1928 pour instaurer des mesures visant à limiter les inondations (Galloway, 2005). Malgré ces investissements, les dégâts qui résultent des inondations n'ont cessé d'augmenter (Cartwright, 2005) (figure 1).

Les niveaux d'eau continuent de constituer un problème majeur dans le système Saint-Laurent (D'Arcy, Bibeault et Raffa, 2005). Ce problème est complexe en raison des cycles hydrologiques naturels, des changements climatiques et des activités humaines, dont la concurrence d'autres usagers et les dérivations d'eau de Chicago vers le Mississippi.

2.3.3. Les accidents maritimes

Les accidents maritimes demeurent un problème potentiellement sérieux. Il y a toujours eu des accidents de navigation sur les fleuves, dont les déversements ont entraîné d'importantes conséquences environnementales. Même si leurs eaux sont relativement protégées, les fleuves sont exposés à des échouages, à des pertes de cargaison et à des interruptions de la navigation. Sur certains fleuves comme le Rhin, les accidents sont plus fréquents en raison de la densité des trafics et de l'étroitesse des canaux de navigation. Mais ce sont les bateaux de plaisance qui causent davantage de problèmes sur les littoraux que les navires commerciaux puisqu'ils sont impliqués dans un plus grand nombre d'accidents, posent des problèmes de sécurité et menacent à l'occasion la navigation commerciale.



Source <http://www.flooddamagedata.org/national.html>

2.3.4. Les émissions atmosphériques

La contribution de la navigation à la pollution de l'air est de plus en plus mise en évidence. Tous les modes de transport ont commencé à réduire de manière importante leurs émissions atmosphériques. L'efficacité énergétique des nouvelles générations de tracteurs routiers et de locomotives intègre rapidement ces nouvelles unités, alors que ce renouvellement est beaucoup plus lent dans le domaine du transport maritime en raison du cycle de vie typiquement beaucoup plus long des équipements. Le transport maritime est un important émetteur d'oxydes d'azote (NO_x).

Sur le Mississippi, les ports en eaux profondes de Baton Rouge et ceux du golfe du Mexique forment l'un des plus grands complexes portuaires du monde, et l'intensité de pollution en NO_x y est parmi les plus élevées des États-Unis. Plus loin en amont sur le Mississippi, les barges fluviales sont utilisées pour le transport de fret, transportant la pollution vers les zones urbaines et rurales, loin des ports et de la mer. Des éléments de preuves démontrent que la pollution causée par les barges à Pittsburgh est plus grande que celle du trafic automobile sur l'une des autoroutes de la ville (Corbett et Fishbeck, 2000). Alors que les ports sont l'épicentre des émissions des navires en raison de leur forte concentration, les chercheurs estiment maintenant qu'un pourcentage élevé des émissions atmosphériques des navires aux États-Unis survient hors des zones portuaires, dans les chenaux de navigation situés sur les voies navigables fluviales ou côtières, à moins de 370 km des rives (Patton, Scott et Spencer, 2004) (carte 3). Les données présentées sur la carte 3 sont toutefois trompeuses, car les émissions des remorqueurs et des barges ne sont pas incluses dans les calculs. Leur inclusion permettrait d'afficher une plus grande concentration d'émissions de NO_x le long du Mississippi et de ses tributaires collecteurs de trafics commerciaux. Sur une base annuelle, le transport maritime produit autant de NO_x que les autoroutes de la région, dont les cités riveraines de Saint-Louis, de Nashville et de La Nouvelle-Orléans, où le trafic automobile est très important (Corbett et Fishbeck, 2000).

Source : Corbett et Fishbeck, 2000.



Carte 3 Quantité de NO_x émise par le transport sur le Mississippi, 1997

En Europe, si les stratégies pour réduire les émissions atmosphériques des navires ne sont pas mises en œuvre, il est prévu qu'en 2020 les navires pourraient émettre davantage de pollution atmosphérique que tous les autres modes de transport terrestre combinés. Or, la modification des moteurs et l'ajout d'épurateurs représentent d'importants coûts pour les compagnies maritimes de sorte que, sans aide gouvernementale, ce processus pourrait s'avérer très long, en raison de la lenteur du remplacement des flottes de navires. Il en résulterait donc une perte de certains des avantages comparatifs du mode maritime.

2.4. Les pratiques émergentes de compatibilité de l'environnement et du transport fluvial

Les réponses des secteurs publics et privés à l'intégration de préoccupations écologiques aux stratégies de développement du transport fluvial sont différentes. Nos enquêtes de terrain à l'échelle internationale révèlent que les meilleures pratiques sont fondées sur les mesures de protection écologique, les mesures de compensation et la limitation des émissions de combustibles fossiles.

2.4.1. Les mesures de protection écologique

L'application de mesures de protection écologique consiste à développer des programmes de surveillance des facteurs biotiques qui composent les écosystèmes, y compris les oiseaux, la faune et la flore marine, les mammifères, etc. Les programmes de surveillance sont appuyés par des activités de restauration et de préservation de la nature, ainsi que par la participation de plusieurs groupes communautaires, comités et adhérents à des projets locaux. Dans le domaine de la navigation, les avenues les plus prometteuses reposent sur le concept de corridors verts à caractère écologique et récréatif, en fonction des milieux naturels marins et côtiers. Les mesures de réaménagement et de réhabilitation entreprises sur le Rhin et sur le système Saint-Laurent–Grands-Lacs compensent des siècles de dommages. Le Plan d'action du Rhin (PAR), dans sa première phase (1987-1989), cible un grand nombre de polluants et cherche à les prioriser selon leur niveau de risque. Dans une seconde étape (1989-1995), l'objectif est de réduire les principaux polluants de 50 % et les métaux lourds de 70 %. Plus récemment, l'objectif est de bannir l'utilisation des autres substances nocives. Le tableau 2 met en lumière les conséquences de cette politique. La Commission internationale pour la protection du Rhin (CIPR) a pour objectif d'établir un plan d'action visant la réhabilitation complète du Rhin. En tout, 50 milliards € ont été dépensés durant les 25 dernières années pour construire des usines de traitement des eaux usées. Des mesures ont été entreprises pour réduire les principaux polluants et bannir l'utilisation d'autres substances nocives. L'introduction de mesures de gestion a donc amélioré la qualité de

l'eau et certaines espèces qui avaient disparu, dont le saumon, se reproduisent désormais naturellement (figure 2).

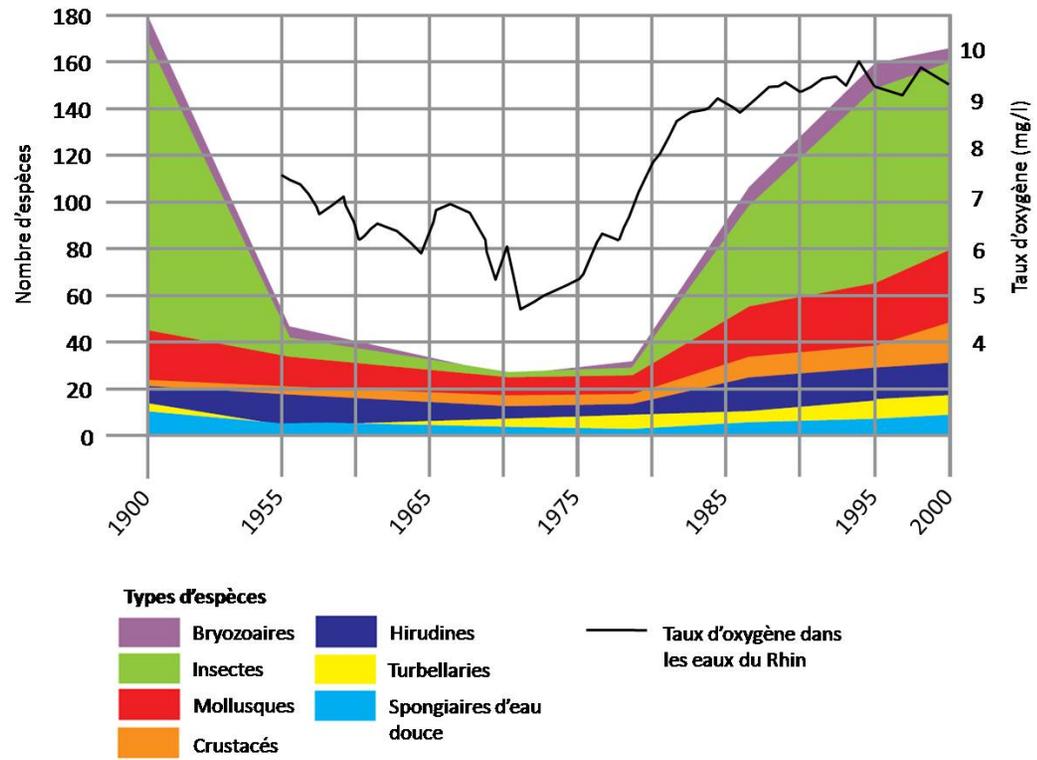
Depuis 2004, le Corps des ingénieurs de l'armée des États-Unis a esquissé un plan de 50 ans pour améliorer l'efficacité de la navigation et restaurer les écosystèmes de la vallée du Mississippi. Ce projet implique la construction de 7 nouvelles écluses de 365 m et l'agrandissement de 5 autres à un coût estimé à 2,4 milliards \$US et un budget additionnel de 5,3 milliards \$US a été alloué pour restaurer l'environnement. En 1972, le Canada et les États-Unis ont signé l'Accord Canada-États-Unis relatif à la qualité de l'eau dans les Grands Lacs. En 1987, cet accord a été révisé pour exiger l'assainissement de secteurs où les conditions environnementales étaient préoccupantes et où des plans d'assainissement avaient été adoptés, en association avec les États locaux et la province de l'Ontario. Le Canada a indiqué 15 secteurs, notamment les ports et les voies navigables, où la restauration de la qualité de l'environnement est nécessaire. Comme suite aux plans d'assainissement, deux écosystèmes ont été restaurés (Collingwood Harbour et Severn Sound).

Polluants	30-49 %	50-69 %	70-100 %	Aucun rejet
Nutriments	Azote		Ammonium Phosphore	
Hydrocarbures volatils		Trichloroéthane	Benzène Dichloroéthane Tétrachloroéthène Tétrachlorométhane Trichloroéthène Trichlorométhane	
Métaux	Arsenic		Plomb Cadmium Chrome Cuivre Nickel Mercure Zinc	
Hydrocarbures peu volatils		Chlortoluène Trichlorobenzène	Composés organohalogénés absorbables sur charbon actif (AOX) Chloroanilines Chloronitrobenzènes Hexachlorobenzène (HCB) Hexachlorobutadiène Polychlorobiphényles (PCB)	Dioxines (1990-1992)
Pesticides		Hexachlorocyclohexane (HCH)	Azinphos-méthyl Bentazone Drines Endosulfan Fenthion Parathion-éthyl Pentachlorophénol (PCP) Composés organoétains	Atrazine (2000) Azinphos-éthyl (1990-1992) Azinphos-méthyl (1992-2000) Dichlorodiphényltrichloroéthane (DDT) (1990-1992) Dichlorvos (2000) Fénitrothion (1992-2000) Parathion-éthyl (1992-2000) Parathion-méthyl (1990-1992) Simazine (1992-2000) Trifluraline (1990-2000)

Tableau 2 Baisse des rejets dans les eaux du Rhin, 1985-2000

Source : CIPR, 2003, p. 10.

Figure 2 Variation du nombre d'espèces et du taux d'oxygénation du Rhin, 1900-2000



Source: Commission internationale pour la protection du Rhin. *Bilan du programme d'Action Rhin*. 2003.

Les États-Unis ont répertorié 26 sites. Celui d'Oswego a été réhabilité. Les gouvernements fédéraux, étatiques, provinciaux et municipaux ont consacré plus de 200 millions \$ aux programmes de réhabilitation. En 2006, le gouvernement du Canada et la Garde côtière des États-Unis ont adopté des règles plus contraignantes dans le cadre du « Règlement sur le contrôle et la gestion de l'eau de ballast » obligeant tous les navires qui proviennent d'au-delà de la zone économique exclusive et pénètrent dans les eaux de compétences canadienne et états-unienne, selon le cas, à échanger l'eau de lest en pleine mer, à conserver l'eau de lest à bord du navire, à rejeter l'eau de lest dans une installation de réception, ou à traiter l'eau de lest. L'amélioration des conditions hydrologiques et écologiques des fleuves permet de réduire les coûts des activités de navigation maritime et portuaires en garantissant une eau de qualité et en réduisant les risques d'érosion des littoraux.

2.4.2. Les mesures de compensation environnementale

Les mesures de compensation visent à atténuer les impacts environnementaux négatifs d'un projet par le rétablissement d'un site ou la construction d'un milieu d'une qualité environnementale similaire ou meilleure que la zone géographique touchée par le projet. Le développement portuaire consomme inévitablement une grande quantité d'espace et de ressources, nécessite des expansions périodiques et modifie la frange côtière dans le but de répondre aux changements technologiques et à la croissance du trafic. Les activités portuaires impliquent le remplissage, le dragage et la construction d'infrastructures sur et dans l'eau. Dans plusieurs cas, la modification des écosystèmes est considérée comme essentielle pour améliorer la compétitivité de l'industrie maritime. En effet, cette dernière reconnaît l'importance de maintenir le régime hydrique des voies maritimes essentiel aux activités de la navigation fluviale. Nos enquêtes révèlent l'existence de deux pratiques fondées sur la réhabilitation de sites contaminés et la création de nouveaux écosystèmes. Dans une perspective de développement durable, cette reconnaissance vise à souligner la contribution de l'industrie en matière de mise en valeur et de conservation des ressources. En prévision des projets d'expansion du port de Montréal à Contrecoeur, l'administration portuaire a entrepris d'accroître le potentiel écologique d'une partie des îles de Boucherville qui ne peut être utilisée à des fins de développement portuaire. L'administration portuaire a prolongé l'étendue des milieux humides et augmenté la diversité écologique de certaines surfaces. L'objectif est d'utiliser l'amélioration de ces zones environnementales à titre de compensation pour le développement portuaire futur à Contrecoeur. L'administration portuaire de Sept-Îles a procédé à la mise en œuvre de travaux de compensation dans la baie de Sept-Îles et sur différentes rivières environnantes. En 2007, plus de 225 000 \$ ont été investis dans des projets de compensation. Les opérations ont consisté à : 1) créer plus de 675 m² de forêt de laminaires dans la baie de Sept-Îles; et 2) transplanter et ensemercer des plantes marines sur 6 000 m² le long de différentes rives et berges de rivières. Nos enquêtes révèlent que la

mise en œuvre de processus permettant de rétablir ou de bonifier les habitats favorise l'amélioration continue de la performance environnementale des exploitations, des installations et des activités portuaires.

2.4.3. La limitation des émissions polluantes

La limitation des émissions de combustibles fossiles s'inscrit dans le cadre des préoccupations liées à la lutte contre les changements climatiques. Plusieurs transporteurs fluvio-maritimes utilisent un carburant dont la teneur en soufre permet de respecter les normes établies par le Protocole de Kyoto (exprimée en tonne-kilomètre). En 2008, l'Organisation maritime internationale (OMI) a exigé que tous les navires utilisent un carburant dont la teneur en soufre n'excède pas 0,5 % d'ici 2020. Le Canada et les États-Unis proposent d'établir une zone de contrôle des émissions (ZCE) dans les eaux côtières de l'Amérique du Nord. Les normes y seront plus sévères que celles de l'OMI. L'objectif est de limiter la teneur en soufre à 1 % pour 2010 et à 0,1 % en 2015. Dès 2016, tous les navires exploités dans les zones de contrôle des émissions seront tenus d'émettre 80 % moins d'oxydes d'azote (NO_x) qu'aujourd'hui. Au Québec, la mise en place en 2007 d'une redevance sur les ventes d'hydrocarbures a permis d'amorcer une certaine internalisation des coûts environnementaux des émissions de gaz à effet de serre. Quelques expériences ont été réalisées dans le but d'utiliser du biodiesel comme carburant de remplacement du pétrodiesel. Le biodiesel est obtenu par réaction chimique en utilisant un alcool léger et des matières grasses végétales ou animales. Le biodiesel contribue de façon notable à la réduction des émissions polluantes et des gaz à effet de serre. Les résultats les plus rentables sur le plan économique consistent à mélanger le biodiesel avec du pétrodiesel dans une proportion de 20 % (Biomer, 2005). Une des avenues les plus prometteuses concerne l'utilisation du gaz naturel liquéfié pour la propulsion des navires puisqu'il s'agit du carburant fossile le moins polluant. L'utilisation du gaz naturel ne produit pas de poussières et n'émet presque aucun oxyde d'azote (NO_x). L'augmentation de la température moyenne à la surface terrestre peut entraîner une modification des niveaux d'eau. La réduction de la pollution atmosphérique constitue donc un facteur de compétitivité pour les administrations portuaires, les exploitants de terminaux et les transporteurs maritimes.

2.5. Conclusion

Il existe des preuves scientifiques suggérant que les activités portuaires et de transport fluvio-maritime contribuent à détériorer certaines composantes de l'environnement, bien que cette empreinte environnementale soit moindre que celle des autres modes de transport en ce qui a trait aux émissions atmosphériques, aux changements climatiques, au bruit, aux coûts de congestion et aux accidents. Il est démontré que le coût externe estimé pour

les émissions atmosphériques est de 0,00074 \$ /t-km pour le transport maritime comparativement au camion (0,00503 \$ /t-km) et au train (0,00173 \$ /t-km). Sur le plan des changements climatiques, le coût externe est évalué à 0,000082 \$ C/t-km pour le transport maritime, 0,000545 \$ /t-km pour le camion et 0,000109 \$ /t-km pour le train. Comme toutes les autres activités anthropiques, les activités portuaires et de navigation fluvio-maritime couvrent un large éventail d'enjeux environnementaux qui leur sont propres. Les membres de l'industrie se mobilisent autour de ces enjeux environnementaux. Ces interventions permettent de surmonter la plupart des impacts environnementaux découlant de la navigation. Mais nos enquêtes de terrain démontrent que la maîtrise de ces conséquences représente un engagement à long terme qui est de plus très coûteux. Les résultats de nos entrevues révèlent que la maîtrise des impacts environnementaux représentera vraisemblablement le plus important facteur de coûts des projets de développement du transport fluvio-maritime. Néanmoins, les initiatives de performance environnementale au sein des activités portuaires et de celles du domaine de la navigation fluvio-maritime démontrent que, de tous les modes de transport, le transport fluvial présente les meilleures réponses de compatibilité avec l'environnement. Cette situation soulève l'intérêt d'examiner les composantes physiques des infrastructures permettant de faire un plus grand usage du transport fluvial.

3. LES INFRASTRUCTURES FLUVIALES

3.1. Introduction

Les composantes physiques des systèmes, y compris les voies navigables, les infrastructures portuaires et les caractéristiques des flottes, permettent d'offrir une mesure de la capacité physique du système et d'indiquer les limites des infrastructures pour répondre aux besoins de trafic actuel et attendu sur les fleuves.

L'échelle et la qualité des infrastructures de transport des fleuves Saint-Laurent, Mississippi, Rhin et Yangtze sont décrites à l'annexe 5. Notre analyse comparative démontre que l'espace fluvial n'est pas neutre. Il est structuré par des équipements qui organisent la circulation, animé par différents types de flux (passagers et marchandises) et utilisé selon des règles (sécurité, sûreté, politiques commerciales, etc.).

L'objectif du chapitre vise à répondre à une série de questionnements. Quelle constatation peut-on faire au sujet des voies navigables, des installations portuaires et des flottes? Comment la qualité des infrastructures influence-t-elle la compétitivité du transport fluvial? Quels sont les moyens nécessaires aux infrastructures pour leur permettre de répondre aux besoins de trafic actuels et futurs sur les fleuves?

3.2. Les principales constatations relatives aux infrastructures de transport fluvial

Les transports maritimes sont indispensables à l'activité économique du globe. La croissance des quantités transportées par mer est un des phénomènes majeurs des échanges mondiaux, en dépit de toutes vicissitudes politiques et économiques conjoncturelles. La nécessité de pénétrer loin à l'intérieur des continents pour sécuriser les approvisionnements ou décharger des marchandises attribue un rôle majeur aux voies fluviales. Mais l'animation des trafics fluvio-maritimes suggère des moyens et des processus de mise en relation entre les voies navigables, les équipements portuaires et les flottes.

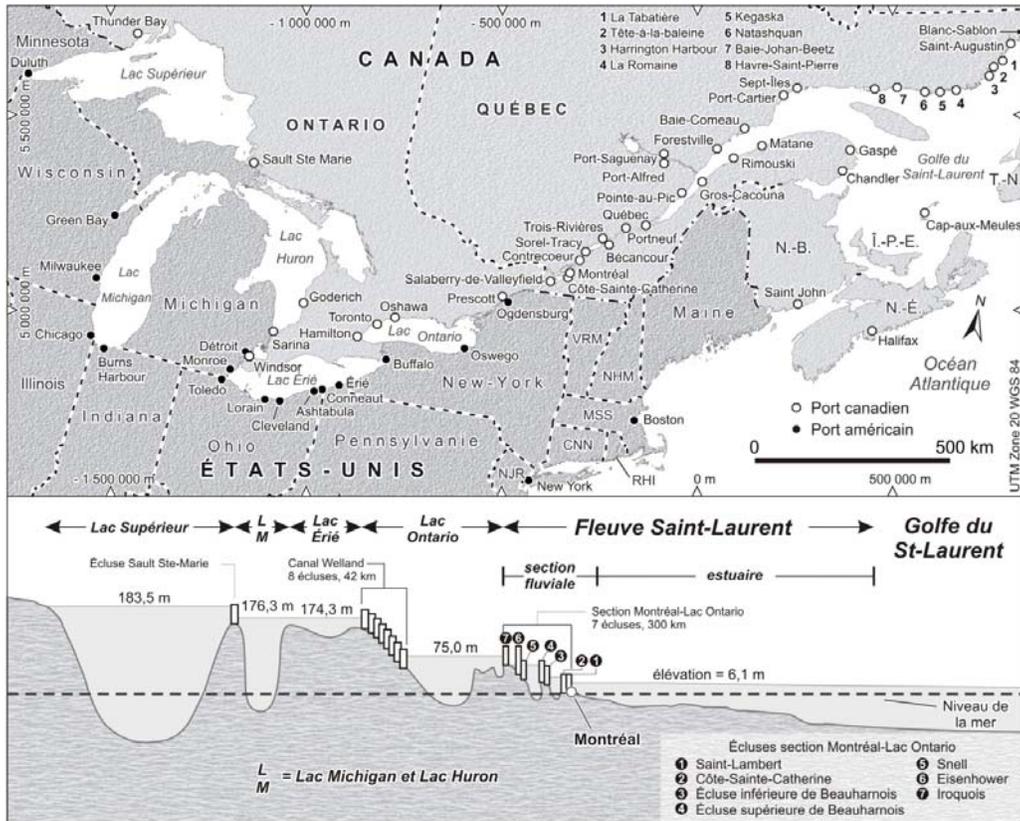
Tous les fleuves sont caractérisés par une grande diversité de leurs infrastructures. Premièrement, les activités portuaires résultent d'un mélange de types de ports (port de marchandises, port de nautisme, port de pêche, port de croisière). Cette coexistence ne se fait pas toujours sans difficulté. L'exercice des fonctions marchandes exige des priorités de passage aux chenaux et une discrétion des manœuvres qui coïncident mal avec les activités des croisières. De plus, la coexistence de la pêche et du nautisme a souvent des conséquences négatives. Deuxièmement, il existe une grande diversité technique entre les équipements mis en place. La plus grande

opposition s'exprime entre les ports de front de mer et ceux de fond d'estuaire. L'insuffisance de navigabilité d'accès vers ces derniers exige souvent de coûteux travaux de modification des voies fluviales. Troisièmement, les littoraux sont inégalement favorables à l'aménagement des infrastructures portuaires. La variété des paysages côtiers impose des contraintes extrêmement difficiles à contourner par la puissance du génie maritime. Un examen des infrastructures actuelles du Saint-Laurent, du Mississippi, du Rhin et du Yangtze permet d'effectuer quatre constatations similaires.

3.2.1. Un large éventail d'infrastructures portuaires

En général, les capacités portuaires ne sont pas un problème dans les systèmes fluvio-maritimes. Le système Saint-Laurent comporte 30 ports au Québec (carte 4). Le Corps des ingénieurs de l'armée des États-Unis a recensé 971 installations portuaires sur le Mississippi, dont 27 ports importants (carte 5). L'étude Buck (2004) a répertorié 334 infrastructures portuaires sur le Rhin, dont plusieurs quais privés. L'étude dénombre 150 ports importants, l'équivalent d'un port tous les 20 km (carte 6).

ANALYSE INTERNATIONALE DES STRATÉGIES DE DÉVELOPPEMENT DES AXES FLUVIO-MARITIMES :
MIEUX POSITIONNER LE SYSTÈME SAINT-LAURENT



Sources : Corporation de Gestion de la Voie Maritime du Saint-Laurent, *Carte de la voie maritime* : www.seaway.ca/fr/navigation/carte/
Transports Québec, *Profil du système Saint-Laurent - Grands Lacs* : www.lesaint-laurent.com/ressources/fichiers/Profil_Voie_maritime_du_Saint-Laurent.pdf

Carte 4 Le système portuaire Saint-Laurent–Grands Lacs, 2010



Carte 5 Quelques ports du système Mississippi, 2010

ANALYSE INTERNATIONALE DES STRATÉGIES DE DÉVELOPPEMENT DES AXES FLUVIO-MARITIMES :
MIEUX POSITIONNER LE SYSTÈME SAINT-LAURENT

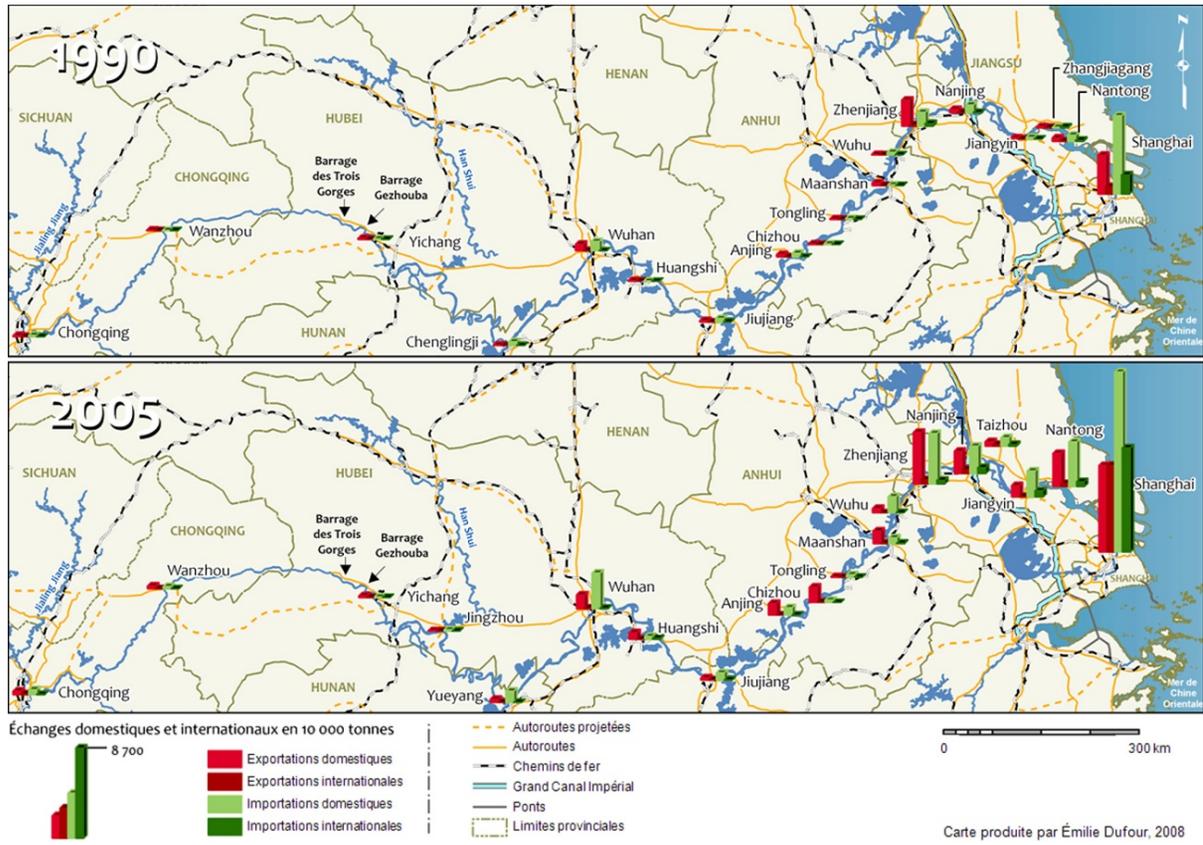


Carte 6 Les principaux ports de la Rangée Nord Europe, 2010

L'Administration du Yangtze a recensé 220 ports fluviaux, dont 24 qui manutentionnent 918 millions de tonnes (carte 7). Les systèmes portuaires se sont accrus et se sont adaptés aux besoins du trafic. Les ports présentent peu de problèmes de congestion en raison du peu de croissance dans la manutention des produits traditionnels. Les ports occupent d'abord une fonction industrielle et la plupart sont possédés ou exploités par des entreprises industrielles. Ce sont des infrastructures autonomes et la nature des trafics implique que plusieurs ports des systèmes fluvio-maritimes ne soient pas influencés par la concurrence d'autres ports. Mais certaines installations portuaires (c.-à-d. entrepôts, quais) sont vieillissantes et doivent être modernisées. En outre, nos enquêtes démontrent qu'il n'existe pas d'évaluation de la capacité de manutention totale des fleuves, ni aucune étude sur la résilience des infrastructures fluvio-maritimes.

3.2.2. La dégradation de l'environnement construit

Plusieurs segments de l'environnement construit des fleuves se dégradent. Les constructions destinées à contenir l'eau (digues, écluses, barrages) vieillissent. Les infrastructures de plusieurs systèmes fluviaux doivent être renouvelées pour maintenir la sécurité et la compétitivité de la navigation commerciale. Plusieurs projets d'ingénierie sont proposés afin d'augmenter les capacités de transport fluvial. Le gouvernement de la Chine a investi massivement dans la construction d'ouvrages hydrauliques (c.-à-d. les Trois Gorges) et dans les activités de dragage. Par ailleurs, les gouvernements provinciaux et municipaux, en partenariat avec des sociétés étrangères, investissent dans la mise à niveau des équipements portuaires. Il convient d'admettre que les conditions d'infrastructures étaient en piètre état. Ainsi, en Chine, l'attention accordée à l'amélioration des installations a grandement contribué à la croissance économique et au développement commercial des provinces centrales, de plus en plus ancrées au dynamisme économique de Shanghai, située à l'embouchure du Yangtze. De plus, tous les axes fluviaux font l'objet de propositions pour approfondir les canaux et les écluses pour supprimer les obstacles à la navigation. Certains projets visent à relier des bassins versants pour prolonger les liens fluviaux ou combler des déficits hydriques. En Europe, les fonds publics d'expansion des capacités du Rhin ont été dirigés vers l'amélioration des liens entre le Rhin et d'autres bassins versants, notamment ceux du Danube et de la Seine.



Carte 7 Trafic des principaux ports du Yangtze, 1990-2005

3.2.3. Les limites imposées par les tirants d'eau

Les tirants d'eau imposent de sérieuses limites à la navigation intérieure et au développement des infrastructures portuaires. La baisse des profondeurs minimales en deçà du zéro de la carte force les navires à réduire leur charge. Une enquête menée auprès des transporteurs indique que plusieurs voyages au cours des cinq dernières années transportaient des charges réduites. C'est notamment le cas des difficultés saisonnières au port de Montréal (D'Arcy, Bibeault et Raffa, 2005). Les changements de profondeur d'eau n'influencent pas seulement la capacité des ports, mais également leur fiabilité, un facteur clé dans le développement des trafics. À Montréal, une baisse de 2 cm du niveau d'eau est concomitante d'une baisse de 120 t de capacité de transport d'un navire. Cette condition a une incidence directe sur les types et les capacités des navires ainsi que sur les méthodes de gestion des trafics fluviaux. Les variations de profondeur d'eau nuisent à la capacité et à l'accessibilité des ports. La baisse des niveaux d'eau des voies fluviales est un inconvénient commercial majeur. Les utilisateurs sont forcés soit de stocker soit de transférer du fret vers un autre mode. Les profondeurs d'eau sont une grande préoccupation sur la façade américaine des Grands Lacs, notamment des lacs Huron, Michigan et Supérieur. Les compagnies maritimes envisagent sérieusement d'investir dans des barges plutôt que dans des laquiers. En 2003, la baisse des niveaux d'eau sur le Rhin a entraîné une réduction de capacité de transport fluvial de 30 % et une augmentation du coût de transport de plus de 100 %. Les pertes pour les entreprises furent estimées à 189 millions €. Les changements climatiques pourraient accentuer les problèmes d'accès dans tous les ports fluvio-maritimes, car une hausse des niveaux d'eau perturbe la navigation.

3.2.4. Le vieillissement des flottes fluviales

Les navires des flottes intérieures sur tous les systèmes fluviaux sont en moyenne plus anciens que les navires océaniques. Bien que la détérioration des navires en eau douce ne soit pas aussi rapide qu'en haute mer, et bien que les navires soient modernisés, l'âge des flottes pose un sérieux défi pour l'avenir. L'âge des navires est un facteur de concurrence. Le vieillissement de l'armement affecte l'efficacité des navires et leur performance environnementale. Les activités de navigation sur le Mississippi sont effectuées par un grand nombre de compagnies privées, mais la flotte est essentiellement dominée par quelques grands exploitants. La propriété de la flotte des Grands Lacs est également très concentrée. Le tableau 3 révèle que près de la moitié de la flotte battant pavillon des États-Unis appartient à une seule compagnie et que les deux premières compagnies comptent pour 75 % de la flotte. Un niveau de concentration similaire existe au Canada où près des trois quarts des navires des Grands Lacs sont contrôlés par deux entreprises. Ces compagnies éprouvent des difficultés à renouveler leur flotte malgré les subventions disponibles pour le renouvellement de la flotte états-unienne. En

vertu du *Jones Act*, ces compagnies doivent utiliser les chantiers navals des États-Unis. Mais le nombre de chantiers navals engagés dans la construction de barges diminue. L'âge moyen de la flotte canadienne, affectée au vrac solide sur la Voie maritime et les Grands Lacs, est de plus de 30 ans (tableau 4).

Pays	Compagnie maritime	Nombre de navires	Âge moyen des navires (années)	Tonnage total	Pourcentage du tonnage total par pays
Canada	Seaway Marine Transport	33	37,6	620 394	47,7
	Canada Steamship Lines	14	31,5	318 346	24,5
	Lower Lakes Towing Ltd	7	50,9	98 028	7,5
	Petronav	5	20,4	40 904	3,1
	Algoma Tankers	4	18,8	44 320	3,4
États-Unis	American Steamship Company	18	35,2	752 697	42,3
	Interlake Steamship	9	45,2	426 600	24,0
	Keystone Shipping	8	44,1	348 023	19,6
	Grand River Navigation	7	49,4	137 587	7,7

Tableau 3 Principaux exploitants des flottes de la Voie maritime du Saint-Laurent et des Grands Lacs, 2007

Type de navire	Tonnage brut	Nombre	Âge moyen
Vraquier	1 122 501	61	37
Barge	201 878	383	41
Cargo général	90 262	46	43
Traversier	73 434	81	40
Citerne	60 619	13	35
Dragueur	9 512	27	51
Autres	3 583	7	47

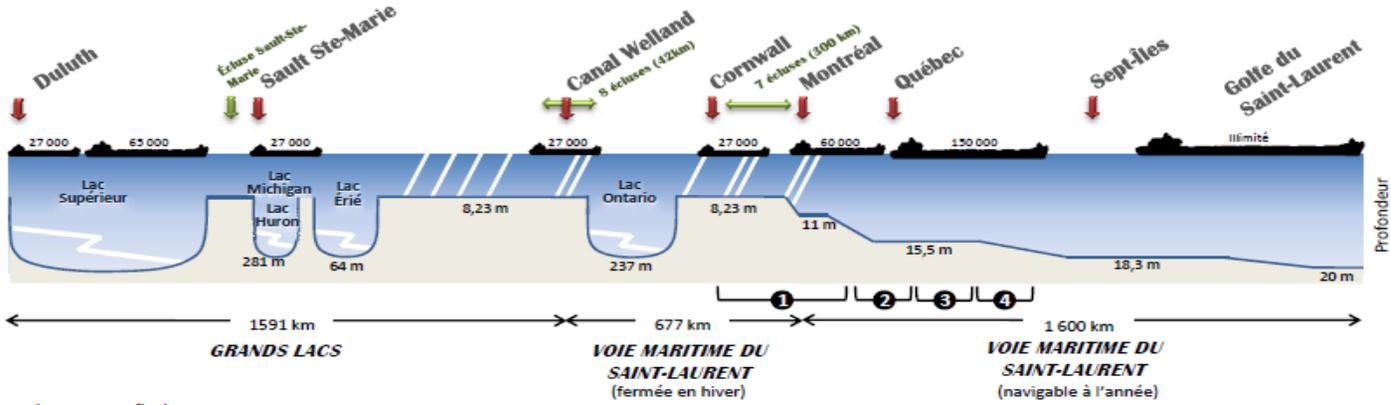
Source : Innovation Maritime, 2007.

Tableau 4 Profil de la flotte de la Voie maritime du Saint-Laurent et des Grands Lacs, 2006

La plupart des navires ont été construits pour répondre aux nouvelles conditions offertes par l'ouverture de la Voie maritime en 1959. Deux grandes classes de navires utilisent l'ensemble ou une partie du système fluvio-maritime du Saint-Laurent : les navires océaniques et les laquiers. Les navires océaniques incluent un large éventail de tailles et de types. Les plus grands peuvent avoir une capacité de 250 000 t et sont restreints aux ports situés en aval de Québec. Ceux de 65 000 t peuvent atteindre Montréal (figure 3). Les navires océaniques, dont la capacité est de moins de 10 000 t, peuvent accéder à la Voie maritime et circuler sur les Grands Lacs. Les porte-conteneurs d'une capacité maximale de 4 000 EVP (équivalent vingt pieds) peuvent accoster au port de Montréal. Les laquiers sont des navires conçus selon les dimensions maximales des écluses de la Voie maritime et dont les caractéristiques particulières sont leur longueur et leur fond plat. Très peu de navires étrangers traversent toute la Voie maritime, à l'exception du segment situé en aval de Montréal où dominent des navires océaniques dont l'âge est substantiellement moindre que celui des navires canadiens. Bien que la détérioration des navires en eau douce ne soit pas aussi prononcée qu'en haute mer et bien que les navires soient modernisés, l'âge de la flotte pose un sérieux défi pour l'avenir. Les chantiers navals canadiens n'ont plus la capacité de construire la plupart des catégories de navires cargos requis actuellement par les armateurs. La flotte canadienne est mal adaptée pour répondre à de nouveaux trafics. La flotte du système Saint-Laurent–Grands Lacs comprend un éventail très restreint de types de navires. Ceux-ci sont presque exclusivement des transporteurs de vrac solide et liquide. Les autres catégories de navires actifs sur le Saint-Laurent sont pratiquement absentes ou sont affectées exclusivement à l'approvisionnement des communautés du Nunavik et du Nunavut.

Quelques petits navires océaniques circulent sur le Rhin aussi loin que Duisbourg et sur le Yangtze, jusqu'à Nanjing (figure 4). Ce sont généralement des navires attirés par la disponibilité de trafic et par la possibilité de servir directement les marchés côtiers à partir de l'intérieur du continent sans avoir à transiter par les portes continentales.

SYSTÈME SAINT-LAURENT—GRANDS LACS

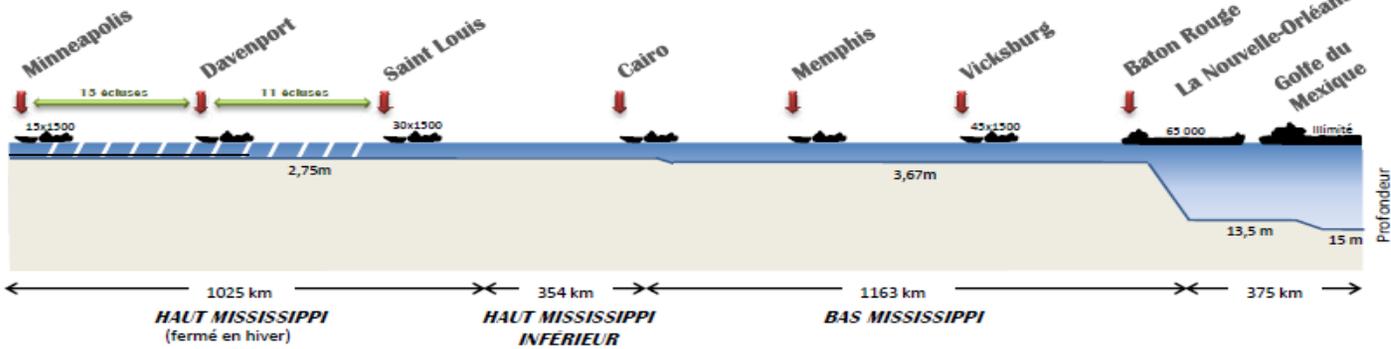


Les secteurs fluviaux

- ❶ Tronçon fluvial : De Cornwall à Trois-Rivières.
- ❷ Estuaire fluvial : De Trois-Rivières à la pointe est de l'île d'Orléans.
- ❸ Moyen estuaire : De la pointe est de l'île d'Orléans à Tadoussac.
- ❹ Estuaire maritime : De Tadoussac à Pointe-des-Monts.

Source : Selon un schéma de Transport Québec

SYSTÈME MISSISSIPPI



Source : Selon un schéma de Transport Québec

Profil des navires sur les systèmes Saint-Laurent—Grands Lacs et Mississippi, 2010

3.3. Les défis de concurrence du transport fluvial

Les infrastructures jouent un rôle majeur dans l'exploitation commerciale des systèmes fluviaux. En général, l'état des infrastructures fluviales est adéquat et, à court terme, elles sont en mesure de manutentionner le taux actuel de trafic. Les principaux défis résident dans la capacité des systèmes de s'adapter à la croissance des trafics, à l'arrivée de nouveaux types de trafic et à la concurrence des modes de transport terrestre.

3.3.1. L'adaptation à la croissance des trafics

La capacité des systèmes fluvio-maritimes de s'adapter à la croissance des trafics est complexe. L'analyse des trafics portuaires montre que le monde est entré dans une nouvelle phase d'économie maritime caractérisée par une croissance du volume des échanges, une multiplication dans la nature des produits transportés et une plus grande répartition des flux entre les océans mondiaux. La demande mondiale de produits transportés par voie maritime océanique a triplé depuis les années 70 pour atteindre plus de 8 milliards de tonnes en 2008. La part qui revient, en kilogrammes, à chaque habitant, dans le commerce extérieur par mer, ne cesse de croître. Sans qu'il y ait une proportionnalité simple, la puissance commerciale d'un État va de pair avec son activité portuaire et la capacité d'accueil de ses équipements littoraux. Les besoins d'espaces à terre pour accueillir des tonnages additionnels peuvent modifier la morphologie des ports et les rapports entre le port et la ville en raison des risques inhérents à la croissance des flux maritimes. Le transport fluvio-maritime est essentiellement affecté au trafic de vrac. Ces trafics sont volumineux, mais stables ou en déclin. Les équipements portuaires ont été conçus pour manutentionner le vrac. La croissance des trafics ne peut provenir que du transport de fret, de néo-vmrac ou de conteneurs, ce qui nécessite l'ajout d'installations portuaires. Plusieurs administrations portuaires pourraient avoir à affronter d'importants problèmes en ce qui a trait à la modernisation de leurs installations ou de leur expansion, à la suite de la croissance des trafics.

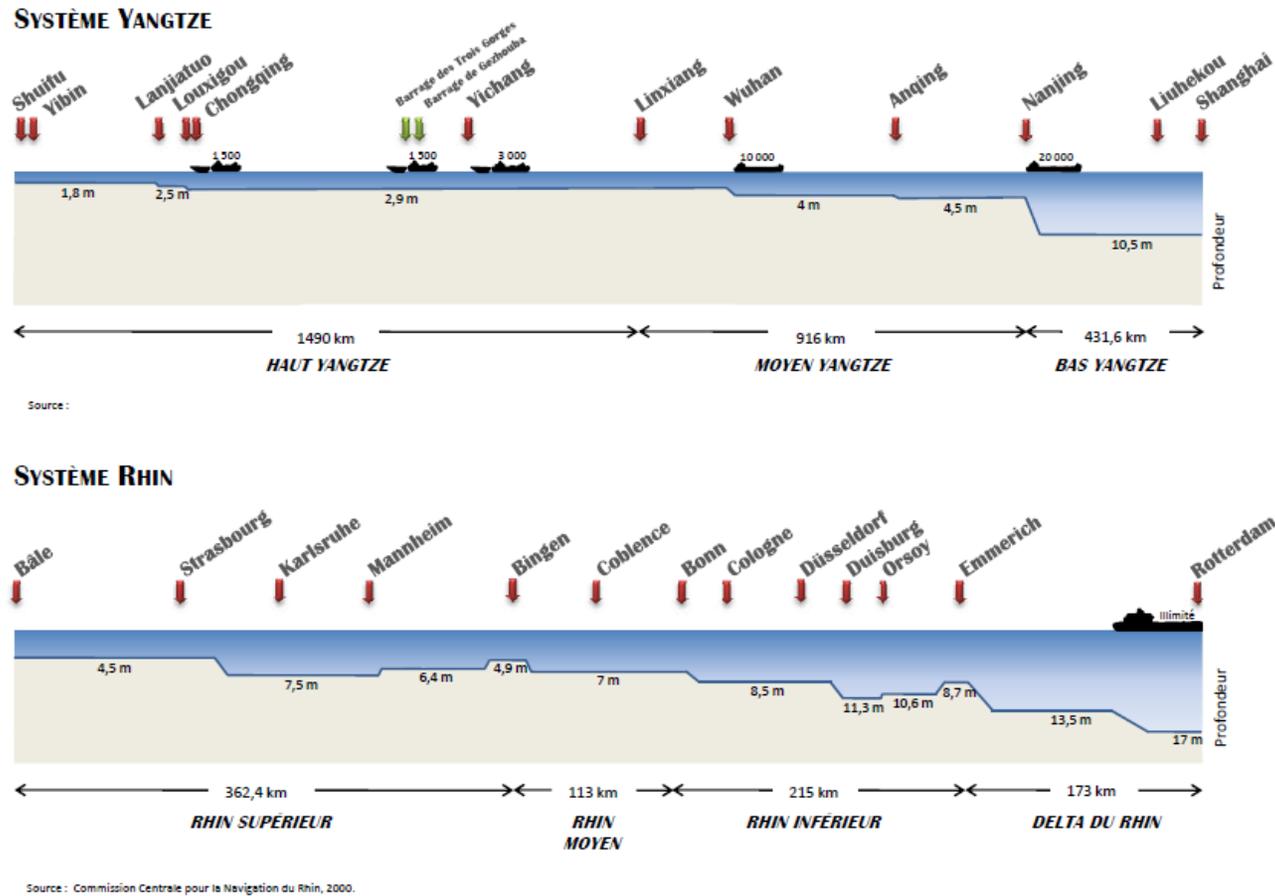


Figure 4 Profil des navires sur les systèmes Yangtze et Rhin, 2010

3.3.2. Les problèmes de capacité liés aux trafics conteneurisés

L'essentiel de la croissance récente provient du trafic de conteneurs et ce trafic pose déjà plusieurs problèmes de capacité portuaire. L'introduction de nouveaux types de fret nécessite des navires polyvalents capables d'embarquer toutes sortes de cargaison. Les armements fluviaux les plus récents sont les rouliers et les porte-conteneurs de 400 EVP. Le développement de nouvelles fonctions dans les ports fluviaux soulève la question de la capacité de ces ports à offrir des infrastructures efficaces. Les terminaux à conteneurs et à rouliers nécessitent des types d'installations différents de ceux du vrac. La croissance de ces trafics sur le Rhin a entraîné une recherche frénétique de nouveaux sites. Les capitaux privés jouent un rôle très important puisque les propriétaires de porte-conteneurs et de rouliers ont dû rapidement faire face aux insuffisances des terminaux fluviaux qui manutentionnent le trafic de vrac. Quelques administrations portuaires, notamment Duisbourg, ont été très actives dans l'aménagement de nouvelles installations visant à diversifier le portefeuille d'activités portuaires. Les échanges de marchandises conteneurisées contribuent à l'évolution de l'aménagement portuaire du fait de la spécialisation des quais sous l'effet de nouvelles techniques de conditionnement. Les sites portuaires du Yangtze ont été adaptés à la croissance anticipée de trafic de conteneurs.

3.3.3. La concurrence des modes de transport terrestre

Les transports ferroviaires et routiers demeurent les principaux concurrents des systèmes de transport fluvio-maritime. Les voies ferrées ont des trajectoires parallèles aux fleuves et sont également affectées au transport de vrac. Nos enquêtes démontrent que la demande générale de transport de fret a entraîné une modernisation du rail qui le rend très concurrentiel. Les compagnies de chemins de fer aménagent des cours ferroviaires intelligentes, augmentent la capacité portante et le temps de transit des corridors ferroviaires, investissent dans les voies d'évitement des chemins de fer à voie unique, optimisent l'utilisation du matériel roulant et règlent certains problèmes de capacité. Les ports intérieurs du Mississippi ont enregistré une baisse d'environ 10 millions de tonnes pour la période 1994-2004 en raison de changement dans les sources d'approvisionnement favorisant le charbon du Wyoming, dont les coûts sont moindres et lequel est transporté par voie ferrée. La différence de prix pour le transport d'un conteneur par voie ferrée ou par barge entre les ports océaniques qui composent la Rangée Nord Europe et le port fluvial de Duisbourg est moins de 2 %. Les entrevues menées auprès des administrations portuaires du Mississippi attestent l'incapacité des transporteurs fluviaux d'offrir un service plus concurrentiel que la compagnie de chemin de fer Canadien National pour le transport de fret conteneurisé entre les Grands Lacs et le golfe du Mexique. Le secteur de l'industrie du camionnage est également très concurrentiel, car même le fret acheminé par voie fluviale doit la plupart du temps être cueilli à son origine et livré à sa

destination finale par camion. Les expéditeurs préfèrent souvent un service de transport terrestre bout en bout plutôt qu'une combinaison « fluvial/routier » en raison du coût et du temps de transfert modal pour le transport de marchandises. Reconnaissant les externalités négatives élevées du transport routier, l'industrie du camionnage a entrepris des efforts pour réduire ses conséquences sociales et environnementales. Concernant les émissions de SO₂, une étude européenne sur les émissions polluantes des porte-conteneurs, des vraquiers et des rouliers démontre un taux d'émission de polluants (exprimé en gramme/tonne litre kilomètre) plus élevé pour ces navires que pour les camions de 20 t (Kristensen, 2001).

3.4. Les pratiques émergentes de modernisation des infrastructures fluviales

Les trafics peuvent augmenter ou décliner en fonction de divers éléments : introduction de nouvelles technologies, construction de nouvelles infrastructures, élaboration de politiques, adoption de mesures d'utilisation du sol et changements commerciaux. Tous les fleuves sont touchés par la nécessité d'adapter les infrastructures pour répondre à ces changements.

Notre étude comparative à l'échelle internationale révèle que l'augmentation du potentiel du transport fluvio-maritime repose sur l'utilisation de meilleurs outils de gestion, le développement de systèmes de transport remorqueurs-barges et l'accroissement de la polyvalence des navires traversiers.

3.4.1. La nécessaire utilisation des technologies informatiques

L'augmentation de la capacité de transport fluvial nécessite une meilleure utilisation d'outils informatiques et l'adoption de mesures d'utilisation des infrastructures. Premièrement, les profondeurs d'eau constituent un problème. Les activités de dragage autres que le dragage d'entretien sont peu probables en raison des coûts et des impacts environnementaux. Plusieurs administrations fluviales ont entrepris le développement de systèmes d'information géographique pour accroître les capacités de navigation fluviale. L'objectif consiste à construire un réseau de données numériques pour l'ensemble des fleuves (cartes numériques, système acoustique, transfert de données en temps réel sur le profil des vagues, les courants marins, la sédimentation, etc.) afin d'accroître les connaissances bathymétriques des eaux peu profondes et de permettre d'optimiser l'utilisation des eaux navigables. Deuxièmement, tous les fleuves sont touchés par la nécessité d'évaluer la productivité des installations. Le développement d'indicateurs d'utilisation des équipements est une composante essentielle de réussite du transport fluvio-maritime. Ces indicateurs constituent d'importants marqueurs des avantages comparatifs de la fiabilité des réseaux logistiques et de la fluidité des trafics.

3.4.2. L'utilisation de systèmes remorqueurs-barges

L'augmentation de la capacité des flottes fluviales repose sur de nouvelles techniques de transport. La croissance des trafics le long du Rhin a soumis les infrastructures à d'importantes pressions. L'avènement de nouveaux trafics exige des investissements dans de nouveaux modes de transport fluviaux. Lorsqu'il n'existe pas de structure de transport fluvial basée sur un noyau et des lignes de collecte ainsi que de distribution, nos enquêtes à l'échelle internationale auprès de transporteurs fluviaux révèlent que ces derniers configurent leurs services en fonction de quelques ports à partir desquels la marchandise est distribuée par des services secondaires de transport par barge. L'utilisation de systèmes remorqueurs-barges offre des solutions très souples puisque plusieurs types de fret peuvent être transportés dans un même convoi et que les barges individuelles peuvent être livrées ou ajoutées aux ports en cours de route (tableau 5). Ces systèmes permettent une réduction substantielle des coûts en capitaux.

Pays	Capacité	2005	2002	Variation (%)
Allemagne	Unité	1 930	1 895	1,84
	Tonnage	2 042 133	2 060 680	-0,90
Belgique	Unité	1 426	1 268	12,46
	Tonnage	1 129 556	1 380 786	-18,19
France	Unité	1 378	1 761	-21,74
	Tonnage	1 012 442	1 130 975	-10,48
Pays-Bas	Unité	3 789	4 012	-5,55
	Tonnage	4 583 707	4 620 403	-0,79
Suisse	Unité	17	12	41,66
	Tonnage	35 445	23 369	51,67

Source : Commission centrale pour la navigation du Rhin, 2006.

Tableau 5 Évolution des flottes nationales d'automoteurs et de barges sur le Rhin, 2002-2005

3.4.3. Un rôle accru pour les services de traversiers

Les compagnies de traversiers traditionnelles livrent une nouvelle concurrence aux rouliers purs à la fois pour les marchandises accompagnées et non accompagnées (remorques sans tracteur). Le transfert de passagers entre les rives d'un fleuve est un phénomène de masse essentiel aux économies locales. La dynamique des services de traversiers qui reposent sur des horaires déterminés et correspondent à des réseaux de distribution offre des conditions de succès pour le développement de services maritimes sur courte distance. Les chantiers navals européens et chinois conçoivent des unités permettant d'accroître la charge des traversiers. La Chine maintient une série

de paquebots pour le cabotage fluvial qui intègre les fonctions de transport de voyageurs et de marchandises. Plusieurs gares maritimes des littoraux européens ont profité d'aménagements (allongement et élargissement des jetées, construction de nouvelles passerelles, élargissement des stationnements, etc.) permettant l'accès à des traversiers de plus grande capacité. Cette évolution des traversiers permet d'accroître la valorisation foncière des littoraux dans une perspective de développement durable, stimule la relance ou la transformation des quais et permet aux exploitants de traversiers de pallier les fluctuations résultant des fréquentations touristiques saisonnières et ainsi d'accroître leurs recettes.

3.5. Conclusion

Notre analyse démontre que les voies navigables, les infrastructures portuaires et les flottes des systèmes fluviaux doivent se moderniser afin de répondre à la croissance et à la modification des trafics et de s'adapter aux exigences du gigantisme naval. D'importants changements surviennent relativement aux activités fluvio-maritimes, aux innovations technologiques et aux méthodes de gestion. Tous les fleuves sont touchés par les transformations de la vitesse, de l'échelle et de la spécialisation de la navigation maritime. Les avancées techniques de la navigation fluvio-maritime concernent le déploiement de nouveaux types de navires polyvalents. Ceux-ci sont construits d'écomatériaux, munis de systèmes de propulsions écoénergétiques et capables de répondre aux besoins de transit des passagers et des marchandises. La configuration des ports doit être optimale afin de réduire les pertes d'espace, d'accroître le niveau d'accessibilité terrestre et maritime et de disposer de terre-pleins de stockage capables de suivre le développement des trafics. Ces exigences s'effectuent parallèlement à l'automatisation croissante des opérations de chargement et de déchargement des terminaux. Sur le plan de la gestion, les infrastructures physiques des fleuves sont de plus en plus appuyées par des systèmes intelligents de transport permettant d'évaluer la productivité des installations, d'accroître la capacité des infrastructures, de mesurer la conséquence environnementale et d'améliorer la fluidité des trafics. Mais la compréhension des mutations induites dans les voies fluviales, les ports et les flottes requiert un examen de la structure des trafics de la navigation fluviale.

4. LES MARCHÉS DU TRANSPORT FLUVIAL

4.1. Introduction

La voie fluviale est un mode de transport qui assume depuis longtemps une capacité de massifier des flux permettant d'abaisser les coûts de transport. À cette constatation économique s'ajoutent les conditions de développement durable. Le transport fluvial consomme moins d'énergie (exprimée en fonction de coûts à la tonne-kilomètre) et offre une plus haute efficacité que la route et le rail quant aux coûts externes.

Les caractéristiques commerciales des fleuves Saint-Laurent, Mississippi, Rhin et Yangtze sont décrites à l'annexe 6. Notre recherche comparative à l'échelle internationale démontre que la viabilité d'un service maritime fluvial nécessite une régularité des volumes et dépend de l'attrait commercial d'un port intérieur ou deltaïque dans les chaînes d'approvisionnement industriel.

L'objectif du présent chapitre consiste à répondre à une série de questions concernant la distribution fluviale des marchandises. Comment évoluent les marchés traditionnels du transport fluvial des marchandises? Comment la compétitivité du transport fluvio-maritime peut-elle attirer de nouveaux marchés? Quelles sont les pratiques d'accroissement du transport fluvial de marchandises?

4.2. Le trafic fluvial

Depuis 1995, la croissance du commerce mondial dépasse celle de la flotte maritime mondiale, ce qui reflète la productivité améliorée de la flotte maritime grâce à une augmentation de la capacité de chargement des navires océaniques. Les processus de mondialisation ont favorisé l'apparition d'un marché du transport extrêmement concurrentiel, caractérisé par la multiplication des liens, le développement de nouveaux itinéraires, les structures de prix déréglementées et l'autonomie plus grande des sociétés de transport dans l'organisation de leurs activités. Les tonnes-kilomètres associées au commerce maritime mondial augmentent plus rapidement que les tonnages. L'industrie du transport maritime intègre des marchés de plus en plus éloignés. Plus de la moitié des échanges commerciaux mondiaux s'effectuent désormais à une distance de plus de 3 000 km.

Notre analyse démontre que, pour tous les pays à l'étude, la demande générale de transport de fret augmente plus rapidement que la croissance économique. C'est ce que permet de vérifier l'indice d'intensité en transport, calculé en fonction du rapport entre le volume de marchandises transportées en tonnes-kilomètres et le produit national brut (PNB) exprimé à prix constants. Le Canada, les États-Unis, la Chine et l'Europe ne sont pas en mesure de

découpler la croissance économique de la performance du transport de fret. Les transactions commerciales exigent un effort d'adaptation des moyens d'acheminement. Inversement, l'amplification des capacités des modes de transport peut permettre l'expansion du commerce. Ces liaisons de causalité mutuelle existent dans les trafics fluvio-maritimes. Les infrastructures fluvio-maritimes doivent s'adapter aux exigences spécifiques des différents types de marchandises (vrac, conteneurs, autres) et à leurs fonctions (transit, industriel, marché océanique). La qualité et la capacité des modalités d'acheminement, des routes et des relais sont indispensables à toute expansion du commerce. L'analyse de l'évolution des trafics fluvio-maritimes du Saint-Laurent, du Mississippi, du Rhin et du Yangtze révèle trois caractéristiques communes.

4.2.1. La prédominance du transport de vrac

Le transport fluvial se consacre de façon dominante aux chaînes de transport de marchandises en vrac. Les mêmes conditions prédominent pour tous les fleuves à l'étude. Le vrac se prête particulièrement bien au transport de masse où des prix attractifs sont couplés à une grande capacité. Les fleuves servent depuis fort longtemps au transport de vrac pour lequel la considération des coûts de transport est plus importante que la vitesse de déplacement. Le transport de charbon, de produits pétroliers et chimiques, de matériaux de construction et de céréales domine le volume de fret transporté sur le Mississippi (tableau 6). Les matériaux de construction, le charbon et le fer comptent pour près de 60 % du volume de fret transporté sur le Yangtze (tableau 7). Les produits de vrac sec (fer) et les combustibles fossiles (produits pétroliers et chimiques, charbon) comptent pour près de 50 % du volume de fret manutentionné sur le Saint-Laurent (tableau 8). Un grand nombre de sidérurgies, de papeteries, d'industries pétrochimiques et de cimenteries se sont implantées sur des sites riverains en raison du besoin universel d'approvisionnement en eau à des fins industrielles. Ces produits sont liés à des zones de concentration industrielle traditionnelle qui favorisent le transport de vrac sec et liquide. Le fer, le charbon, les produits pétroliers et chimiques ainsi que les matériaux de construction comptent pour 50 % à 70 % du volume de fret transporté par voie fluviale. L'analyse des nouvelles perspectives de marché pour le transport fluvial révèle que, même en considérant les coûts externes, il y a peu de chances de voir s'effectuer un transfert modal de la route ou du rail vers le fleuve. Le transport fluvial doit développer de nouveaux créneaux de marché mettant en valeur la capacité des voies navigables, la massification des flux et le transport de nouveaux types de vrac peu exigeants quant au temps de transit et de livraison.

4.2.2. Un trafic plus déterminé que déterminant

Le poids et le rôle des produits de vrac dans la navigation fluviale sont davantage déterminés que déterminants. Premièrement, les littoraux de tous

les fleuves à l'étude disposent d'importants complexes industrialo-portuaires liés à des activités de métallurgie, d'aluminerie, de pétrochimie, de cimenterie, de production thermique ou du secteur agroalimentaire. Ce sont les principaux donneurs d'ordre de transport fluvio-maritime. Ils organisent les transports avec des catégories de navires bien particulières ayant des besoins très précis

Produit	2004	%	1994	%
Charbon	165 469	35,05	176 679	36,91
Produits pétroliers et chimiques	111 493	22,94	111 283	23,25
Matériaux de construction	85 047	17,50	75 760	15,83
Céréales	47 078	9,69	42 906	8,96
Produits agricoles	27 134	5,58	31 568	6,59
Produits métalliques primaires	16 815	3,46	13 687	2,86
Minerai de fer	12 420	2,56	6 957	1,45
Minéraux	11 239	2,31	8 904	1,86
Métaux	5 293	1,09	4 102	0,86
Produits forestiers	2 382	0,49	5 265	1,10
Biens manufacturés, machines et équipement de transport	1 287	0,26	716	0,15
Déchets et autres produits	284	0,06	631	0,13
Pâtes et papiers	44	0,01	216	0,05
Total	485 985	100,00	478 674	100,00

Source : USACE, 2005^e

Tableau 6 Types de fret manutentionnés dans les ports du Mississippi, 1994-2004 (milliers de tonnes courtes)

Produits	Trafic (millions de tonnes)	% dans le système du Yangtze
Matériaux de construction	199,6	21,7
Charbon	179,2	19,5
Fer	160,0	17,4
Produits pétroliers et chimiques	66,3	7,2
Produits métalliques primaires	63,7	7,0
Minerais	41,5	4,5
Autres produits	207,9	22,7
Total	918,2	100,0

Source : Yangtze Transport, 2008.

Tableau 7 Types de fret manutentionnés dans les ports du Yangtze, 2007

Produit	2004	%	1994	%
Minerai de fer	26 424 163	25,19	39 833 254	38,51
Produits pétroliers et chimiques	24 869 162	23,71	19 383 528	18,74
Minéraux	16 668 384	15,89	3 806 607	3,68
Céréales	9 695 206	9,24	12 835 048	12,41
Métaux	9 075 488	8,65	11 921 700	11,53
Produits agricoles	4 751 713	4,53	3 455 200	3,34
Charbon	3 389 021	3,23	3 576 395	3,46
Biens manufacturés	3 092 012	2,95	2 426 666	2,35
Produits métalliques primaires	2 570 106	2,45	2 529 299	2,45
Pâtes et papiers	2 008 016	1,91	2 167 359	2,10
Machines et équipement de transport	1 526 393	1,46	913 831	0,88
Produits forestiers	819 606	0,78	570 431	0,55
Phosphates	4 117	0,00	14 681	0,01
Total	104 893 387	100,00	103 433 999	100,00

Source : Statistique Canada, 2007.

Tableau 8 Types de fret manutentionnés dans les ports du Saint-Laurent, 1994-2004

quant aux aménagements portuaires. Deuxièmement, ces industries lourdes construites dans les années 60 ont consenti des investissements importants dans des infrastructures portuaires et des équipements de manutention hautement mécanisés. Les usines fonctionnent avec les mêmes clients, sur la base de contrats à long terme et sont propriétaires ou concessionnaires exclusifs de quais. Troisièmement, l'avenir de cette structure de marché est incertain. Le marché du fer est soumis à la consolidation mondiale du secteur de l'acier et à l'émergence d'une nouvelle demande. L'adoption d'un plan de fermeture de plusieurs industries sidérurgiques européennes par ArcelorMittal devrait influencer le transport de fer sur le Rhin. Les échanges de combustibles fossiles varient en fonction du volume des réserves et de la fluctuation des prix. La demande de matériaux de construction est liée aux investissements consentis dans le secteur du bâtiment et des travaux publics. La fermeture de certaines installations de l'industrie lourde le long des littoraux pose le problème de maintien des fonctions de transport de fret fluvio-maritime induites par de nouvelles activités industrielles qui privilégient la voie d'eau. Quatrièmement, les fleuves peuvent devoir affronter des changements dans la direction des échanges. L'augmentation de la production d'éthanol aux États-Unis a entraîné un déclin des exportations de maïs et une augmentation du volume de produits agricoles brésiliens vers le Midwest.

4.2.3. Une baisse des parts de marché

La navigation fluviale ne cesse de perdre des parts de marché. Tous les fleuves à l'étude sont touchés par les détournements de trafic au bénéfice du transport terrestre. La croissance générale de la demande du transport, telle qu'elle est exprimée ci-dessus, repose essentiellement sur la performance du transport terrestre. La distance moyenne parcourue pour l'ensemble des réseaux de transport terrestre augmente. Les itinéraires du transport ferroviaire et routier incluent de longs parcours intérieurs et transfrontaliers au sein des blocs économiques (ALÉNA, Union européenne). En Chine, le réseau ferroviaire domine le transport de marchandises exprimé en tonnes-kilomètres (tableau 9).

Année	Total		Rail		Route		Fluvial	
	t-km	%	t-km	%	t-km	%	t-km	%
1990	17 431,4	100	10 622,4	60,9	3 358,1	19,3	3 450,9	19,8
1995	23 358,6	100	13 049,5	55,9	4 694,9	20,1	5 614,2	24,0
2000	26 561,1	100	13 770,5	51,8	6 129,4	23,1	6 661,2	25,1
2005	40 539,5	100	20 726,0	51,2	8 693,2	21,4	11 120,3	27,4

Source : Zhongguo Jiaotong Nianjian, 1996-2006.

**Tableau 9 Performance du transport de fret en Chine, 1990-2005
(100 millions de tonnes-kilomètres)**

Quant au transport routier, il achemine 75 % de l'ensemble du volume de fret exprimé en tonnes (tableau 10). Ce partage modal demeure inchangé depuis 30 ans dans le contexte d'un pays dont le taux de croissance économique annuel moyen est d'environ 10 %.

Année	Total		Rail		Route		Fluvial	
	10 000 t	%	10 000 t	%	10 000 t	%	10 000 t	%
1990	945 407	100	150 681	15,9	724 040	76,6	70 686	7,5
1995	1 204 312	100	165 982	13,8	940 387	78,1	97 943	8,1
2000	1 316 836	100	178 581	13,6	1 038 813	78,8	99 442	7,6
2005	1 782 173	100	269 296	15,1	1 341 778	75,3	171 099	9,6

Source : Zhongguo Jiaotong Nianjian, 1996-2006.

Tableau 10 Volume de transport de fret en Chine, 1990-2005

En Europe, la performance du transport de fret repose de plus en plus sur le transport routier. La part du transport fluvial diminue malgré l'élargissement de l'Union vers l'est (figure 5).

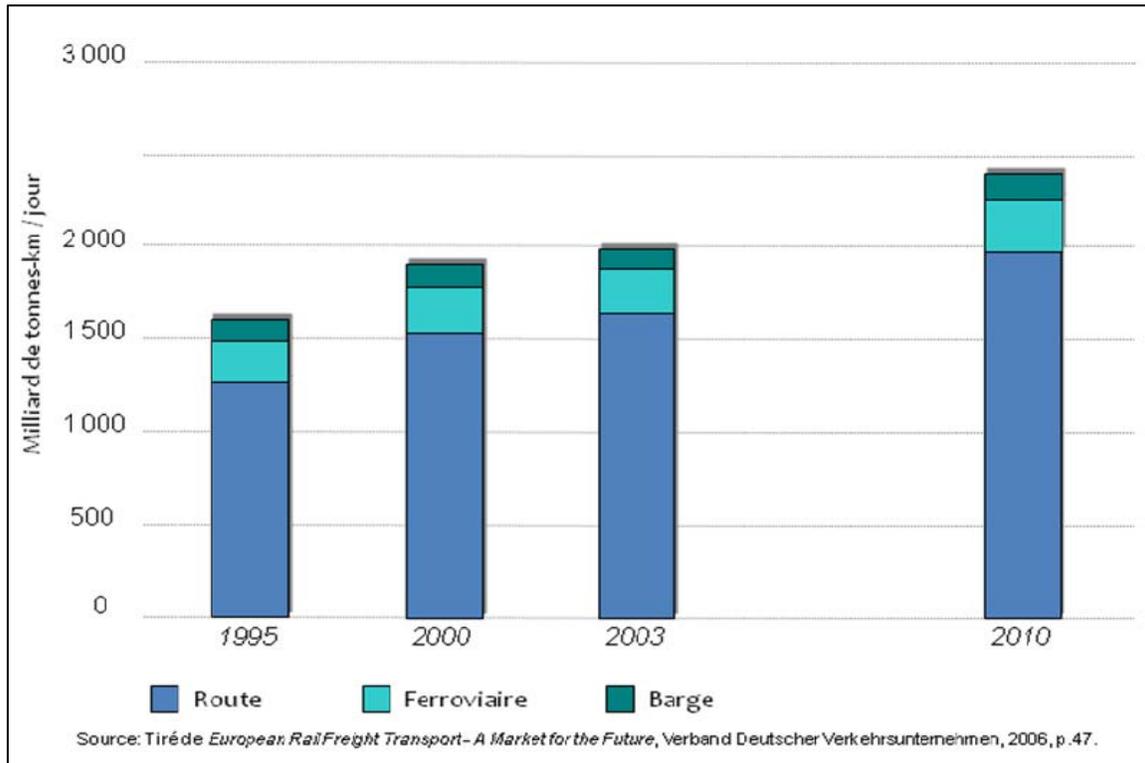


Figure 5 Partage modal du transport de marchandises en Europe, 1995-2010

Le trafic de fret intérieur transporté par route, chemin de fer et voies maritimes intérieures aux États-Unis totalise 5 282 milliards de tonnes-kilomètres en 2005 — une croissance de plus de 670 milliards de tonnes-kilomètres depuis 1995. La performance du transport fluvial, laquier et côtier a diminué de 1 179,3 à 863,2 milliards de tonnes-kilomètres (tableau 11).

Année	Total		Rail		Route		Maritime	
	t-km	%	t-km	%	t-km	%	t-km	%
1995	4 611,8	100	1 922,8	43	1 509,7	33	1 179,3	24
2000	4 941,9	100	2 257,6	46	1 741,5	35	942,8	19
2005	5 282,7	100	2 531,3	48	1 888,2	36	863,2	16

Source : U.S., Bureau of Transportation Statistics, 2007.

Tableau 11 Performance du transport de fret intérieur aux États-Unis, 1996-2005 (milliards de tonnes-kilomètres)

Le volume de trafic des ports du système Saint-Laurent, représentant environ 105 millions de tonnes, demeure pratiquement inchangé depuis 20 ans (tableau 12).

Année	Trafic	Année	Trafic
1994	103 433	2000	96 529
1995	--	2001	93 153
1996	104 448	2002	96 035
1997	105 314	2003	105 503
1998	105 712	2004	104 893
1999	98 064		

Source : Statistique Canada, 2007.

Tableau 12 Trafic portuaire du système Saint-Laurent, 1994-2004 (milliers de tonnes)

Notre analyse de l'économie des transports du Canada, des États-Unis, de la Chine et de l'Europe démontre que la part du transport routier dans le volume total de marchandises transportées varie de 40 % à 80 %. La part du transport fluvial dans l'ensemble des transports de surface diminue. Le transport maritime intérieur, de plus en plus marginalisé, représente moins de 10 % du volume total de fret transporté, même sur les fleuves qui semblent offrir certaines conditions optimales. Il semble également que, depuis 40 ans, la tendance à la baisse de la contribution relative du transport maritime intérieur au sein des systèmes de transport nationaux devrait se poursuivre puisque les modes terrestres accaparent une plus grande part de la croissance des mouvements de marchandises.

4.3. Les domaines de compétitivité du transport fluvio-maritime

La mondialisation peut mener à l'avènement de nouveaux marchés, à des changements dans les structures industrielles et à l'émergence, au déclin ou à l'abandon de nombreux créneaux d'affaires. Les réseaux fluviaux ont peu de capacité de s'accroître en comparaison des réseaux ferroviaires et routiers. Même lorsque des réseaux fluviaux sont interconnectés, la possibilité de croissance reste faible en raison des conditions d'infrastructures du transport fluvial (écluses, temps de passage, profondeur d'accès ou tirants d'air sous les ponts) qui constituent des obstacles au transport du fret. Malgré cette constatation, notre analyse comparative permet de cibler trois marchés où le transport fluvio-maritime dispose d'avantages comparatifs : les produits lourds, le néo-*vrac* et les conteneurs.

4.3.1. Le segment des produits lourds

Les meilleures perspectives en ce qui a trait aux produits transportés devraient surtout provenir du segment des produits lourds. Nos enquêtes de terrain démontrent que l'augmentation de la base industrielle en Europe, les projets d'industrie lourde en Chine, l'ouverture de vastes chantiers d'infrastructures aux États-Unis et les projets d'ingénierie énergétique au Canada vont accroître la pression pour le transport spécialisé de marchandises. Dans le cadre de tels transports, il peut s'agir du déménagement d'équipements industriels, des équipements d'énergie éolienne, des turbines, des génératrices, de machinerie agricole, des équipements nécessaires à un grand chantier de construction dont les composantes structurelles sont basées sur l'acier. Ces équipements peuvent atteindre 100 m de long et afficher un poids de plus de 60 t. La modalité de transport est choisie selon les critères économiques, la sécurité et la qualité des infrastructures, comme des routes très solides et la possibilité de passage pour de grands gabarits ou des poids lourds. La détérioration des infrastructures terrestres pose des risques pour les expéditeurs d'équipements lourds, d'autant plus que le nombre de routes convenant à ces types de *vrac* est très limité. Les nouvelles réglementations sur le camionnage offrent des possibilités pour le transfert du mouvement de marchandises lourdes de la route vers le fleuve. Les fleuves sont les seuls à pouvoir répondre à la croissance de la demande de produits lourds.

4.3.2. Le marché du néo-*vrac*

L'utilisation des voies fluviales pour le transport de néo-*vrac* demeure très concurrentielle. Le néo-*vrac* inclut tout fret traditionnel transporté en tant que cargaison complète d'un seul type de fret qui n'est pas conteneurisé. C'est notamment le cas des automobiles sur un navire roulier. Certains transporteurs refusent d'utiliser le conteneur pour le transport de bois d'œuvre et du papier en raison des dommages causés lors du chargement de ces produits. Nos

enquêtes de terrain démontrent que, pour concurrencer les autres modes, il importe que la qualité intrinsèque du transport fluvial pour les flux massifs de fret s'intègre à une nouvelle chaîne de transport logistique. Les segments qui présentent les plus forts potentiels de croissance sont les produits dangereux, la gestion des déchets, le recyclage, les reprises et le retour des invendus. Le transport fluvial enregistre une hausse du trafic de produits dangereux en raison de sa capacité à limiter les accidents. Les sociétés produisent de plus en plus de déchets. Les déchets en provenance de l'agriculture et de la sylviculture ainsi que les résidus végétaux de l'industrie sont des sources d'énergie. De plus en plus de foyers recyclent les produits domestiques. Ce processus implique un système de collecte à plusieurs points et un acheminement vers un centre de triage. Plusieurs pays ont introduit une réglementation dans le but de forcer les manufacturiers à reprendre leurs produits qui ont atteint la fin de leur durée de vie utile — pneus, batteries, équipements ménagers, etc. De toute évidence, ce système implique l'intégration des reprises dans le processus de production. Les invendus demeurent un problème majeur pour l'industrie du commerce au détail. Leur gestion implique la mise en place d'un système où le produit est revendu, reconditionné ou démonté et les parties, recyclées. Le transport des déchets, des articles recyclés, des reprises et des invendus constitue un atout majeur pour le transport fluvial puisque ces produits peuvent être transportés en vrac, présentent de faibles valeurs ajoutées et ne sont pas assujettis aux méthodes d'organisation de la production en juste-à-temps.

4.3.3. Le difficile marché du transport de conteneurs

Le transport fluvial de conteneurs peut contribuer à la compétitivité des corridors de commerce sous certaines conditions. La conteneurisation des voies fluviales requiert des conditions de marché extrêmement difficiles à réunir. Premièrement, la performance du commerce de conteneurs repose sur des volumes importants de trafic en raison des économies d'échelle favorisées par l'industrie maritime. La taille du marché local et sa capacité à générer ou attirer du fret demeurent des éléments clés. La taille du marché détermine le volume, la fréquence et la régularité des chargements de marchandises. Deuxièmement, les fleuves doivent être dotés de plusieurs terminaux à conteneurs au service d'industries orientées ou localisées en bordure du fleuve. La localisation des expéditeurs influence le choix modal. Plus la distance est grande entre un expéditeur ou un consignataire et le point de transbordement fluvial, moins le transport fluvial est efficace en raison des facteurs de coûts élevés dans le pré- et le postacheminement du transport intermodal. Les meilleures pratiques pour le développement de services de cabotage conteneurisé reposent sur la capacité de concurrencer les services routiers sur le plan des coûts. Troisièmement, les compagnies maritimes fluviales ou océaniques doivent participer aux activités de ces terminaux afin de soutenir les services internationaux de transport de conteneurs des lignes régulières. Sur le Rhin, la possibilité de transporter des conteneurs a débuté

dans les années 80 et diverses firmes indépendantes se sont rassemblées pour former des groupes et offrir des services précis. Ces groupes concentrent leurs activités sur l'un des trois grands segments du Rhin (tableau 6). Quatrièmement, le développement d'un service fluvial de trafic conteneurisé repose sur des ports océaniques en eaux profondes et inclut les conteneurs pleins et vides ainsi que le trafic transbordé dans le cadre des services de navires navettes approvisionnant les navires mères de la grande navigation océanique. Cinquièmement, les services de transport fluvial de conteneurs reposent sur des chaînes de groupage et des systèmes multiports où chaque rotation utilise de trois à cinq ports d'escale. Les services peuvent charger et décharger les conteneurs à plusieurs terminaux le long de l'axe fluvial à partir ou en provenance des ports océaniques. Nos enquêtes révèlent que le volume minimum requis pour assurer un service profitable de transport maritime de fret conteneurisé sur courte distance est de 200 EVP par jour.

Compagnie	Rhin inférieur	Rhin moyen	Rhin supérieur
Fahrgemeinschaft Niederrhein	X		
DeCeTe (DE)	X		
RheinWaalTerminal	X		
Container Terminal Nijmegen	X		
Overslag Osse Centrale B. V.	X		
Conliner Container Service	X		
Rhinecontainer (FN&DE)	X	X	X
Combined Container Service	X	X	
Danser Container Line (PCL)	X		X
Interfeeder Ducotra (OFG)	X	X	X
Haeger und Schmidt (OFG&FN)	X	X	X
Alcotrans (OFG)	X	X	X
Frankenbach		X	
CTG Rotterdam		X	
Unikai		X	X
Oberrhein Fahrgemeinschaft			X
Penta Container Line			X
CFNR (PCL)			X
Conteba (PCL)			X
Natural Van Dam (PCL)			X
Alpina Container Line (PCL)			X

Source : Zurbach, 2005, p. 16.

Tableau 13 Répartition géographique des compagnies de transport fluvial de conteneurs sur le Rhin, 2005

Sur le système Saint-Laurent, les échanges conteneurisés se concentrent à Montréal. Les importations de fret conteneurisé de Montréal sont composées d'un très large éventail de produits. Le trafic importé est surtout composé de biens manufacturés, dont la machinerie, les produits métalliques et chimiques, comptant pour plus de 40 % du trafic de conteneurs importés. Les biens de consommation représentent de 20 % à 30 % des importations totales. Les produits forestiers et le grain comptent pour approximativement 30 % des exportations de fret conteneurisé. La capacité de concurrence de l'industrie du fret conteneurisé sur la place de marché international est fortement dépendante de la force du marché local et de l'existence d'un réseau fluvio-maritime relié à des infrastructures ferroviaires et routières.

4.4. Les pratiques de renforcement du transport fluvial de marchandises

Le transport fluvial autorise ainsi l'atteinte d'économies d'échelle et l'abaissement des coûts de transport. Mais le transport fluvial s'inscrit dans le contexte de structures d'approvisionnement et d'écoulement à long terme. Les processus économiques mondiaux entraînent d'importants bouleversements économiques qui exigent une grande souplesse des systèmes de transport, relativisant ainsi les avantages comparatifs traditionnels du transport fluvial. Notre étude comparative à l'échelle internationale révèle deux pratiques qui permettent aux systèmes de transport fluvio-maritime de répondre à ces impératifs de changements : la création de zones franches et l'établissement de pôles logistiques.

4.4.1. L'apport des zones franches

Plusieurs fleuves bénéficient de l'apport de zones franches le long de leurs littoraux. Une zone franche est un territoire sécurisé et protégé où la marchandise n'est pas sujette aux obligations douanières. Ce système encourage l'aménagement d'entrepôts puisque les biens peuvent être importés ou exportés alors que la demande n'est pas optimale. Une zone franche se répartit généralement en plusieurs espaces louables d'entreposage et de distribution souvent accessibles à tous les types de transport. Nos enquêtes à l'échelle internationale soulignent l'intérêt d'une zone franche dans un port fluvial pour la transformation des matières premières, le développement de l'industrie pétrochimique et la construction des équipements énergétiques. Plusieurs zones franches du Yangtze ont permis d'attirer des entreprises de transformation des matières premières. La zone franche de Cuntan, au port de Chongqing, accueille des entreprises privées telles que le Groupe Chuanwei qui se spécialise dans les secteurs de l'acier et des matériaux de construction. La demande croissante de polymères pour la fabrication de matériaux de construction légers et écoénergétiques donne une impulsion aux industries pétrochimiques. La compagnie allemande Wacker

Chemicals a investi plus de 50 millions € dans la construction d'une usine à polymères d'une capacité de 30 000 t à Nanjing. Les produits sont acheminés par pipeline et par voie fluviale. Aux États-Unis, les principaux producteurs de l'industrie pétrochimique et des hydrocarbures, dont British Petroleum, CONOCO, EXXON, Lion Oil, Shell, Chevron, Murphy Oil et SUNOCO, sont les plus importants utilisateurs des zones franches situées sur les rives du Mississippi. Plusieurs fabricants internationaux d'équipements éoliens tels que Vesetas, Gamesa, GE et Vensys Energy AG construisent des usines dans les zones franches et utilisent la voie fluviale pour le transport des pales de rotor, des nacelles et des turbines afin de réduire les coûts de transport et d'être concurrentiels. Déjà, la compagnie danoise A2SAEA A/S affrète des navires d'une longueur de 91,8 m, d'une largeur de 21,6 m et d'un tirant d'eau de 4,25 m pour le transport fluvial d'éoliennes et leur installation en mer. La présence d'un port fluvial réduit considérablement les frais d'acheminement et de transport des marchandises vers les installations de la zone franche. Notre analyse démontre que les exploitants de terminaux portuaires sont généralement expérimentés dans la gestion des entrepôts et des activités de production, ce qui fait d'eux les meilleurs gestionnaires et exploitants potentiels de ces zones franches.

4.4.2. L'établissement de pôles logistiques

L'écrasante prépondérance des conteneurs dans l'intégration commerciale des régions du monde incite à l'établissement de pôles logistiques fluvio-maritimes. Le volume total de conteneurs manutentionnés dans le monde s'est accru de 87,4 millions EVP en 1990 à 519,6 millions EVP en 2008, représentant un taux de croissance annuel moyen de plus de 10 % (Drewry, 2009). Un pôle logistique est une aire définie qui donne naissance à un système de distribution du fret efficace et rentable en promouvant le développement économique d'une région par des activités de transport et de logistique des différents exploitants tant sur le plan du marché national qu'international. Nos enquêtes de terrain révèlent que seuls le Rhin et le Yangtze s'affirment par le service fluvial de trafic conteneurisé. Le port fluvial de Duisbourg a aménagé trois centres logistiques : Logport, Kasserfeld et Ruhrort. Depuis 1997, la superficie occupée par les activités logistiques a quadruplé, pour atteindre 500 000 m². En 2002, l'installation d'un terminal trimodal pour les conteneurs a permis de consolider les flux des frets routiers, ferroviaires et fluviaux. Ce projet a nécessité des investissements de 158 millions € pour les infrastructures et de 95 millions € pour les structures et les bâtiments. La forte croissance de trafic conteneurisé a poussé l'administration portuaire à construire un nouveau terminal trimodal pour relier le Haut-Rhin et Duisbourg. En 2008, les activités logistiques du port de Duisbourg ont généré 139 millions € et l'impact économique annuel de ces activités s'estime à 250 millions €. Le nombre total d'emplois créés se chiffre à 36 000 emplois directs et indirects. Les compagnies maritimes du Yangtze ont installé des bureaux, construit des entrepôts, développé le trafic de cabotage, unifié les contrôles du trafic de

conteneurs, renforcé leurs services de documentation et tissé des liens entre les ports du Yangtze et les ports océaniques côtiers. Le trafic conteneurisé est caractérisé par une intensification des services de groupage le long du Yangtze à partir ou en provenance de Shanghai, deuxième port à conteneurs du monde. Mais cette croissance du trafic de conteneurs le long du Yangtze doit être interprétée dans le contexte d'investissements de plus de 4 milliards \$US dans des équipements maritimes. Les exigences de haute qualité de transport influencent le choix modal de l'ensemble des produits conteneurisés. La qualité des infrastructures exerce une influence décisive sur l'efficacité du commerce de conteneurs. Une plus haute valeur ajoutée suggère une meilleure qualité de services secondaires et auxiliaires ainsi que des connexions intermodales. Dans le cas des fleuves, le développement du marché du conteneur repose sur des interfaces intermodales de très haute qualité.

4.5. Conclusion

Les axes fluvio-maritimes peuvent accroître l'efficacité des corridors de commerce. Le long de ces fleuves auxquels se sont greffées des infrastructures portuaires, les flux de fret s'alimentent grâce à de grands bassins démographiques et à des activités économiques. Le transport fluvial possède des avantages comparatifs dans la massification des flux. La plupart des produits, sauf peut-être les biens périssables, peuvent être transportés par voie fluviale. D'importants efforts ont été faits pour augmenter les parts de marché du transport fluvial de marchandises par la modernisation des artères fluviales, l'adaptation des navires et des terminaux, la recherche de nouveaux types de fret et le réaménagement des zones industrialo-portuaires. La Chine a déjà renouvelé 70 % de sa flotte de navires polyvalents. Les ports d'Anvers, de La Nouvelle-Orléans et de Shanghai améliorent l'accès à des terminaux de vrac, augmentent leur surface d'entreposage, renforcent la structure de certains quais et construisent des grues portuaires ou mobiles de grande capacité dans le but d'accroître la manutention d'équipements lourds. Sur le Rhin et le Yangtze, l'efficacité du transport fluvial de conteneurs est fondée sur un coefficient de remplissage et des connexions intermodales pour le mouvement et le transit de produits associés à des considérations logistiques. Nos enquêtes démontrent que ces transformations exigent du temps, reposent sur de nouveaux espaces et requièrent des investissements colossaux. Il importe donc d'évaluer le potentiel d'adaptation des systèmes fluvio-maritimes aux changements de l'environnement économique.

5. LA GOUVERNANCE DES SYSTÈMES DE TRANSPORT FLUVIO-MARITIMES

5.1. Introduction

Une composante majeure du secteur du transport maritime est la complexité de sa gouvernance. Le secteur regroupe des intervenants publics et privés qui jouent des rôles variés et dont les intérêts sont différents et souvent même divergents ou opposés. La gouvernance désigne le processus régissant les relations entre ces intervenants réunis pour le développement, le contrôle et la gestion du système de transport fluvio-maritime.

L'objectif du chapitre consiste à évaluer les principaux enjeux auxquels la gouvernance des systèmes de transport fluvio-maritime doit faire face et à déterminer les moyens nécessaires pour améliorer le processus décisionnel de leur mise en valeur.

Dans ce contexte, les scénarios de mise en valeur des axes de circulation fluviale soulèvent une série de questions. Quelles sont les grandes tendances dans la gouvernance du transport fluvial? Quels sont les principaux défis de gouvernance? Quelles sont les meilleures pratiques à l'échelle internationale permettant d'améliorer le processus de décision?

5.2. Les transformations de la gouvernance des systèmes de transport fluvial

Bien que les fleuves soient de propriété publique, il n'existe pas de modèle unique pour leur gouvernance. Chaque fleuve est soumis aux instances politiques des différents paliers institutionnels (municipal, régional, provincial, national). Par ailleurs, les modalités d'acheminement du fret fluvial relèvent des décisions du secteur privé. Cette variété de paliers et cette multiplication du nombre de « parties prenantes » constituent le cadre général dans lequel s'inscrivent les modes de gouvernance des systèmes de transport fluvio-maritime. Trois grandes tendances font évoluer les conditions de gouvernance de ces systèmes.

5.2.1. Décalage entre politiques publiques et stratégies d'entreprises

Il existe un décalage grandissant entre, d'une part, les politiques publiques de soutien au transport fluvial et, d'autre part, les stratégies d'entreprises d'acheminement du fret fluvial. Sur le plan de la gouvernance, les gouvernements sont conscients de la nécessité de contrôler les activités de transport de fret fluvial en raison de l'influence du transport maritime et fluvial

sur l'économie. Mais les politiques gouvernementales ont surtout un impact indirect sur la mobilité du fret fluvial. La plupart des intervenants publics sont préoccupés par des objectifs : 1) de sécurité; 2) d'accès public aux ports et aux autres infrastructures; et 3) de protection de l'environnement. L'analyse du transport fluvial révèle que les trafics fluvio-maritimes sont basés sur la demande de différents secteurs de production et de distribution. Plus précisément, ce sont les grands donneurs d'ordre dans les secteurs agricoles, industriels, de la distribution ou du secteur des services à l'échelle internationale qui décident des modalités de participation d'un fleuve aux processus d'acheminement du fret. Ainsi, Cargill, Bunge, Groupe Louis Dreyfus, multinationales du secteur agroalimentaire, contrôlent le négoce du grain, les volumes de trafic et les choix de ports d'escale sur les réseaux fluviaux d'Amérique, d'Europe et de Chine.

L'adoption d'un plan de fermeture de plusieurs industries sidérurgiques européennes par ArcelorMittal modifie profondément le trafic du minerai de fer sur le Rhin. Les stratégies de Baosteel Group Corporation fixent le programme du transport du charbon sur le Yangtze. Plusieurs produits circulent sur les fleuves, mais les flux sont surtout le résultat de décisions logistiques globales. L'Union européenne est engagée dans un vaste effort de promotion des modes de transport alternatifs à la route. Le programme Marco Polo visait à promouvoir toutes les initiatives allant dans ce sens. La première phase du programme Marco Polo (2001-2006) disposait d'un budget de 75 millions €. L'objectif consistait à réduire la congestion routière en Europe et à revenir au partage modal des niveaux de 1998. Le projet impliquait le détournement de 12 milliards de tonnes-kilomètres du transport routier vers les autres modes de transport. Dans le domaine précis du transport fluvial, les ministres européens des Transports ont adopté en 2001 la Déclaration de Rotterdam dont le budget de 820 millions € vise aussi la promotion de ce secteur. La seconde phase du programme Marco Polo (2007-2013) a pour but de détourner 144 milliards de tonnes-kilomètres du réseau routier. Toutefois, ces initiatives de détournement du trafic routier vers le trafic fluvial connaissent des succès mitigés. Durant la période 2003-2006, le programme Marco Polo a financé 56 projets, dont 20 comportaient un volet maritime (Guy et Urli, 2009). La majorité de ces projets concernaient le développement de services de rouliers. Or, le programme n'offre aucun levier pour assurer la compétitivité du transport fluvio-maritime. Reconnaissant ces limites, la Commission européenne a lancé le programme Naïades dans le but de dynamiser le transport fluvial. Cependant, cette initiative ne dispose pas de moyens d'investissement dans les infrastructures fluvio-maritimes. Le programme agit en tant qu'outil promotionnel de la navigation fluviale au sein des politiques publiques. La réglementation a peu d'effet pour assurer une offre continue de service de transport fluvial, ou pour assurer un minimum de revenus aux grands donneurs d'ordre. Les États ne sont pas en mesure de répondre à la complexité des chaînes de transport multiples organisées à plusieurs échelles géographiques.

5.2.2. Une multiplication du nombre d'intervenants

La gouvernance des systèmes de transport fluvio-maritime est marquée par une multiplication du nombre d'intervenants et un foisonnement institutionnel. Tous les fleuves étudiés sont influencés par une transition d'une politique portuaire vers une politique de corridor. Ce modèle, imposé au processus de gestion des fleuves, est gouverné par différentes règles dont certaines sont politiques et d'autres reposent sur des considérations économiques. Mais il n'y a aucune considération de la structure des ports, de leur profil économique, d'une analyse de leur fonctionnement ou de la performance du transport fluvial. La politique européenne des transports comprend un programme de développement d'un réseau de transport transeuropéen. La restructuration des flux de transport de marchandises induite par l'ALÉNA est concomitante de plusieurs projets d'établissement d'un système continental de corridors commerciaux. Le plan de développement de l'ouest de la Chine est fondé sur l'internationalisation des chaînes logistiques dans le bassin du Yangtze. Partout, l'objectif est d'améliorer la qualité des services de transport en standardisant les infrastructures, en assurant une meilleure complémentarité entre les modes et en harmonisant les systèmes d'exploitation.

Cette tendance soulève trois importants problèmes de gouvernance. Premièrement, la politique de corridor fait intervenir des réseaux d'institutions et d'acteurs qui proviennent à la fois du gouvernement et de la société. La présence de plusieurs niveaux de gouvernement entraîne une variation des contrôles, des statuts, des orientations et des capacités de financement. Cette situation est similaire pour tous les fleuves étudiés. En Chine, les plans de développement d'une stratégie intégrée du corridor du Yangtze ont échoué en raison de la fragmentation des structures administratives et surtout en raison des intérêts concurrents des villes, des districts et des provinces. En Europe, la transformation du Rhin en corridor de commerce est mise en échec par la disparité des conditions de travail dans les ports rhénans. Ainsi, le refus des débardeurs anversoises d'effectuer des activités de transbordement les fins de semaine modifie la fréquence des escales au port de Duisbourg et freine la fluidité des trafics fluvio-maritimes. Selon les coalitions d'intérêts privés et publics effectuant la promotion de corridors de transport au sein de l'ALÉNA, le Mississippi ne joue pas un rôle majeur dans le modelage du commerce continental. Le Congrès des États-Unis accorde une plus grande priorité aux axes de transport de surface terrestre (camionnage et rail) afin de faciliter les flux commerciaux. Le bassin du Mississippi fonctionne essentiellement comme une superstructure de liens fluviaux et ferroviaires en forte concurrence pour le mouvement de produits volumineux entre quelques points. Dans ce contexte, nous croyons que les travaux du Conseil du Corridor Saint-Laurent–Grands Lacs ne permettront pas de transformer le fleuve en axe prioritaire de transport, mais donneront plutôt naissance à une liste de projets, souvent cloisonnés, préservant au mieux les intérêts des « parties prenantes ». Deuxièmement, nos enquêtes à l'échelle internationale démontrent que les membres de ces coalitions d'intérêts font la promotion de circuits de transport

particuliers en recourant à des processus consultatifs ou décisionnels très variés. Ce mode de participation est marqué par un profond déséquilibre entre les acteurs possédant des ressources et ceux n'en possédant pas. Les associations qui regroupent des compagnies maritimes et des administrations portuaires varient énormément quant à l'efficacité et à l'autorité. Ces associations disposent de ressources limitées pour entreprendre de la recherche, de la formation et du lobbying. En Amérique du Nord, aucune association ne dispose de ressources et de pouvoirs équivalant à ceux de l'Association américaine des chemins de fer (AAR). Concurrent modal majeur des voies navigables, l'AAR dispose d'un accès privilégié aux gouvernements et possède de remarquables moyens de surveillance, de recherche et de collecte d'information. Troisièmement, les nombreuses propositions entraînent prioritairement un repositionnement de l'ensemble des acteurs privés et publics par rapport à des projets d'amélioration du lien entre les modes de transport assumant la desserte terrestre des grands ports et, secondairement, une amélioration des infrastructures de transport fluvial. Au Canada, l'initiative de la Porte continentale de l'Asie-Pacifique a mené à la fusion de trois ports et à la concentration des investissements sur les axes de dessertes ferroviaires.

5.2.3. Morcellement des problèmes de transport fluvio-maritime

Les processus de dessaisissement et de commercialisation des systèmes de transport tendent à morceler les problèmes de transport fluvio-maritime en phénomènes locaux et particuliers. Le découpage de la décision en multiples lieux, secteurs, projets et sujets rend très difficile l'élaboration d'une ligne politique d'ensemble pour le transport fluvial. Sur le plan de la gouvernance, ces processus ralentissent le développement des systèmes portuaires et de la navigation fluviale. La transformation de la structure de propriété des actifs a mené à la location de la plupart des terminaux, visant une utilisation exclusive. Ces contrats rendent difficile l'entrée de nouveaux transporteurs fluvio-maritimes sur le marché. En Chine, cette asymétrie de pouvoir s'exprime par le choix des projets de développement qui optimisent les réseaux maritimes de COSCO et des exploitants de terminaux de Hutchison Port Holding. Paradoxalement, ce désengagement du rôle de l'État central a accru l'importance des municipalités, notamment en ce qui a trait à l'accessibilité et à l'utilisation du sol. En France, la décentralisation portuaire a permis aux régions, grâce aux schémas directeurs, et aux villes, par l'entremise des plans de déplacements urbains et des plans locaux d'urbanisme, d'exercer une influence sur le système de transport fluvial. La localisation des terminaux est un élément clé du système de transport de fret. Historiquement, les terminaux portuaires et les entrepôts sont situés près des centres-villes. Pour de nombreuses villes, les intérêts urbains l'emportent sur les besoins maritimes. Les instruments de gouvernance des municipalités quant à la fiscalité, à l'aménagement urbain ou à la cohabitation des fonctions portuaires et urbaines répondent difficilement aux besoins d'accessibilité des ports, ce qui leur permettrait d'atteindre un haut degré d'efficacité. Il en résulte que les firmes

logistiques ont suivi une tendance de délocalisation centrifuge des installations de distribution et de transbordement et procédé à un étalement des espaces logistiques. Ce déplacement favorise le camionnage et entraîne la fermeture des entrepôts portuaires.

5.3. Les défis de gouvernance des systèmes de transport fluvial

Depuis le début des années 1990, en réponse aux objectifs de réduction des dépenses publiques, les gouvernements ont entrepris une série de désengagements de leurs responsabilités traditionnelles en transport : privatisation des entités publiques, vente ou transfert d'infrastructures, ou du moins transfert de leur gestion à des entreprises privées, introduction ou accroissement des tarifications pour les services demeurant sous responsabilité publique, etc. Compte tenu de ces processus de libéralisation et de commercialisation des systèmes de transport, les systèmes fluvio-maritimes ne peuvent être le produit de théories et de pratiques de planification centralisées. Les systèmes fluvio-maritimes sont de plus en plus le résultat de processus de décision décentralisés, menés par les forces du marché. Malgré cette constatation, nous croyons que l'intervention publique continue de jouer un rôle majeur dans la mise en valeur des systèmes fluvio-maritimes. Notre étude comparative des fleuves Saint-Laurent, Mississippi, Rhin et Yangtze permet d'identifier trois défis à la gouvernance du transport fluvial : la sécurité, la sûreté et l'environnement. Ces défis interpellent directement la navigation commerciale, les infrastructures et les marchés, et ils doivent être pris en considération dans l'élaboration de modes de gouvernance fluvio-maritime.

5.3.1. Le rôle des gouvernements en sécurité

La fonction des gouvernements demeure fondamentale dans le domaine de la sécurité. La sécurité des systèmes fluvio-maritimes concerne les facteurs qui garantissent l'efficacité de la chaîne de production et l'exécution d'une obligation commerciale, de même que la compétitivité de l'ensemble du secteur des transports. L'industrie maritime est éminemment complexe. Les systèmes de propriété, les routes et les cargaisons transportées impliquent de nombreuses transactions. Le respect des conventions de sécurité incombe aux secteurs privé et public. Au sein de l'industrie maritime, il existe des organismes dont la fonction est d'assurer une certaine cohérence et le maintien de standards dans les activités quotidiennes des ports et des transporteurs maritimes. Les régulateurs industriels [c.-à-d. International Chamber of Shipping, International Association of Independent Tanker Owners, International Group of Protection and Indemnity (P & I) Clubs, International Association of Classification Societies et Baltic and International Maritime Council] affichent certains succès, notamment eu égard à l'accroissement des obligations pour respecter les standards de sécurité requis par les P & I Clubs et les organismes privés indépendants de certification. Mais

lorsqu'un membre de l'industrie n'est pas en mesure de respecter ses obligations, les « parties prenantes » au contrat de transport s'en remettent à la législation. Les responsabilités concernant le transport maritime de marchandises sont régies par un ensemble de règles, dont la Convention de Bruxelles, les Règles de Hambourg et les Règles de Rotterdam. Mais ces textes laissent place à différentes interprétations nationales. Une étude récente démontre une grande indigence du régime juridique de responsabilité des acteurs de l'industrie maritime pour les dommages causés à la marchandise transportée (Adil, 2010). Les règles en vigueur constituent pour la communauté maritime une source de confusion en raison de l'hétérogénéité des législations qui la gouvernent. La sécurité du marché fluvio-maritime n'est réalisable que si la législation accomplit sa fonction de prévisibilité juridique. Il importe donc au gouvernement d'établir un régime juridique qui puisse : 1) déterminer clairement les responsabilités des parties au contrat de transport; 2) fixer les limitations pécuniaires de ces responsabilités; et 3) prévoir les instruments juridiques en vue d'établir la responsabilité des parties en vertu du régime en place.

5.3.2. Le rôle des gouvernements en sûreté

L'intervention publique est inévitable dans le domaine de la sûreté du transport fluvio-maritime. La sûreté des systèmes fluvio-maritimes concerne les facteurs de risques associés aux accidents, aux menaces terroristes et aux trafics illicites qui pourraient interrompre la circulation maritime ou les activités portuaires. Le commerce maritime impose le transit des marchandises de part et d'autre des frontières nationales, faisant des douanes un secteur fondamental du processus. Les systèmes fluvio-maritimes n'échappent pas à la règle. Plusieurs initiatives et réglementations internationales concernent le transit maritime des marchandises aux frontières. Le resserrement des mesures de sûreté instaurées par les États-Unis impose à tous les partenaires commerciaux d'importantes contraintes et la nécessité d'adopter plusieurs programmes de sûreté. Le programme *Container Security Initiative* (CSI) a pour objectif de vérifier les conteneurs et les remorques considérés à risque. Le succès du CSI passe nécessairement par un accord multilatéral entre le gouvernement des États-Unis et ses pays partenaires. Les compagnies de transport des pays participants doivent transmettre toute l'information nécessaire aux autorités frontalières états-uniennes avant même de quitter leur port d'escale (ASFC, 2008). Dans une initiative conjointe de collaboration gouvernement-entreprises, les États-Unis ont également mis en place le *Customs-Trade Partnership Against Terrorism* (C-TPAT). Ce programme vise à renforcer la sécurité aux frontières en obtenant un degré de collaboration élevé entre les importateurs, les transporteurs, les courtiers en douanes, les exploitants d'entrepôts et les fabricants. Le programme *24-Hour Rule* oblige les transporteurs à annoncer leur arrivée une journée à l'avance, en plus de fournir un rapport contenant des renseignements concernant la compagnie de transport, le type de cargaison et le point d'origine du transporteur. Tous les

transporteurs doivent se plier à cette réglementation stricte au risque de subir d'importants retards à la frontière, puisqu'un délai de 24 heures doit être prévu entre l'envoi de la documentation et le passage à la frontière (UNCTAD, 2004). Le programme *100% scanning* exigera dès 2012 la vérification de tous les conteneurs à destination des ports des États-Unis. Cette mesure de sûreté impose la numérisation complète des conteneurs à l'aide de passages sous portique, la production d'images non intrusives par rayon X et l'évaluation du niveau de radiation (World Shipping Council, 2007). Ce nouvel environnement visant la sûreté impose donc aux gouvernements d'adopter et de mettre en application un large éventail de mesures, de réglementations et de législations afin de faciliter les procédures aux entreprises affiliées au transport fluvio-maritime et de transiger avec le territoire des États-Unis.

5.3.3. Le rôle des gouvernements en environnement

Les défis environnementaux des systèmes de transport fluvio-maritime ne peuvent échapper à la vigilance des gouvernements. Tout processus de développement des systèmes de transport fluvio-maritime implique l'adaptation constante : 1) de l'équilibre entre les besoins et les pratiques de l'industrie maritime ainsi que les conditions environnementales; 2) de leur évolution respective; et 3) de leur influence mutuelle. Nous avons déjà démontré que les pratiques de développement durable constituent un secteur dont la performance nuit de plus en plus à la compétitivité de l'industrie maritime (Comtois et Slack, 2005). De plus en plus, le cahier des charges des pratiques de développement durable concerne les exploitants qui les appliquent en fonction de conditions propres aux composantes des systèmes de transport fluvio-maritime. Mais notre étude comparative à l'échelle internationale révèle une grande indigence sur le plan de la compréhension et de l'évaluation des systèmes de transport fluvio-maritime pour répondre au réchauffement climatique et aux changements météorologiques. Ces changements agissent sur la résilience des voies navigables et des infrastructures portuaires. Dans ce contexte, les gouvernements doivent impérativement continuer de jouer un très grand rôle dans l'élaboration des orientations politiques, des stratégies et des mesures nécessaires pour assurer un équilibre entre les objectifs environnementaux de développement durable et les besoins de l'industrie maritime. Les gouvernements présentent ou adoptent un ensemble de lois dans différents secteurs, qui constituent un volet important des efforts concertés pour atteindre les objectifs de développement durable du transport fluvio-maritime. Ces législations réfèrent à la consommation d'énergie, au développement des infrastructures, aux émissions polluantes, à la protection des écosystèmes, etc. Bien que les conditions environnementales soient changeantes, ces lois et ces règlements accroissent l'éventail des mesures visant l'amélioration de l'environnement. Le principal défi consiste à concilier la direction des investissements publics et privés au sein des systèmes de transport fluvio-maritimes afin de réduire la vulnérabilité environnementale de l'industrie.

5.4. Les expériences innovatrices de gouvernance des systèmes de transport fluvial

Les modes de gouvernance des systèmes de transport fluvio-maritime ont évolué vers une imbrication des sphères publiques et privées dans la gestion des voies navigables, des infrastructures et des flottes. Sur le plan de la gouvernance, notre étude comparative révèle que le soutien au développement et à la compétitivité des systèmes de transport fluvio-maritime repose sur un ensemble d'arbitrages. Les défis précités mettent en lumière la nécessité de concilier le soutien public et le transport maritime avec la participation des parties prenantes aux interventions gouvernementales. Nos enquêtes à l'échelle internationale permettent de répertorier sept pratiques de mise en valeur des systèmes de transport fluvio-maritime.

5.4.1. Un élargissement des politiques de libre-échange

La dimension institutionnelle des systèmes de transport fluvio-maritime doit reposer sur une ouverture sur le monde et sur une régulation de l'économie par le marché. La massification des flux constitue la priorité majeure pour les chargeurs, les prestataires logistiques et les utilisateurs finaux. Conséquemment, le développement des systèmes de transport fluviaux doit être associé à une accentuation des processus d'intégration économique et à la mondialisation des marchés. Cette démarche représente une des conditions essentielles à l'accroissement des trafics fluvio-maritimes en améliorant les logiques organisationnelles chez les acteurs qui participent à la chaîne de transport. Une plus grande intégration politique européenne accentue la pression des flux de transport. Fort de son ancrage sur les terminaux de Rotterdam, Maersk Sea-Land, premier armateur mondial, parvient à contrôler des volumes suffisants pour rentabiliser des investissements dans l'aménagement du terminal fluvial de Neuss-Düsseldorf. Les groupes logistiques Wincanton, Groupe Rhénus et Imperial Holding Logistics ont adopté une stratégie semblable à celle développée par les transporteurs maritimes internationaux et par les transporteurs sur courte distance. Ils s'impliquent dans l'aménagement de terminaux multimodaux le long du Rhin (Mannheim, Neuss-Düsseldorf, Cologne, Bâle, etc.) et mettent en place un réseau de navettes ferroviaires complémentaires à leurs liaisons fluviales à partir de ceux-ci. Leur situation oligopolistique sur le Rhin leur permet de contrôler des services massifiés, alimentés par les deux portes d'entrée maritime de Rotterdam et d'Anvers.

5.4.2. La réduction de l'arbitrage public dans les relations de travail

Un aspect important de la gouvernance des systèmes de transport fluviaux concerne la réduction de l'arbitrage des pouvoirs publics dans les relations de travail. Au port de Dunkirk, la réforme portuaire française a profondément modifié le statut des manutentionnaires dont le contrat de travail doit désormais être négocié avec un exploitant de terminal étranger. Ces transformations, qui ont nécessité la participation de l'ensemble de la communauté portuaire locale, ont réduit le potentiel de conflits de travail et ont permis de maintenir les activités du port de Dunkirk sous la domination de capitaux étrangers (c.-à-d. ArcelorMittal et Rio Tinto). Le groupe belge Sea-Invest est le principal actionnaire du terminal charbonnier. Les activités du terminal sont en forte croissance en raison d'investissements internationaux dans les opérations de transbordement et d'acheminement du charbon vers le Royaume-Uni et l'Allemagne. Ces investissements ont été consentis à la suite de l'instauration d'un climat de confiance durable entre les acteurs, qui a eu pour effet de créer de nouveaux emplois pour les manutentionnaires locaux de fret par la mise en place de nouveaux services de cabotage.

5.4.3. Un rôle accru pour la société civile locale

Une des méthodes de gouvernance des systèmes de transport fluviaux les plus innovatrices fait la promotion d'un mode de gestion fondé sur la participation de la société civile locale. La volonté de promouvoir les activités du transport fluvial au Havre incitait à envisager la création d'une nouvelle plate-forme logistique associée directement à la voie d'eau. L'obligation de tenir un débat sur le projet du Havre 2000 a été le facteur essentiel qui a permis au projet de se cristalliser et de devenir irréversible. L'administration portuaire a préparé le débat avec l'aide d'une firme de consultants pendant plus d'un an dans le but d'évaluer les causes d'un rejet possible. Cette démarche a mené à la préparation d'une série de rencontres avec les multiples parties prenantes de la communauté locale dans le but de tenir compte de leurs attentes plutôt que de leur imposer un plan. Plus de 40 rencontres étalées sur 4 mois ont permis d'atteindre un consensus sur la nécessité économique de développer le port. Un des éléments clés de la réussite du projet fut de lier les grandes compagnies maritimes aux manutentionnaires locaux de fret. La participation et la consultation sont devenues des outils d'éducation, voire de communication. Au Québec, l'une des actions les plus importantes a été la création de la Société de développement économique du Saint-Laurent (SODES) — une organisation chargée de promouvoir le fleuve et son développement économique, et qui réunit des membres du gouvernement, de l'industrie, des communautés locales et du milieu universitaire. La SODES fut notamment déterminante pour la création du Forum de concertation sur le transport maritime — un partenariat entre le ministère des Transports et l'industrie.

5.4.4. Une vision large des défis environnementaux

Les problèmes écologiques et environnementaux des fleuves justifient l'importance des organisations politiques et l'efficacité de gouvernements représentatifs. Les fleuves sont des espaces publics qui intéressent la communauté dans son ensemble. La gouvernance des systèmes de transport fluvio-maritime s'illustre par la promotion du développement durable. Nombreux sont ceux qui réduisent les problèmes environnementaux à des phénomènes locaux ou particuliers. La question environnementale se veut une réponse à la complexité et à la fragmentation de la gouvernance en augmentant le champ de décision et de contrôle à l'ensemble du système fluvial. La protection environnementale des fleuves nécessite une organisation collective que seul un pouvoir politique s'obligeant à un travail de distanciation par rapport aux multiples intérêts privés peut être capable d'imposer et de faire respecter. La massification des flux induite par l'élargissement de l'Union européenne exerce une influence sur la multiplication des interfaces maritimes, des services de transport ports/ports secs et des transporteurs de frets spécialisés. Une des implications concerne l'augmentation des émissions polluantes et des risques liés aux changements climatiques. Une initiative de l'Union européenne devrait bientôt imposer une limite de 120 g CO₂/km sur les véhicules vendus en Europe. Certains pays européens se préparent à inclure le critère d'émissions de CO₂ dans les réglementations de circulation et d'accès des camions. L'augmentation des prix de l'énergie associée à de nouvelles politiques environnementales, et plus généralement celle du coût généralisé du transport routier de marchandises, améliore la position concurrentielle relative de la voie d'eau. De nouvelles filières, dont la grande distribution, la collecte et le traitement des déchets, ont aujourd'hui recours au mode fluvial. Par exemple, 30 % de l'approvisionnement en textiles des magasins du groupe Carrefour s'effectue par voie d'eau. L'entreprise de grande distribution Monoprix a transféré 40 % du volume de transport des marchandises d'importation et 70 % du volume des marchandises d'exportation au mode fluvial. Depuis 2004, une filiale du groupe Onyx, entreprise française de collecte, de transport, de traitement et de valorisation des déchets, a fait de la voie d'eau une priorité de sa politique de transport.

5.4.5. Un rôle accru pour les municipalités

La structure de gouvernance du transport fluvial doit accorder un rôle accru aux politiques urbaines. La priorité des villes, eu égard au transport des marchandises, concerne essentiellement la gestion du transport de fret et des activités logistiques desservant l'économie locale. Le trafic fluvial ne peut se développer qu'à la condition que la continuité organisationnelle des chaînes multimodales de bout en bout soit assurée et que les ports soient intégrés aux réseaux de transport de frets urbains. Toutes limitations des capacités d'expansion des ports ou toute réduction d'emprise des zones d'activités limitrophes sont des choix préjudiciables au transport fluvial. Certaines des

réussites du transport fluvial reposent sur l'intégration du port dans les plans généraux de planification urbaine. L'analyse des besoins logistiques de quelques firmes locales effectuée par la municipalité de Duisbourg a transformé son programme de planification urbaine. La ville a adopté un schéma d'aménagement qui facilite l'accès au port fluvial. Elle a également allégé les procédures d'autorisation et de permis de construire pour les terrains contaminés. Elle a enfin développé un plan d'utilisation du sol qui comprend une offre foncière pour l'aménagement de parcs logistiques répondant aux besoins d'expansion du port. La préservation des sites portuaires devient un impératif pour le développement de nouvelles activités logistiques. La solution la plus appropriée cible plutôt un règlement de zonage que la construction de nouvelles infrastructures urbaines. Plusieurs villes européennes, dont Paris, ont élaboré le principe de port urbain partagé : tourisme le jour et fret la nuit. Cette politique permet d'aborder plusieurs filières (travaux publics, services postaux, déchets, matières premières, grande distribution).

5.4.6. Un nouveau partage des responsabilités financières

La relance du transport fluvial repose sur un partage des responsabilités financières entre les acteurs publics et les acteurs privés. Les partenariats publics-privés peuvent représenter une bonne option à deux conditions. D'une part, les processus de consultation doivent permettre une meilleure compréhension des contraintes et des obligations des parties ainsi que l'élaboration d'actions concertées. D'autre part, il doit y avoir une distinction entre les infrastructures à être soutenues par le secteur public et les superstructures financées par le secteur privé. L'accès au fleuve et aux ports de même que les écluses, le dragage et la rénovation des quais sont généralement assumés par les échelons publics. Au port de Rotterdam, l'État intervient à concurrence de 20 % dans les grands projets d'investissement. En France, les projets d'infrastructure s'inscrivent dans le cadre de politiques de développement durable. S'agissant du transport fluvial, le plan de développement finance jusqu'à concurrence de 100 millions € des travaux d'entretien et de modernisation du réseau. Il permet également d'accélérer la réalisation des travaux préparatoires du canal Seine-Nord Europe en y consacrant une enveloppe de 20 millions €. Ces chantiers présentent un financement équilibré entre le privé — qui en assure près de la moitié du financement — et l'État. À cet effet, le gouvernement a adopté plusieurs dispositifs permettant de faciliter la mobilisation de la part du secteur privé dans le financement de ces projets (c.-à-d. garanties de l'État, offres partielles et ajustables). Les enquêtes de terrain démontrent que la visibilité économique internationale d'un chantier permet d'attirer l'investissement privé.

5.4.7. Regroupement portuaire

Les grands systèmes de transport fluvio-maritime disposent de ports offrant une masse critique d'activités générant des économies d'agglomération. Les effets de proximité portuaire impliquant plusieurs entreprises maritimes entraînent une diffusion de meilleures pratiques, favorisent les gains de productivité, encouragent la formation d'un bassin de main-d'œuvre et augmentent le pouvoir de négociations des administrations portuaires. L'administration du port de Rotterdam est une organisation indépendante, détenue par la municipalité de Rotterdam et le gouvernement néerlandais. L'Administration du port d'Amsterdam est liée au gouvernement local. Le Conseil pour la gestion de l'eau et du transport des Pays-Bas a recommandé une fusion des ports d'Amsterdam et de Rotterdam dans le but de réduire les coûts de la concurrence. Une plus grande coopération ou une fusion de ces ports permettrait de rationaliser les investissements dans le contexte de constitution d'un réseau portuaire. L'administration portuaire de Shanghai a investi dans la construction d'infrastructures au port de Wuhan. Cette coopération permet au port de Shanghai d'accroître son réseau d'approvisionnement et d'écoulement, et d'attirer de nouveaux secteurs de marché. Les administrations portuaires de Shanghai et de Ningbo ont convenu de créer une société mixte pour investir dans les terminaux portuaires le long du Yangtze et de les construire.

5.5. Conclusion

La gouvernance des systèmes de transport fluvio-maritime fait face à un véritable paradoxe. D'une part, les gouvernements s'attendent à ce que l'industrie établisse des services logistiques s'inscrivant dans une plus grande utilisation du fleuve. D'autre part, cette même industrie s'attend à des subventions pour instaurer de nouveaux services qui pourraient être peu profitables ou risqués. Nous croyons que le concept de corridor peut être utilisé en tant qu'outil politique permettant de présenter différemment l'action publique et surtout de réorganiser les liens entre sphères publique et privée ainsi qu'entre acteurs des domaines institutionnel et opérationnel.

6. LES GRANDS SYSTÈMES DE TRANSPORT FLUVIO-MARITIME

6.1. Introduction

Les chapitres précédents ont permis d'examiner la direction des changements, d'identifier les principales composantes résultant de cette évolution et de mesurer les conditions de compétitivité de l'environnement, des infrastructures des trafics et de la gouvernance des fleuves Saint-Laurent, Mississippi, Rhin et Yangtze.

Notre analyse permet de constater que les processus de mondialisation des marchés transforment la nature, le volume, la distance et la direction des marchandises transportées. Le transport fluvial paraît mal adapté aux chaînes d'approvisionnement fondées sur les flux tendus et le juste-à-temps. La concurrence intermodale impose à la navigation fluvio-maritime l'accès à des conditions optimales de transport. Dans ce contexte, il apparaît opportun de s'interroger sur les conditions préalables à la transformation des réseaux fluvio-maritimes en axes majeurs de la circulation des marchandises.

Dans le but d'établir un diagnostic comparatif des systèmes fluviaux et d'évaluer les leçons pouvant s'appliquer au fleuve Saint-Laurent, l'objectif du présent chapitre vise à répondre à trois questions. Qu'est-ce qui définit un puissant système de transport fluvial? Comment les systèmes de transport fluviaux peuvent-ils répondre aux nouvelles possibilités émanant d'un accroissement de la mondialisation des activités économiques? Quelles sont les pratiques émergentes concernant l'établissement de puissants systèmes de transport fluviaux?

6.2. Les composantes d'un puissant système de transport fluvial

Si les bassins versants et les fleuves sont riches de possibilités pour le développement d'activités économiques, la transformation des fleuves en puissants systèmes de transport doit répondre à un certain nombre d'impératifs. Cinq éléments concourent à la puissance commerciale d'un système de transport fluvio-maritime.

6.2.1. Un réseau de métropoles actives

Premièrement, un fleuve doit traverser un réseau de métropoles actives. Le grand principe qui guide la puissance commerciale d'un fleuve repose sur le regroupement en faisceaux de flux d'échanges émanant d'un ensemble de centres économiques (McGee, 1991; Reggiani, Lampugnani, Nijkamp et Pepping, 1995). L'interconnexion entre villes fluviales permet une continuité des réseaux de transport, l'absence d'intervalles, une multitude de fréquences

et une régularité des mouvements. La densité des flux au sein d'un maillage complexe de relations diversifiées entre les villes fluviales permet d'unifier les diverses composantes du fleuve en un système. De Shanghai à Chongqing sur le Yangtze se succèdent en chapelet des villes millionnaires dont la vitalité économique alimente les industries, le commerce et les fonctions bancaires. Les bassins de Dusseldorf et de Cologne assurent des contacts avec le Rhin et plusieurs villes portuaires fluviales aux industries reconverties. Par exemple, à Ludwigshafen, en Allemagne, le Rhin assure le fonctionnement des chaînes d'approvisionnement et d'écoulement de plus de 200 sites de production du plus grand complexe chimique du monde.

6.2.2. Des centres de transactions maritimes

Deuxièmement, le trafic fluvial dépend des centres de transactions maritimes qui incarnent les ressources appliquées aux réseaux de transport maritime. Ce sont des lieux privilégiés de localisation des donneurs d'ordre et de convergence des données sur les opérations financières, les bourses de marchandises, le prix d'affrètement des navires et les règles d'organisation de l'industrie maritime (Rimmer, 1999). Il est possible de classer les grands centres d'impulsion des échanges maritimes en fonction de leur poids au sein de l'offre de services maritimes mesurée par : 1) la présence d'activités bancaires, financières et boursières; 2) le regroupement de compagnies d'assurances; 3) le siège social de transporteurs et d'exploitants de terminaux mondiaux; et 4) l'autorité d'organismes qui imposent des standards à l'industrie maritime (Verhetsel et Sel, 2009). L'analyse démontre que Hong Kong, Hambourg et New York occupent le premier rang. En Asie, Hong Kong est le principal nœud de l'information maritime et du flux des marchandises. Hambourg remplit ce rôle en Europe et New York, en Amérique du Nord. Suivent au second rang les villes de Shanghai, Singapour, Tokyo, Bangkok et Londres. Anvers, Rotterdam et Guangzhou occupent ensemble le troisième rang. Ce sont ces pôles de commandement qui imposent le rythme des innovations dans le secteur maritime et qui déterminent l'organisation, le volume et la direction des flux maritimes.

6.2.3. Des interfaces majeures de transport

Troisièmement, un fleuve doit disposer d'interfaces majeures entre le commerce maritime océanique et les activités économiques des ports et des terminaux intérieurs qui fournissent les structures intermodales et les liens entre les avant- et les arrière-pays du monde (Klink et Berg, 1998; Notteboom et Rodrigue, 2005). L'augmentation du trafic maritime de vrac et de conteneurs, le développement de circuits tour du monde et la croissance de la taille des navires favorisent les liens océaniques et la croissance du commerce mondial. Historiquement, ce sont les activités commerciales des ports et des terminaux intérieurs qui ont établi les fondations de la prospérité locale et de la

croissance urbaine et, de façon générale, celles des fleuves. Le commerce maritime océanique à Rotterdam, dans le Ranstad hollandais, et à Anvers, dans le bassin de l'Escaut, demeure un pilier de ces économies métropolitaines. Leurs infrastructures portuaires entretiennent des liens très étroits entre les navires mères de la grande navigation océanique et les navires navettes qui alimentent la circulation de marchandises le long du Rhin. Shanghai, ville d'estuaire, est favorisée par la rupture de charge entre deux modes de navigation qui rend nécessaires les activités de transbordement et le développement d'un réseau d'entrepôts sur plus de 2 000 km le long du Yangtze.

6.2.4. Une synergie intermodale

Quatrièmement, le transport fluvial nécessite une ouverture sur les autres modes de transport. Il existe de multiples rivalités entre la voie d'eau, le chemin de fer, le transport routier et les pipelines. Mais l'établissement de synergies entre tous les modes de transport s'avère critique pour le succès des axes fluvio-maritimes. L'introduction d'innovations technologiques associées à l'ajout de nouvelles infrastructures mène à la modernisation des fleuves (Schonharting, Schmidt, Frank et Bremer, 2003; Rodrigue, 2004; Rotter, 2004). L'objectif est double : empêcher toute forme d'enclavement d'un segment du système fluvial et multiplier les embranchements pour offrir des perspectives d'accroissement des trafics. Les plus forts taux de croissance de trafic fluvial sont associés à un maillage d'infrastructures de transport de forte densité. Plus de 35 ponts enjambent le Rhin et ses affluents aux Pays-Bas, en France et en Allemagne. Dusseldorf, Cologne et Dortmund alimentent les trafics fluviaux du Rhin par apports latéraux des axes autoroutiers. Anvers a systématiquement développé ses liaisons ferroviaires et routières pour conserver une clientèle le long du Rhin. Le Yangtze est maillé par 20 ponts et est suivi étroitement par une autoroute de 2 500 km qui traverse les ports fluviaux de Nanjing, Wuhan, Yichang, Wanzhou et Chongqing. Montréal, Duisbourg et Wuhan sont des ports fluvio-maritimes qui servent de centres de transit intermodal entre le fleuve et le rail. De nouvelles infrastructures, plus denses, fondées sur des liens multiétages, intensifient les conditions de réseaux et du marché.

6.2.5. L'abaissement des barrières tarifaires

Cinquièmement, le développement des systèmes fluvio-maritimes requiert l'abaissement des barrières tarifaires. Une forte proportion des bénéfices d'une croissance des trafics fluviaux peut s'expliquer par le développement de complexes industriels transfrontaliers, l'exploitation des économies d'échelle, la réduction de la fragmentation des infrastructures et une meilleure coordination intermodale (Barzyk, 1996; Rimmer et Comtois, 2006). Seul un tel système facilite la négociation d'accords de transfert et permet d'accéder aux

réseaux de production mondiaux qui facilitent la création de valeur ajoutée. La constitution de l'Union européenne a fortement renforcé les services de transport maritime sur courte distance sur la Manche et la mer du Nord. Rotterdam a gagné un trafic annuel de plus de 30 millions de tonnes uniquement avec le Royaume-Uni, dont l'essentiel du trafic est en transit en provenance ou à destination des ports rhénans. La Chine a adopté une politique qui permet aux lignes maritimes internationales et aux exploitants de terminaux d'administrer les ports océaniques du pays et de se faire concurrence à l'intérieur d'un marché chinois en pleine croissance. L'accroissement de l'environnement concurrentiel dans l'économie mondiale a mené ces sociétés internationales à diversifier leurs investissements dans le but de développer des réseaux logistiques le long du Yangtze.

6.3. La dimension concurrentielle des grands systèmes de transport fluvio-maritime

La réflexion sur les fleuves doit également être associée aux conditions qui président à la compétitivité de ces axes de circulation. L'évolution actuelle que connaît l'économie des transports impose d'introduire d'importantes innovations techniques et organisationnelles dans les systèmes fluvio-maritimes. La compétitivité du transport fluvial se mesure dans le contexte de chaînes logistiques, puisque ce sont elles qui déterminent la structure des marchés. Notre équipe de recherche a relevé cinq éléments qui assurent la pérennité d'un système de transport fluvio-maritime.

6.3.1. Répondre aux exigences du transport durable

Le transport fluvial respecte les exigences du transport durable. L'utilisation du transport fluvial permet de bénéficier des avantages de la croissance économique en réduisant le prix à payer sur les plans environnemental et social, et en évitant les externalités négatives particulièrement graves associées au transport terrestre. L'avantage environnemental du transport fluvial s'exprime par la consommation plus faible d'énergie (exprimée en fonction des coûts à la tonne/kilomètre) et une plus grande efficacité que la route et le rail quant aux coûts externes.

6.3.2. S'inscrire dans la mouvance du transport océanique

La compétitivité d'un système de transport fluvial passe également par une organisation qui s'apparente à celle de la grande navigation océanique. Les bénéfices des investissements ou des innovations dans l'aménagement des infrastructures fluviales dépendent largement de la capacité du système fluvial à constituer un maillon clé qui minimise les coûts de la chaîne de transport. Le système fluvial doit s'inspirer des économies d'échelle du triptyque (navigation,

port, opérations terrestres) des hubs portuaires : 1) concentration des équipements techniques spécialisés dans quelques ports bien équipés; 2) infrastructures de manutention pour les navires océaniques et les barges; 3) liens intermodaux vers les réseaux d'arrière-pays; 4) lignes de collecte et de distribution; et 5) diversification des services maritimes haut de gamme. La compagnie maritime chinoise COSCO a réorganisé son service portuaire au sein de sociétés mixtes avec des compagnies locales pour offrir des services de navette pour le cabotage le long du Yangtze. COSCO a établi des bureaux, construit des entrepôts, développé le trafic de cabotage, unifié les contrôles du trafic de conteneurs, renforcé ses services de documentation et tissé des liens entre les ports fluviaux et côtiers.

6.3.3. Offrir un service porte-à-porte

Le transport étant essentiellement une demande dérivée, il en est de même d'un système fluvio-maritime. La compétitivité se mesure par la qualité du service de transport entre origine et destination. Tous les autres services à valeur ajoutée ne sont que des compléments à la participation d'un système fluvio-maritime à une chaîne de transport. Un système fluvio-maritime doit être un élément du système global de distribution et de logistique et non un sous-élément du secteur maritime. La compétitivité du transport fluvial ne se résume pas au dynamisme d'un port, d'un transporteur ou d'activités terrestres. Elle doit inévitablement s'aligner sur une perspective logistique internationale. Au port de Duisbourg, l'intégration des infrastructures ferroviaires au transport par barges a augmenté l'efficacité des services et des activités portuaires, réduit les coûts d'utilisation du port, augmenté les capacités d'organisation des services logistiques et amélioré la compétitivité des produits exportés sur les marchés internationaux. Les multiples programmes de dragage sur le Yangtze ont permis à plusieurs administrations portuaires d'adopter une politique de prix de transport de la voie fluviale réduisant les coûts logistiques pour l'acheminement du vrac, du fret et des conteneurs. L'augmentation des coûts de transbordement dans la chaîne de transport a mené à des investissements dans une flotte de navires fleuve-mer capables d'offrir un service sans escale entre les ports rhénans et les ports côtiers des îles britanniques.

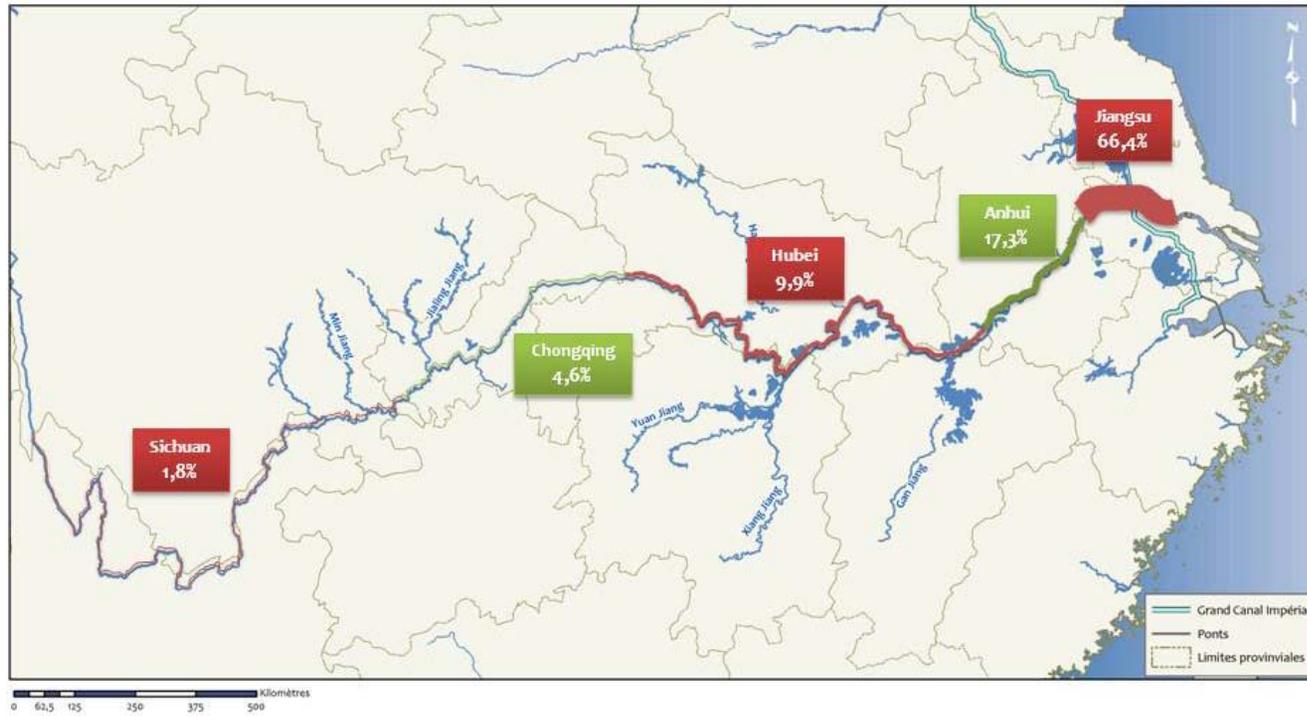
6.3.4. Exercer une fonction de monopole

Un quatrième élément lié à la performance d'un système de transport fluvial concerne le degré de participation d'un type de client ou d'un type de produit. Ce facteur est très révélateur de productivité industrielle et est particulièrement adapté aux produits en vrac en raison d'arrière-pays captifs. Ce degré de participation exerce une influence sur le volume des échanges et surtout sur la stabilité des trafics, important fondement de la compétitivité des transporteurs. La disponibilité d'importantes parts de marché d'un type de client ou d'un produit permet d'étendre les capitaux, les ressources et les connaissances à

un domaine précis en fonction d'un plus large éventail de clients. Il en résulte une réduction des coûts de transport en raison des capacités de regroupement d'un secteur ou d'une offre accrue de services quant aux escales et aux fréquences. En Chine, l'intensité des activités sidérurgiques a fortement contribué à soutenir le transport fluvial du fer et du charbon. Aux Pays-Bas, le contrôle continu de l'administration du port de Rotterdam sur l'évolution du marché du charbon fournit une information indispensable sur la demande future de capacité sur le Rhin en ce qui a trait aux ports d'escales, aux types de navires et à la taille des expéditions.

6.3.5. Assurer une fréquence de services réguliers

La fréquence de services au sein des réseaux fluvio-maritimes est un facteur critique dans le développement du transport maritime sur courte distance. Les deux tiers du volume de fret sur le Rhin circulent sur les segments allemand et français de la voie fluviale. Cette géographie des flux demeure pratiquement inchangée depuis 30 ans. Environ 70 % du trafic sur le Yangtze est concentré dans le segment navigable entre Shanghai et Nanjing, situé à 348 km de l'embouchure (carte 8). Dans ce contexte, les services de traversiers peuvent servir au détournement de trafic du camionnage et participer au développement d'un service maritime sur courte distance en disposant d'un important volume de fret ainsi que de capacités de distribution soutenues par des infrastructures intermodales aux quais.



Carte 8 Densité du trafic maritime de fret sur le Yangtze, 2007

6.4. Les pratiques de valorisation des grands systèmes de transport fluvio-maritime

La puissance d'un système de transport fluvio-maritime repose sur un marché de grande taille relié à un vaste arrière-pays par un système de transport multimodal dont la résilience dépend d'une utilisation croissante de la voie d'eau. Le développement des systèmes de transport fluvio-maritime ne peut être uniquement le résultat d'un transfert ou d'une réduction des parts de marché des transports terrestres. Il faut créer de nouveaux services de transport qui optimisent la fluidité et la fiabilité des trafics. Le succès des systèmes de transport fluvio-maritime réside dans leur capacité d'adapter de façon continue leurs infrastructures aux cycles économiques, aux changements environnementaux et aux transformations des autres modes de transport. Nos enquêtes à l'échelle internationale ont relevé deux pratiques qui permettent d'accroître la contribution des frets aux installations fluvio-maritimes et d'exploiter un système fonctionnant à plein rendement.

6.4.1. Politique d'élargissement des marchés

La participation à l'économie de marché dans le cadre des processus de mondialisation est un préalable au déploiement de tout le potentiel de transport des voies navigables. Une des pratiques fondamentales au progrès des voies fluviales consiste à intégrer l'économie du transport fluvial aux zones commerciales de libre-échange, à abolir les mesures protectionnistes et à favoriser la participation étrangère à la gestion et à la propriété des infrastructures et des services de transport fluvial. L'adoption d'une nouvelle politique maritime en Chine a permis aux lignes maritimes internationales et aux exploitants de terminaux d'administrer les ports fluviaux du Yangtze et de se faire concurrence au sein d'un marché chinois en pleine croissance. L'accroissement de l'environnement concurrentiel dans l'économie mondiale a mené ces sociétés internationales à diversifier leurs investissements dans le but de développer des réseaux logistiques en Chine. Parallèlement à l'introduction de ces réformes, les entreprises d'État ont adopté une stratégie offensive de développement qui reflète celle des plus importants transporteurs maritimes et exploitants de terminaux mondiaux.

6.4.2. Intervention gouvernementale dans l'amélioration des conditions de navigation

Les voies fluviales sont de propriété publique. Les gouvernements demeurent les acteurs privilégiés quant à l'entretien et à l'aménagement des voies navigables nécessaires au capitalisme marchand, mais trop coûteux pour être assumé par le secteur privé. Le Mississippi est de compétence fédérale. Le développement du système de transport fluvial repose sur des partenariats publics-privés. Les normes reposent sur les principes d'économie de marché

dans un environnement d'affaires non réglementé. La politique de transport maritime revêt la forme de subvention indirecte. L'entretien des canaux et des voies navigables du Mississippi par le Corps des ingénieurs de l'armée des États-Unis est maintenu à des niveaux très élevés. La navigation sur le fleuve fait l'objet d'aucune tarification. Le système de contrats, d'acquisitions de terrains et de réglementations permet de maintenir un haut degré de dynamisme entrepreneurial. En Chine, le gouvernement reconnaît l'importance du Yangtze dans le développement économique de la Chine du Centre et de l'Ouest. L'augmentation de la qualité du transport fluvial est le résultat de l'introduction par le gouvernement d'un vaste programme de normalisation navale forçant un retrait obligatoire des vieux navires.

6.5. Conclusion

Puisque le trafic maritime mondial est en plein essor, les scénarios futurs devront prévoir la prestation du transport et des services connexes mondiaux en tenant pour acquis un système intermodal de transport combiné s'appuyant sur le bateau, le camion et le train. Les activités portuaires, les réseaux intermodaux et la gestion des chaînes d'approvisionnement sont devenus les principaux facteurs de croissance du trafic. Le cahier des charges concernant l'intégration internationale et la modernisation des systèmes fluvio-maritimes est actuellement testé de façon empirique et l'on assiste à l'émergence de meilleures pratiques. Parmi celles-ci, les stratégies d'entreprises intègrent le développement durable comme actif concurrentiel. Le succès des politiques conçues pour propulser le système fluvio-maritime Saint-Laurent dans une industrie de transport mondial intégré dépendra en grande partie du processus décisionnel, à la fois convergent et en réaction à ces changements.

ANALYSE INTERNATIONALE DES STRATÉGIES DE DÉVELOPPEMENT DES AXES FLUVIO-MARITIMES :
MIEUX POSITIONNER LE SYSTÈME SAINT-LAURENT

7. LE DÉVELOPPEMENT DU SYSTÈME DE TRANSPORT FLUVIO-MARITIME DU SAINT-LAURENT : BILAN ET RECOMMANDATIONS

7.1. Introduction

Le ministère des Transports du Québec a formulé l'hypothèse qu'une étude comparative internationale des conditions et des pratiques de développement des systèmes de transport fluvio-maritime permettrait d'orienter l'élaboration de politiques et la prise de décisions des agents publics et privés dans l'amélioration de la position concurrentielle du système Saint-Laurent. Notre étude apporte une contribution originale aux travaux des divers forums de concertation sur le transport maritime et des comités consultatifs sur le développement de la Porte continentale et du Corridor de commerce Ontario-Québec. La démarche est valide et permet de réfléchir tant sur le plan de l'espace maritime mondial que laurentien.

Les recommandations s'adressent à l'ensemble de la communauté maritime du Saint-Laurent pour inciter davantage les transporteurs maritimes, les administrations portuaires et les communautés riveraines à appliquer des stratégies de soutien et de développement du transport fluvio-maritime sur le système Saint-Laurent. Le présent chapitre établit un bilan des faits saillants et propose une série de recommandations. Les faits saillants et les recommandations correspondent à chacun des chapitres du présent rapport et s'appliquent au système Saint-Laurent.

7.2. Les conditions environnementales

7.2.1. Faits saillants

Les caractéristiques naturelles de tous les fleuves ont été modifiées de façon notable en raison de la montée en puissance des capacités d'intervention technique et de leur mise en œuvre afin d'améliorer la navigation maritime. Les effets consécutifs aux grands travaux (écluses, digues, barrages, dragage) sont très souvent irréversibles. Les écosystèmes les plus vulnérables ont été transformés ou détruits, d'autres sont apparus, certains sont même si artificiels qu'il devient extrêmement difficile d'en reconnaître les origines. Toutes les collectivités humaines font face à un dilemme : soit les fleuves offrent un potentiel de ressources qu'il faut exploiter afin de répondre à une demande en eau, en énergie ou en produits halieutiques, soit ils assument une fonction de régulateur climatique et maintiennent l'équilibre naturel planétaire, ce qui nécessite leur protection. La réponse à ce dilemme s'inscrit sur le plan technique dans des pratiques d'aménagement compatibles avec l'équilibre des écosystèmes fluviaux et, sur le plan politique, dans la recherche de compromis

entre protection et aménagement qui impliquent souvent une modification de l'ordre écologique.

La navigation maritime est de loin le mode de transport le plus écologique. Cet avantage environnemental doit être intégré dans la comptabilité économique des coûts de transport. Mais la navigation fluviale se déroule au sein d'écosystèmes fragiles. Le transport fluvial donne naissance à quelques problèmes environnementaux, dont la perturbation des habitats aquatiques, l'érosion côtière et la pollution atmosphérique. Mais la contribution directe de la navigation maritime à la détérioration de l'environnement demeure faible en comparaison des activités agricoles, urbaines et industrielles. Malgré cette constatation, si la navigation doit exploiter sa viabilité en tant qu'avantage concurrentiel, les environnements fluviaux doivent être protégés.

Nos enquêtes à l'échelle internationale démontrent que le Québec exerce un leadership reconnu dans la gestion écologique du fleuve Saint-Laurent avec sa Politique nationale de l'eau et sa gestion des bassins versants. L'initiative du Québec eu égard à la création d'un marché du carbone doit être saluée. Le système Saint-Laurent–Grands Lacs se classe bon premier quant aux réponses environnementales concernant la navigation commerciale. Malgré la complexité de la gouvernance du système, il faut bien reconnaître que les gouvernements ont adopté des politiques et des règlements qui améliorent la santé environnementale du bassin versant. Un aménagement majeur sur le système Saint-Laurent–Grands Lacs implique la prise en compte des principes de l'Alliance verte — une initiative d'associations représentant l'industrie maritime du Canada et des États-Unis. L'Alliance verte vise à améliorer la performance environnementale des transporteurs maritimes et des exploitants de terminaux du système Saint-Laurent–Grands Lacs. L'Alliance verte est particulièrement importante parce qu'elle aborde les questions environnementales selon une approche ascendante par laquelle les membres commerciaux s'engagent à optimiser la gestion environnementale. Cette approche est unique en matière de corridors de commerce en raison de la participation de tous les principaux intervenants de l'industrie maritime. En 2009, l'Alliance verte a publié les premiers résultats de sa performance environnementale. Plusieurs cas de réussite y sont rapportés (www.alliancevertre.org). Le gouvernement du Québec utilise d'ailleurs les résultats des travaux du Comité environnement Saint-Laurent de la SODES pour améliorer davantage la performance environnementale du transport maritime.

7.2.2. Recommandations

Mettre en œuvre une politique tarifaire équitable entre le transport routier, le transport ferroviaire et le transport fluvial qui tient compte des externalités environnementales négatives. Nos enquêtes à l'échelle internationale démontrent que la connaissance des externalités de l'ensemble des modes de transport est fondamentale pour promouvoir le transport maritime. Or, il existe

une profonde inégalité des conditions de concurrence entre tous les modes de transport. Si rien n'est fait, le transport maritime pourrait perdre ses avantages comparatifs sur le plan environnemental.

Introduire une nouvelle orientation dans la Politique nationale de l'eau qui reconnaît la nécessité de régulariser les niveaux d'eau afin de favoriser le transport fluvio-maritime. Nos enquêtes à l'échelle internationale démontrent que la variation des niveaux d'eau est le facteur environnemental critique dans l'économie du transport fluvio-maritime. La Commission mixte internationale a mené plusieurs études et proposé des recommandations pour améliorer la gestion des niveaux d'eau des Grands Lacs. Le gouvernement du Québec est impliqué dans les travaux de la Commission mixte internationale sur les variations des niveaux et des débits d'eau du fleuve Saint-Laurent, du lac Champlain et de la rivière Richelieu. Dans le cas du fleuve Saint-Laurent, les résultats de plus de sept ans d'audiences publiques, de séances d'information, d'études et de réflexions n'ont pas encore donné lieu à des mesures concrètes en raison de la variété des intérêts et d'importantes divisions politiques. La Garde côtière canadienne fournit aux transporteurs maritimes des prévisions concernant les niveaux d'eau du Saint-Laurent. Mais ce système de mesures et de prévisions des niveaux d'eau, quoique bien rodé, demeure insuffisant. Le gouvernement du Québec doit développer trois axes d'intervention. Premièrement, le Québec doit travailler étroitement avec la Commission mixte internationale des États-Unis et du Canada pour l'adoption de mesures très strictes visant à empêcher le transfert de ressources hydriques entre bassins versants, qui compromettrait le débit du fleuve Saint-Laurent. Deuxièmement, le Québec doit travailler en collaboration avec le Service hydrographique du Canada à l'adoption d'un processus continu d'observation des niveaux d'eau qui reposerait sur la construction d'un réseau d'information numérique de l'ensemble du système Saint-Laurent–Grands Lacs. Troisièmement, le Québec doit collaborer avec la Garde côtière canadienne et l'Association des pilotes maritimes du Canada à l'accroissement des connaissances bathymétriques des eaux peu profondes afin : 1) de modifier les règles de navigation sur le système Saint-Laurent; 2) d'optimiser l'utilisation des eaux navigables; et 3) d'accroître les capacités de chargement des navires.

Intégrer les impacts des changements météorologiques sur le transport fluvio-maritime dans le plan d'action gouvernemental sur les changements climatiques. Nos enquêtes à l'échelle internationale démontrent que les changements climatiques influencent les conditions de navigation. Or, il existe une grande indigence quant à la compréhension et à l'évaluation des infrastructures portuaires et des flottes dans la réponse aux défis des changements climatiques. La résilience des infrastructures maritimes à réagir au réchauffement climatique et aux changements météorologiques demeure largement inconnue. Le gouvernement du Québec et ses partenaires du secteur privé doivent obtenir des éléments de preuves qui démontrent que les changements climatiques peuvent accroître la vulnérabilité de la chaîne de transport fluvio-maritime du Saint-Laurent et augmenter le coût de la participation du Québec au commerce international. L'examen doit porter sur les incidences

du réchauffement climatique en ce qui a trait au changement des niveaux d'eau, à la transformation de la salinité des eaux, aux perturbations atmosphériques et à l'érosion des littoraux sur les activités de l'industrie maritime.

Développer un indicateur de compensation environnementale au sein des stratégies gouvernementales de développement durable. Nos enquêtes à l'échelle internationale démontrent que la compatibilité des pratiques d'aménagement des systèmes fluviaux avec le maintien de l'équilibre des écosystèmes repose de plus en plus sur des techniques compensatoires. Certaines mesures de compensation environnementale permettent de réhabiliter des sites contaminés, de créer de nouveaux écosystèmes et de lutter contre les changements climatiques, notamment en misant sur la création de puits de carbone par la plantation d'arbres à croissance rapide et l'aménagement de tourbières. Le ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs du Québec participe à la protection de l'environnement et à la conservation de la biodiversité, notamment dans le cadre du Plan d'action sur la diversité biologique ainsi que du Programme de réhabilitation des terrains contaminés. Ainsi, la construction de nouvelles infrastructures en bordure du système Saint-Laurent est parfois accompagnée de mesures de compensation environnementale, notamment dans le cas de l'habitat du poisson. Mais les enjeux liés au développement du transport maritime sur le système Saint-Laurent nécessitent l'adoption d'un cadre national de compensation environnementale. Le gouvernement doit explorer l'élaboration d'un indicateur de compensation environnementale qui tient compte du rapport, exprimé en mètres carrés, entre la surface de terrains décontaminés, récupérés, valorisés ou créés, et la surface de terrains aménagés à des fins d'aménagement portuaire ou de transport fluvio-maritime. L'indicateur permettrait ainsi de réduire les craintes de rupture d'équilibre d'ordre écologique relatives aux actions d'aménagement du système Saint-Laurent.

7.3. Les infrastructures fluvio-maritimes

7.3.1. Faits saillants

Les composantes physiques des fleuves comprennent les voies navigables, les infrastructures portuaires et les flottes. Toutefois, il existe d'importantes variations dans la qualité, le débit et le niveau de l'eau. Les voies navigables se distinguent par la qualité des aménagements artificiels permettant des liaisons entre bassins hydrographiques. Les réseaux fluviaux se démarquent par la localisation géographique, l'étendue et l'importance des installations portuaires. La navigation et les trafics se distinguent par les techniques de transport fluvio-maritime (conteneurisation, transroulage, porte-barges, etc.), la spécialisation des navires et leur taille. À l'opposé, les systèmes de transport fluviaux ont dans une large mesure des caractères communs. Ils occupent une

position d'intermédiaire entre les domaines maritime et terrestre, soit entre deux modes complémentaires. Les fleuves sont les lieux où s'opèrent les transbordements, s'implantent les ports et où aboutissent d'autres réseaux de transport. Les espaces fluviaux sont donc structurés par des équipements, animés par une grande variété de flux et utilisés selon des règles.

Nos enquêtes à l'échelle internationale démontrent que les systèmes fluvio-maritimes représentent une arène d'infrastructures. Les chenaux, les canaux, les installations portuaires et les flottes illustrent les liens cumulatifs qui existent entre les équipements de transport, la production industrielle et l'environnement artificiel fabriqué par l'homme. Ces infrastructures ont une longue durée de vie. En raison de contraintes environnementales et financières, la construction de ces ouvrages d'art serait aujourd'hui prohibitive. Dans ce contexte, le *statu quo* ou l'abandon de ces instruments de transport qui soutiennent les réseaux fluvio-maritimes représente un immense gaspillage, car la plupart de ces équipements de grande valeur représentent d'importants investissements en capitaux déjà amortis. L'entretien, la modernisation et l'adaptation des réseaux fluvio-maritimes permettent de répondre aux demandes de capacité, de fluidité et de fiabilité imposées par l'industrie du transport.

Le système Saint-Laurent–Grands Lacs fait face à d'importantes contraintes qui freinent la fluidité du réseau et son adaptation à de nouveaux trafics. Premièrement, seuls les navires ayant un tirant d'eau maximum de 8 m peuvent transiter sur l'ensemble du système fluvio-maritime en raison de la fluctuation des profondeurs d'eau entre les différents segments de navigation et l'absence de régularisation des niveaux d'eau pour l'ensemble des bassins hydrographiques. Deuxièmement, la fermeture saisonnière de la Voie maritime limite les possibilités de livraison de fret entre le Saint-Laurent et les Grands Lacs. Troisièmement, les réglementations sur le cabotage écartent les marchés des États-Unis et du Canada l'un de l'autre, de même que du transport maritime international. Quatrièmement, la flotte du système Saint-Laurent–Grands Lacs comprend 835 unités totalisant 1,59 million de tonnes de jauge brute, dont 70 % sont affectées au transport de vrac sec et liquide. Cinquièmement, l'âge moyen de la flotte du système Saint-Laurent–Grands Lacs est de 44 ans, ce qui représente un risque pour la sûreté et la sécurité des approvisionnements.

La fermeture partielle de la Voie maritime nuit à la chaîne de valeur. La fermeture hivernale représente un désavantage pour l'acheminement de trafic entre Montréal et les Grands Lacs. Cette fermeture limite le trafic au mouvement de vrac qui peut s'adapter à des interruptions. Une partie de la flotte est inactive pendant plusieurs mois, ce qui influence la production de revenus et représente une interruption dans la chaîne d'approvisionnement, qui est inacceptable pour le trafic de marchandises générales. La récente étude sur les Grands Lacs et la Voie maritime du Saint-Laurent (Transports Canada, 2007) ne fait aucune recommandation quant à l'expansion du système, mais cible davantage la nécessité de rénover et de maintenir

l'infrastructure, notamment celle des écluses qui ont plus de 50 ans. L'Administration de la Voie maritime considère que le système doit être fermé pour au moins 2 mois afin d'entreprendre les travaux annuels de rénovation et de réparation.

7.3.2. Recommandations

Réviser le cadre fiscal du transport maritime sur courte distance. Nos enquêtes à l'échelle internationale démontrent que les frais d'exploitation du transport maritime sur courte distance en ce qui a trait à la manutention, au remorquage, à la douane, etc. sont les mêmes que pour le transport océanique. Ces coûts sont presque immuables. Le volume minimum de fret nécessaire à un navire pour couvrir ses frais d'exploitation est 50 fois plus élevé que pour un camion. L'augmentation des volumes permet de rendre le transport maritime sur courte distance concurrentiel. Le gouvernement du Québec doit mettre sur pied un programme d'abattement fiscal minimum par tonne-kilomètre, réglementé et garanti, auquel un expéditeur aurait droit pour avoir utilisé la voie d'eau.

Élargir et soutenir le développement du réseau portuaire stratégique du Québec élaboré par le Forum de concertation sur le transport maritime. Nos enquêtes à l'échelle internationale démontrent que la croissance du volume de trafic fluvio-maritime repose sur la promotion et la modernisation de toutes les installations fluvio-maritimes. Les recommandations couvrent quatre volets d'intervention. Premièrement, le Québec doit établir un réseau portuaire stratégique fondé sur les ports de marchandises, y compris ceux de voyageurs, de pêches, de plaisance et les bases navales, car leur mise en réseau témoigne d'une volonté gouvernementale de se doter d'un réseau portuaire fort, incubateur de nouvelles synergies. Deuxièmement, le Québec doit travailler avec le gouvernement fédéral pour modifier la Loi maritime du Canada permettant aux administrations portuaires d'investir dans le développement immobilier à des fins de transport et de logistique. Troisièmement, le Québec doit bonifier le programme ClimatSol du ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs afin de prioriser la réhabilitation des terrains contaminés des villes portuaires du Saint-Laurent. Quatrièmement, le Québec doit élaborer des directives afin d'obliger les villes maritimes à intégrer les installations portuaires dans les plans généraux de planification urbaine et à soutenir la fluidité des trafics terrestres à l'entrée et à la sortie des ports.

Introduire des mesures incitatives fiscales pour le renouvellement de la flotte. Nos enquêtes à l'échelle internationale démontrent que les processus de renouvellement et de modernisation des armements facilitent la croissance des trafics fluvio-maritimes. Les bâtiments qui adoptent les standards environnementaux les plus élevés contribuent à accroître la sécurité et la sûreté des approvisionnements. Le renouvellement de la flotte repose sur trois mesures fiscales. Premièrement, le Québec doit réclamer du gouvernement fédéral l'abolition des droits de douane de 25 % imposés sur les navires

construits à l'étranger. Deuxièmement, le Québec doit travailler de concert avec le gouvernement du Canada pour créer un marché obligataire du type Régime d'épargne action (RÉA) permettant aux armateurs d'obtenir le financement à l'achat de navires. Troisièmement, le Québec doit adopter un système d'amortissement accéléré qui permet aux investisseurs dans le domaine du transport maritime d'amortir plus rapidement la valeur de leurs installations et de leurs équipements de sorte à diminuer leur revenu déclaré aux fins d'impôt sur le revenu.

7.4. Les conditions de marché du transport fluvio-maritime

7.4.1. Faits saillants

En 2009, le volume total de marchandises indispensables aux activités économiques et qui est transporté par voie maritime est évalué à plus de 8 milliards de tonnes. Ce trafic compte pour environ 33 000 milliards de tonnes-milles, soit un taux de croissance annuel moyen de 3 % depuis 1970. Cette croissance du volume et de la distance des échanges maritimes met en lumière l'irréversibilité des processus de mondialisation des activités économiques en dépit de toutes les vicissitudes politiques et économiques internationales. Les trafics maritimes sont essentiels à la formation des espaces économiques.

La mondialisation des marchés et l'augmentation des échanges imposent un rôle majeur aux fleuves. La compétitivité économique de l'industrie maritime s'inscrit dans la modernisation des axes fluviaux et leur intégration aux réseaux maritimes mondiaux. Nos enquêtes à l'échelle internationale démontrent que les trafics fluvio-maritimes sont très volumineux et dominés par les produits en vrac. La croissance de trafic de vrac dépend largement de facteurs économiques d'offre et de demande à l'échelle planétaire, qui influencent les industries de production de matières premières et de fabrication. De nouvelles mines et de nouvelles raffineries engendrent des changements importants sur le plan du trafic. Premier instrument de transport grâce au flottage, le domaine d'utilisation des fleuves s'est progressivement restreint en raison de la concurrence de la route et du rail. Nos enquêtes démontrent qu'une croissance générale du trafic fluvial n'émerge pas d'un détournement de fret en provenance des autres modes de transport, car ces derniers présentent un meilleur dossier en ce qui a trait à la performance et à la fiabilité, et réagissent à la concurrence fluviale en abaissant les taux.

Les marchés fluvio-maritimes du Saint-Laurent sont d'abord axés sur le mouvement des matières premières. Une analyse du volume de fret transporté sur les fleuves depuis 15 ans révèle que les principaux produits transportés sont le minerai de fer et les produits pétroliers et chimiques. Le volume total de fret maritime est demeuré pratiquement inchangé depuis 20 ans. L'analyse empirique du trafic démontre que, si rien n'est fait, le transport de vrac

demeurera la principale caractéristique du système fluvial Saint-Laurent pour 3 raisons. Premièrement, au Québec, le fleuve Saint-Laurent compte 30 ports, dont 12 manutentionnent plus de 1 million de tonnes. Plusieurs ports manutentionnent moins de trafic que par le passé. Les installations portuaires sont inadéquates pour le trafic de produits qui ne sont pas expédiés en vrac. Deuxièmement, la flotte n'est pas en mesure de manutentionner un nombre raisonnable de ces nouvelles marchandises. Ce déclin devrait se poursuivre avec le gigantisme naval qui nécessite des tirants d'eau suffisants. Troisièmement, l'augmentation du volume de marchandises est essentiellement prise en charge par le transport routier au détriment du transport ferroviaire et du transport fluvial. La concurrence du chemin de fer et du camionnage est très forte, notamment entre Montréal et les marchés de l'Ontario et des États-Unis.

7.4.2. Recommandations

Élargir le mandat de la Société des traversiers du Québec. Nos enquêtes à l'échelle internationale démontrent que le développement du marché du transport fluvio-maritime ne repose pas sur un transfert de fret des autres modes de transport, mais davantage sur un soutien au transport fluvial. Le Québec doit renforcer le transport maritime sur courte distance. L'objectif consiste à progressivement renouveler la flotte de traversiers par : 1) des navires écoénergétiques pour réduire l'empreinte environnementale de la navigation; 2) un plus grand nombre de navires pour accroître la fréquence de services réguliers et fiables; et 3) des navires de plus grande capacité pour accroître les activités de transroulage.

Favoriser l'utilisation du transport maritime sur courte distance pour l'approvisionnement des chantiers hydroélectriques de la Romaine et de la Petit-Mécatina. Nos enquêtes à l'échelle internationale démontrent que le transport maritime sur courte distance dispose d'avantages concurrentiels pour ce qui est du transport des grands gabarits ou des poids lourds. Les projets hydroélectriques de la Côte-Nord s'échelonneront sur deux décennies. Ces chantiers représentent une occasion unique pour : 1) faire la promotion du transport maritime sur courte distance; 2) limiter l'expansion et la congestion du réseau routier sur la Côte-Nord; 3) favoriser la modernisation de plusieurs installations portuaires le long du Saint-Laurent; 4) soutenir la construction de nouveaux types de navires; 5) développer de nouveaux services logistiques de transport maritime dans le segment des équipements de projets industriels qui seraient applicables ailleurs dans le monde, notamment dans l'Arctique; 6) accroître la demande de fret pour les armateurs du Saint-Laurent; et 7) créer de nouveaux emplois au sein des communautés locales des régions périphériques.

Favoriser le développement de la logistique verte. Nos enquêtes à l'échelle internationale démontrent que la capacité de massification des flux du

transport fluvial s'intègre aux chaînes d'approvisionnement et d'écoulement de transport logistique vert. Le Québec doit entreprendre des études de faisabilité sur l'utilisation de la voie fluviale pour le transport de matières dangereuses, des ordures et du matériel recyclé ainsi que des produits de la biomasse.

Modifier les critères de subventions aux entreprises. Nos enquêtes à l'échelle internationale démontrent que les gouvernements disposent d'importants leviers pour développer de nouveaux services de transport fluvial. Le Québec dispose de deux axes d'intervention. Premièrement, il doit offrir des avantages fiscaux aux entreprises qui désirent s'installer sur d'anciens sites industriels riverains pour développer de nouvelles entreprises de transformations. Deuxièmement, le Québec doit inscrire, dans les critères d'admissibilité de financement des entreprises, l'obligation pour les compagnies travaillant dans le secteur des activités économiques secondaires de faire usage du transport maritime lorsque c'est possible.

7.5. La gouvernance des systèmes de transport fluvio-maritime

7.5.1. Faits saillants

Les systèmes de transport fluvio-maritime regroupent des intervenants publics et privés. Les voies navigables sont de propriété publique, alors que les grands armements sont de propriété privée. Les perspectives sont différentes pour les infrastructures portuaires dont la propriété et la gestion reposent sur une variété de combinaisons publiques-privées. La gouvernance concerne les mécanismes qui régissent les relations entre ces acteurs pour le contrôle et le développement des systèmes de transport fluvio-maritime. L'élaboration des règles et des modes d'utilisation des fleuves est le résultat d'un processus de concertation entre les législateurs et les intervenants privés. Le financement pour l'entretien, l'achat d'équipements ou la construction d'infrastructures relève d'une variété de stratégies de priorités. Ces stratégies sont fixées dans des plans d'affaires et des plans quinquennaux dont la réalisation peut être accélérée, modifiée ou retardée en fonction de conjonctures environnementales, sociales, politiques et économiques.

Nos enquêtes à l'échelle internationale démontrent que tous les fleuves sont gouvernés par une multitude de compétences. Ce cumul de mandats empêche le développement d'une vision intégrée des fleuves permettant aux différents intervenants de projeter un aménagement d'ensemble, à l'exception de quelques enjeux environnementaux et des règles de navigation. L'harmonisation des intérêts publics et privés émanant d'un plan d'intervention mobilisateur et rassembleur pour le développement du transport fluvio-maritime ne peut s'effectuer qu'à l'échelle des villes portuaires.

Le système de transport fluvio-maritime du Saint-Laurent est caractérisé par un morcellement administratif et politique en matière de planification et de coordination des activités liées au transport fluvio-maritime de fret. L'administration du réseau Grands Lacs-Voie maritime est partagée entre deux entités. Au Canada, le gouvernement fédéral, propriétaire des infrastructures, agit à titre d'organe de réglementation, mais délègue l'administration à la Corporation de Gestion de la Voie Maritime du Saint-Laurent du Canada, une société sans but lucratif. Aux États-Unis, l'administration est confiée au Saint Lawrence Seaway Development Corporation, un organisme fédéral du ministère des Transports des États-Unis. La configuration portuaire du système Saint-Laurent comprend les administrations portuaires canadiennes (Montréal, Trois-Rivières, Québec, Port Saguenay et Sept-Îles), les ports appartenant à Transports Canada et étant sous sa responsabilité, les terminaux de traversiers exploités par la Société des traversiers du Québec, deux ports privés (Port-Cartier et Sorel-Tracy), le port industriel de Bécancour, de compétence provinciale, et quatre ports relevant de corporations municipales (Valleyfield, Les Escoumins, Trois-Pistoles et Havre-Saint-Pierre). L'aménagement des territoires riverains relève des municipalités. Les voies d'accès ferroviaire aux infrastructures portuaires relèvent du gouvernement du Canada. Les accès routiers et l'industrie du camionnage dépendent des actions législatives du Québec. Au Québec, la gouvernance du système de transport fluvio-maritime est fondée sur un processus continu de concertation entre décideurs, usagers et société civile.

7.5.2. Recommandations

Le gouvernement du Québec doit soutenir tout projet de libre-échange euro-atlantique. Nos enquêtes à l'échelle internationale démontrent que l'augmentation du commerce maritime océanique favorise la croissance du transport fluvial. L'élargissement des marchés ouvre de nouvelles perspectives pour l'aménagement des infrastructures de transport fluvio-maritime. La notion de réseau est au cœur des préoccupations des transporteurs océaniques. La complémentarité des systèmes portuaires dans les réseaux océaniques, côtiers et fluviaux permet : 1) d'optimiser la prestation du transport fluvial et des services connexes; 2) de lier efficacement les fournisseurs, les industries et les marchés; et 3) d'accroître le volume de fret pour les transporteurs maritimes. Le transport fluvial devient ainsi essentiel à l'intégration commerciale des régions du monde.

Le gouvernement doit évaluer les possibilités d'assouplir les règles sur le cabotage maritime afin de permettre l'ouverture de son marché intérieur à certains navires étrangers. Nos enquêtes à l'échelle internationale démontrent que la croissance remarquable du commerce maritime international découlant de la réduction des coûts et de l'augmentation de l'efficacité opérationnelle des transporteurs et des exploitants de terminaux est partiellement le résultat d'une déréglementation du transport maritime. L'adoption de mesures

protectionnistes peut soutenir l'industrie locale de transport maritime fluvial et côtier, mais elle tend à affaiblir la position concurrentielle du transport maritime en comparaison des autres modes. L'économie du transport fluvial souffre des restrictions faites aux navires étrangers relativement aux services de transport maritime sur courte distance, malgré certains gains pour l'industrie maritime régionale ou nationale.

Les représentants des municipalités doivent être associés aux choix des grands investissements dans le domaine de l'industrie maritime. Nos enquêtes à l'échelle internationale démontrent que la coïncidence entre les nœuds du réseau fluvial et ceux du réseau de transport terrestre offre un immense potentiel quant à l'élaboration de plans de développement concerté pour l'organisation de l'espace logistique des villes portuaires fluviales. Tous les agents économiques tentent de réduire les coûts de transaction. Ces coûts sont particulièrement marquants dans le secteur des transports en milieu urbain où il existe une réglementation modale, une législation sur la structure des prix fonciers, un contrôle environnemental rigoureux et une rigidité dans les degrés d'accessibilité terrestre. Les villes fluviales concentrent, organisent et régulent des flux de marchandises internationaux, nationaux et locaux. Les villes portuaires qui intègrent le fret fluvial, notamment la localisation des terminaux intermodaux, des entrepôts et des voies d'accès dans leur schéma d'aménagement, contribuent à l'amélioration des services logistiques.

Le gouvernement doit entreprendre un programme de regroupement des ports autour de quelques centres uniques de transport fluvio-maritime. Nos enquêtes à l'échelle internationale démontrent que les stratégies basées sur les fusions, les acquisitions ou la création d'alliances portuaires contribuent à l'armature des grands systèmes de transport fluvio-maritime. La complexité des compétences ne semble pas être un obstacle ailleurs dans le monde. La gestion unique d'un réseau portuaire permet : 1) d'augmenter la position concurrentielle des centres maritimes de distribution de fret sur le marché; 2) une allocation efficace des investissements en infrastructure; et 3) une plus grande capacité d'innovation dans les technologies vertes et de télécommunications. Au Québec, l'objectif consiste à faire des administrations portuaires canadiennes des pôles de croissance. La fusion des ports de Montréal, de Valleyfield et de Baie-Sainte-Catherine renforcerait la région de Montréal à titre de centre pulsateur d'échanges conteneurisés. Le regroupement des ports de Trois-Rivières, de Bécancour et de Sorel-Tracy permettrait la création d'un centre industrialoportuaire en mesure de rivaliser avec les complexes industriels à l'échelle internationale. L'extension des marges spatiales du port de Québec, liées au maillage d'infrastructures maritimes, renforcerait les activités de transbordement des trafics de vrac pour les navires de type *Capesize* (150 000 t en jauge brute) du plus important site en eaux profondes situé en amont de l'estuaire du Saint-Laurent. L'intégration des ports de Sept-Îles et de Port-Cartier permettrait de créer un complexe portuaire mondial pour les services de manutention, de transformation et de distribution de matières premières.

7.6. Les grands systèmes de transport fluvio-maritime

7.6.1. Faits saillants

Un système de transport fluvio-maritime combine des infrastructures physiques et non physiques. L'infrastructure physique comprend le transport, les réseaux de télécommunications et les installations. L'infrastructure non physique comprend le capital, les connaissances, la main-d'œuvre et les ressources appliquées aux réseaux physiques, y compris la capacité de rédiger un contrat de transport et aussi de négocier des accords de transfert dans les structures légales, financières et politiques propres aux différentes régions du monde. L'exploitation du potentiel maximal des systèmes de transport fluvio-maritimes repose sur les connaissances et les compétences des expéditeurs, des armateurs et des exploitants de terminaux.

Nos enquêtes à l'échelle internationale démontrent que la transformation des systèmes de transport fluvio-maritime en pivots de la mondialisation économique repose sur les innovations dans les environnements physique, économique et construit. Les corrélations étroites entre performance environnementale et capacité concurrentielle de l'industrie suggèrent que des percées technologiques permettent de surmonter certaines contraintes environnementales tout en réduisant au minimum les impacts externes négatifs. Sur le plan économique, les améliorations apportées aux pratiques de transport fluvio-maritime dépendent du leadership régional motivé par la libéralisation dans l'organisation des systèmes de transport. Nos études révèlent que les cadres dirigeants qui soutiennent le développement du transport fluvio-maritime obtiennent souvent le soutien des gouvernements et la participation de partenaires pour concevoir des politiques et faciliter l'élaboration de stratégies. Sur le plan de l'environnement construit, l'introduction d'innovations est associée à l'ajout d'infrastructures nouvelles et plus denses pour moderniser les réseaux fluviaux et renforcer les capacités de transport des activités commerciales.

Trois obstacles freinent le développement du système de transport fluvio-maritime du Saint-Laurent. Premièrement, le système Saint-Laurent ne dispose pas de densités démographiques et de grands centres urbains assez puissants pour générer des échanges intensifs entre grands foyers de populations, d'activités et de richesses. Deuxièmement, une analyse de l'ensemble du système fluvio-maritime Saint-Laurent–Grands Lacs démontre l'existence de trois réseaux distincts qui ne forment pas un corridor structurant. Le trafic sur ces trois segments ne se fait pas dans le cadre d'un service multiports. La géographie du transport de fret n'indique pas l'existence d'un système de batellerie. Sur les Grands Lacs, aux États-Unis, plus de 80 % des échanges s'effectuent entre les ports riverains des Grands Lacs, dont environ 70 % à des fins de commerce intérieur. Sur le segment des Grands Lacs du Canada et de la Voie maritime, plus de 70 % des échanges se font au sein du réseau des Grands Lacs, y compris des trafics hors écluses. Sur le Saint-

Laurent, les échanges outre-mer comptent pour 51 % du volume de trafic portuaire en 2004. Troisièmement, un examen de l'emplacement des principaux intervenants dans l'industrie d'expédition des marchandises du Saint-Laurent met en évidence le contraste marqué entre le débit de traitement des ports du Saint-Laurent, la capacité de flotte des armateurs et le volume de fret traité par les principaux expéditeurs. La croissance du fret sur le système Saint-Laurent est certes de plus en plus inscrite dans les réseaux logistiques globaux, mais la plupart des intervenants, avec quelques exceptions notables, sont internationaux. Sur le système Saint-Laurent, il sera difficile de trouver un intervenant disposé à prendre le risque commercial de développer un nouveau service maritime utilisant de nouveaux navires en raison de la faiblesse de la taille du marché laurentien.

7.6.2. Recommandations

Le gouvernement du Québec doit commanditer une étude sur la chaîne de transport de vrac. Les fleuves se concentrent sur le transport de marchandises en vrac. Le volume des flux est grand et constant sur de longues périodes. Les infrastructures ont été construites pour traiter ce trafic. Les flottes se sont développées pour acheminer ce commerce. Les structures de gouvernance se sont beaucoup transformées en fonction du vrac. Mais les chaînes de transport de marchandises en vrac sont en profonde mutation. Les producteurs de matières premières, les armements, les exploitants de terminaux et les manutentionnaires se consolident. Les chaînes logistiques de vrac sont davantage influencées par des facteurs de sécurité, de sûreté et de développement durable. Les compagnies maritimes et les chargeurs standardisent leurs opérations et s'orientent vers davantage d'industrialisation. La libéralisation des marchés des matières premières rend les flux portuaires de vrac de moins en moins captifs. Tous ces bouleversements obligent à repenser l'organisation des espaces fluvio-maritimes.

8. CONCLUSION

Cette recherche permet : 1) de définir les conditions environnementales du transport fluvio-maritime; 2) de comprendre les besoins de capacité des infrastructures du transport fluvial; 3) d'analyser l'évolution des trafics fluviaux et portuaires quant aux volumes, aux produits transportés et aux aires de marché; 4) d'étudier l'influence de la gouvernance sur les activités de planification, d'exploitation et d'organisation des systèmes de transport fluvio-maritime; 5) d'évaluer les conditions de développement et de compétitivité d'un puissant système de transport fluvio-maritime; 6) de reconnaître les meilleures pratiques des secteurs privé et public; et 7) d'intégrer les résultats de la recherche au contexte du système Saint-Laurent.

Les résultats contenus dans ce rapport mettent en évidence quelques constatations.

Premièrement, notre étude révèle que la protection et le contrôle de l'environnement fluvial vont s'accroître. Les gouvernements joueront un rôle majeur dans la détermination, la compréhension et l'évaluation des conditions environnementales ainsi que dans l'élaboration d'orientations politiques et de stratégies de développement durable. Nos enquêtes soulignent que la maîtrise des conséquences environnementales représentera le plus important facteur de coûts des projets de développement du transport fluvio-maritime. Les meilleures pratiques sont celles qui favorisent les mesures de compensation environnementale.

Deuxièmement, la croissance du commerce océanique intensifie les besoins d'adaptation des transports fluviaux, car les plus puissants systèmes de transport fluvio-maritime se situent dans le prolongement de la grande navigation océanique. Par contre, cela met en évidence l'importance d'adapter l'environnement construit et les flottes des axes fluvio-maritimes aux exigences de la logistique internationale. Nos enquêtes ont révélé plusieurs pratiques innovatrices qui permettent d'accroître la compétitivité du transport fluvial. L'intégration des actions gouvernementales à la culture d'entreprise joue un rôle essentiel dans la modernisation des systèmes de transport fluvio-maritime.

Troisièmement, notre analyse suggère que les stratégies induites par les processus économiques mondiaux ont des effets imprévisibles sur les trafics fluvio-maritimes. Les volumes de fret sont davantage déterminés que déterminants. Le commerce de marchandises est largement dominé par les expéditeurs, les transporteurs et les exploitants de terminaux internationaux. Leur décision d'utiliser un fleuve en particulier est influencée par la position relative de ce fleuve au sein de leurs réseaux internationaux. Le développement de nouveaux trafics dépend largement des activités du secteur privé qui doit répondre à des objectifs de performance financière. Cependant, notre étude démontre que les gouvernements disposent d'outils qui peuvent

faciliter la croissance du fret fluvial grâce aux politiques d'aménagement du territoire et aux projets d'infrastructures.

Quatrièmement, le développement des systèmes de transport fluvio-maritime soulève la question de la gouvernance, car leur organisation est marquée par un décalage entre politiques publiques et stratégies d'entreprises ainsi que par une multiplication du nombre d'intervenants. Les politiques gouvernementales peuvent être très avancées en ce qui a trait à la sécurité, à la sûreté et à l'environnement. Cependant, le processus régissant les relations entre les différents intervenants pour l'organisation des systèmes de transport fluvio-maritime demeure critique. Notre étude souligne l'importance des politiques économiques de libre-échange et des politiques de renforcement des administrations locales. Les meilleures pratiques sont celles qui reposent sur un regroupement de ports autour de quelques centres associés à des politiques municipales de logistique fluviale. Cette trajectoire de gouvernance pourrait exercer une grande influence sur le système Saint-Laurent en transformant les administrations portuaires en pôles de croissance. Partout, l'industrie maritime reconnaît ces forces comme des occasions favorables à la croissance des trafics, au développement du transport maritime sur courte distance et à l'adoption d'innovations techniques.

Plusieurs modèles ont été proposés afin de renforcer le rôle et la fonction des fleuves en tant qu'agents de développement économique. Le plus récent consiste à adopter le modèle de corridors de commerce. Notre étude démontre plutôt que la mise en œuvre de scénarios politiques et stratégiques pour attirer des investissements repose davantage sur le fleuve en tant que moyen et modèle de développement.

Le système de transport fluvio-maritime Saint-Laurent ne peut être considéré isolément. Il peut servir de catalyseur de croissance économique. L'utilisation accrue du transport fluvial tend même à modifier l'organisation de la chaîne de transport dans une perspective de développement durable. De façon plus marquée, la participation du secteur privé aux interventions gouvernementales de soutien au transport fluvial du Saint-Laurent offre un immense potentiel d'innovation. Dans ce contexte, le fleuve Saint-Laurent est une route dont l'aménagement pourrait être créateur de richesse pour l'ensemble du Québec.

9. BIBLIOGRAPHIE

ADIL, Hind (2010). *Le régime juridique international de la responsabilité du propriétaire du navire pour les dommages causés à la marchandise transportée*, Thèse de doctorat, Université de Montréal, Faculté de droit, 380 p.

AMJADI, Azita and L. Alan WINTERS (1997). *Transport Costs and “Natural” Integration of Mercosur*, Washington D.C., The World Bank, 33 p.

AGENCE DES SERVICES FRONTALIERS DU CANADA (ASFC) (2008). *Information préalable sur les expéditions commerciales*, [En ligne]. [<http://www.cbsa-asfc.gc.ca/media/facts-faits/003-fra.html>].

BARZYK, Fred (1996). “Trucking in a Borderless Market. A Profile of the Canadian Trucking Industry, 1988 to 1994”, in PRENTICE, B. E. (ed.), *Transport Gateways and Trade Corridors*, Saskatoon, University of Saskatchewan Printing Services, p. 24-41.

BENDER, Stephen O. (1997). “Trade Corridors : The Emerging Regional Development Planning Unit in Latin America”, Paper presented at the United Nations Centre for Regional Development Forum for Latin America and the Caribbean, Regional Development Planning : Toward the 21st Century Santa Fe de Bogota, December, 11 p.

BIOMER (2005). *Démonstration et évaluation du biodiésel pour les bateaux de croisière du Vieux-Port de Montréal et du Lieu historique national du Canal-de-Lachine. Rapport de fin de projet*, 52 p.

BRENNER, A. D., M. BUIJSE, J. F. LAUFF, E. LUQUET and T. STAUB (2004). “The Present Status of the River Rhine with Special Emphasis on Fisheries Development”, in WELCOMME, Robin L. and T. PETR (eds.), *Proceedings of the Second International Symposium on the Management of Large Rivers for Fisheries*, Bangkok, Food and Agriculture Organisation of the United Nations, p. 121-148.

BUCK CONSULTANTS INTERNATIONAL, PROGTRANS, VBD and VIADONAU (2004). *PINE – Prospects of Inland Navigation within the Enlarged Europe*, [En ligne], 636 p. [http://ec.europa.eu/transport/iw/studies/doc/2004_pine_report_report_full_en.pdf].

CANADA, RESSOURCES NATURELLES CANADA (2007). *Impacts et adaptation liés aux changements climatiques*, [En ligne], 448 p. [http://www.adaptation.rncan.gc.ca/assess/2007/index_f.php].

CANADA, TRANSPORTS CANADA et coll. (2007). *Étude des Grands Lacs et de la Voie maritime du Saint-Laurent*, [En ligne], 136 p.

[<http://www.glsls-study.com/Supporting%20documents/GLSLS%20Report%20french%20Fall%202007.pdf>].

CANADA, TRANSPORT CANADA (2003). *Impacts of Climate Change on Transportation in Canada*, Ottawa, Transport Canada, 29 p.

CARTWRIGHT, L. (2005). "An Examination of Flood Damage Data Trends in the United States", *Journal of Contemporary Water Research and Education*, vol. 130, p. 20-25.

CHAI, Chao, Zhiming YU, Xiuxian SONG and Xihua CAO (2006). "The Status and Characteristics of Eutrophication in the Yangtze River (Changjiang) Estuary and the Adjacent East China Sea, China", *Hydrobiologia*, vol. 563, n° 1, p. 313-328.

CHASE, T. N., R. A. PIELKE Sr. and C. CASTRO (2003). "Are Present Day Climate Simulations Accurate Enough for Reliable Regional Downscaling?", *Water Resources Update*, vol. 124, p. 26-34.

CHEN, Jingsheng, Xuemin GAO, Dawei HE and Xinghui XIA (2000). "Nitrogen Contamination in the Yangtze River System, China", *Journal of Hazardous Materials*, vol. A73, p. 107-113.

CHEN, L. X., W. L. LI, W. Q. ZHU, X. J. ZHOU, Z. J. ZHOU and H. L. LIU (2006). "Seasonal Trends of Climate Change in the Yangtze Delta and Its Adjacent Regions and Their Formation Mechanisms", *Meteorology and Atmospheric Physics*, vol. 92, p. 11-23.

CHEN, Y. H. and D. B. SIMMONS (1986). "Hydrology, Hydraulics, and Geomorphology of the Upper Mississippi River System", *Hydrobiologia*, n° 136, p. 5-20.

CLEMENT, Chris, S. B. BRICKER and D. E. PIRHALLA (2001). *Eutrophic Conditions in Estuarine Waters*, National Oceanic and Atmospheric Administration's State of the Coast Report, Silver Spring, NOAA, [En ligne]. [http://state-of-coast.noaa.gov/bulletins/html/eut_18/eut.html].

COMISKEY, J. J. (2005). "Overview of Flood Damages Prevented by United States Army Corps of Engineers Flood Control Reduction Programs and Activities", *Journal of Contemporary Water Research and Education*, vol. 130, p. 13-19.

COMMISSION CENTRALE POUR LA NAVIGATION DU RHIN (CCNR) (2006). *Observation du marché de la navigation intérieure européenne*, [En ligne], 91 p. [<http://www.ccr-zkr.org/>].

COMMISSION INTERNATIONALE POUR LA PROTECTION DU RHIN (CIPR) (2003). *Le Rhin remonte la pente. Bilan du programme d'action Rhin*, Coblenz, CIPR, 31 p.

COMTOIS, Claude (2008). "L'envol des ports chinois", dans GUILLAUME, J. (dir). *Les transports maritimes dans la mondialisation*, Paris, L'Harmattan, p. 185-200.

COMTOIS, C. et B. SLACK (2005). *Transformations de l'industrie maritime : portrait international de développement durable appliqué*, Québec, ministère des Transports du Québec, 247 p. (Études et Recherches en transport).

CORBETT, J. J. and P. S. FISHBECK (2000). "Emissions from Waterborne Commerce Vessels in United States Continental and Inland Waterways", *Environmental Science Technology*, vol. 34, p. 3254-3260.

DAGG, M. J. and G. A. BREED (2003). "Biological Effects of Mississippi River Nitrogen on the Northern Gulf of Mexico – A Review and Synthesis", *Journal of Marine Systems*, vol. 43, n° 3-4, p. 133-152.

D'ARCY, P., J. F. BİBEAULT et COMITÉ DE CONCERTATION NAVIGATION (2005). *Stratégie de navigation durable pour le Saint-Laurent*, Québec, ministère des Transports du Québec et Pêches et Océans Canada, 111 p. (Saint-Laurent Vision 2000).

D'ARCY, P., J.-F. BİBEAULT et R. RAFFA (2005). *Changements climatiques et transport maritime sur le Saint-Laurent. Étude exploratoire d'options d'adaptation*, Ottawa et Québec, Comité de concertation navigation du Plan d'action Saint-Laurent, 140 p.

DEEGAN, L. A., H. M. KENNEDY and C. NEILL (1984). "Natural Factors and Human Modifications Contributing to Marsh Loss in Louisiana's Mississippi River Deltaic Plain", *Environmental Management*, vol. 8, n° 6, p. 519-528.

DE KONINCK, R. (2006) "Le delta du Mississippi : une lutte à finir entre l'homme et la nature", *Hérodote*, n° 121, p. 19-41.

DENG, He (2007). "Legal Study on Water Environmental Protection of Three Gorges Reservoir Area", *Environmental Science and Engineering*, vol. 6, n° 1, p. 22-29.

DOXIADIS, C. A. (1978). *Ecology and Ekistics*, Boulder, Westview Press, 91 p.

DREWRY SHIPPING CONSULTANTS (2009). *Quarterly Global Container Shipping Monitor 2009*, London, Drewry, 13 p.

ECONOMIC COMMISSION FOR EUROPE INLAND TRANSPORT COMMITTEE (2006). *Inventory of Main Standards and Parameters of the Waterway Network ("Blue Book")*, [En ligne], 76 p.
[\[http://www.unece.org/trans/doc/2005/sc3/144rev1e.pdf\]](http://www.unece.org/trans/doc/2005/sc3/144rev1e.pdf).

EUROPEAN UNION (EU) (2005a). *Impact Assessment of the Thematic Strategy on Air Pollution and the Directives on Ambient Air Quality and Cleaner Air for Europe*, Brussels, European Union, 170 p.

EUROPEAN UNION (EU) (2005b). *Service Contract on Ship Emissions : Assignment, Abatement and Market-based Instruments*, Brussels, European Union, 171 p.

FU, Cuizhang, Jihua WU, Jiakuan CHEN, Qianhong WU and Guangchun LEI (2003). "Freshwater Fish Biodiversity in the Yangtze River Basin of China: Patterns, Threats and Conservation", *Biodiversity and Conservation*, vol. 12, p. 1649-1685.

GALLOWAY, G. E. (2005). "Corps of Engineers Responses to the Changing National Approach to Floodplain Management Since 1993 Midwest Flood", *Journal of Contemporary Water Research & Education*, vol. 130, p. 5-12.

GILL, N. et G. BLAKE (2002). *A Preliminary Estimation of River Bank Erosion within the Tamar Estuary*, Launceston, Tamar Region Natural Resource Management Strategy Reference Group Inc., 57 p.

GLEICK, P. H. (1997). *Water Planning and Management Under Climate Change*, [En ligne], 8 p.
[\[http://www.ucowr.siu.edu/updates/pdf/V112_A5.pdf\]](http://www.ucowr.siu.edu/updates/pdf/V112_A5.pdf).

GOTTMANN, Jean (1987). *Megalopolis Revisited : 25 Years Later*, Institute for Urban Studies Monograph Series, n° 6, College Park, University of Maryland, 71 p.

GOTTMANN, Jean (1961). *Megalopolis. The Urbanized Northeastern Seaboard of the United States*, Cambridge, M.I.T. Press, 810 p.

GROUPE D'EXPERT INTERGOUVERNEMENTAL SUR L'ÉVOLUTION DU CLIMAT (GIEC) (2001). *Changements climatiques 2001: Rapport de synthèse*, [En ligne].
[\[http://www.ipcc.ch/ipccreports/climate-changes-2001-syr-languages.htm\]](http://www.ipcc.ch/ipccreports/climate-changes-2001-syr-languages.htm).

GUTREUTER, S., J. M. DETTMERS and D. H. WAHL (2003). "Estimating Mortality Rates of Adult Fish from Entrainment through the Propellers of River Towboats", *Transactions of the American Fisheries Society*, vol. 132, n° 4, p. 646-661.

GUY, E. et B. URLI (2009). *Analyse comparative des mesures d'intervention publique en soutien au transport maritime*, Québec, ministère des Transports du Québec, 139 p. (Études et Recherches en transport).

HAGGETT, P. and R. J. CHORLEY (1969). *Network Analysis in Geography*, London, Edward Arnold, 347 p.

IBI GROUP (2008). *Étude sur le Corridor de commerce Saint-Laurent–Grands Lacs*, Québec, Conseil du Corridor Saint-Laurent–Grands Lacs, 58 p.

ICF CONSULTING (2004). *Port Emission Inventories and Modeling of Port Emissions for Use in State Implementation Plans (SIPs)*.

INNOVATION MARITIME (2007). *Canada's fleet of Merchant Vessels: Status, Potential Changes and Implications*, Ottawa, Transport Canada, 93 p.

INSTITUTE OF SHIPPING ECONOMICS AND LOGISTICS (ISL) (2007). *Shipping Statistics Yearbook 2007*, Bremen, ISL, 431 p.

JHA, M., J. G. ARNOLD, P. W. GASSMAN, F. GIORGI and R. GU (2006). "Climate Change Sensitivity Assessment on Upper Mississippi River Basin Streamflows Using SWAT", *Journal of the American Water Resources Association*, vol. 42, n°4, p. 997-1015.

JHA, M., Z. PAN, E. S. TAKLE and R. GU (2004). "Impacts of Climate Change on Streamflow in the Upper Mississippi River Basin : A Regional Climate Model Perspective", *Journal of Geophysical Research*, vol. 109, n° DO9105, 12 p.

JOHNSON, S. (1994). *Recreational Boating Impact Investigation. Upper Mississippi River System Pool 4 Red Wing Minnesota*, Onalaska, Environmental Management Technical Centre, 60 p.

KANSKY, K. L. (1963). *Structure of Transportation Networks : Relationship between Network Geometry and Regional Characteristics*, Research Paper n° 84, Chicago, University of Chicago, 155 p.

KLINK, H. Arjen van and Geerke C. van den BERG (1998). "Gateways and Intermodalism", *Journal of Transport Geography*, vol. 6, n° 1, p. 1-9.

KRISTENSEN, H. O. (2001). "Transport by Ship : a Green Alternative", *Cruise and Ferry Info*, February, p. 14-16.

LAKSHMANAN, T. R. and William P. ANDERSON (2002a). *Transportation Infrastructure, Freight Services Sector and Economic Growth*, Paper prepared for the United States Department of Transportation Federal Highway Administration, Boston, Centre for Transportation Studies, Boston University, 122 p.

LAKSHMANAN, T. R. and William P. ANDERSON (2002b). *Evolution of Transport Institutions that Facilitate International trade*, Paper prepared for the NSF-ESF STELLA Focus Group 5 Meeting, Boston, Centre for Transportation Studies, Boston University, 36 p.

LAKSHMANAN, T. R. and William P. ANDERSON (2000). *Case Studies in Trade and Transport Integration*, Working Paper n° CTS2000B, Boston, Centre for Transportation Studies, Boston University, 115 p.

LAKSHMANAN, T. R. and William P. ANDERSON (1999). "Trade and Transportation Integration : Lessons from North American Experience", Paper presented at the World Bank/United Nations Economics and Social Commission for Asia and the Pacific Technical Workshop on Transport and Transit Facilitation, Bangkok, April 19, 27 p.

LIN, B. and C. Y. LIN (2006). "Compliance with International Emission Regulations: Reducing the Air Pollution from Merchant Vessels", *Marine Policy*, vol. 30, n° 3, p. 220-225.

LUIZ, Silveira L. A. and Magalhaes B. PAULO (1996). "The Influence of the Sepetiba Port Complex on Brazilian Competitiveness in the International Grain market", in PRENTICE, B. E. (ed.), *Transport Gateways and Trade Corridors*, Saskatoon, University of Saskatchewan Printing Services, p. 107-119.

McGEE, T. G. (1991). "The Emergence of *Desakota* Regions in Asia : Expanding a Hypothesis", in GINSBURG N., B. KOPPEL and T. G. McGEE (eds.), *The Extended Metropolis. Settlement Transition in Asia*, Honolulu, University of Hawaii Press, p. 3-25.

METCALF INSTITUTE FOR MARINE AND ENVIRONMENTAL REPORTING (2000). *Assessing Regional Impacts of Climate Change, El Niño, La Niña, and More. Potential Impacts of Climate Change and El Niño in the Mississippi Basin*, [En ligne].

[\[http://www.environmentwriter.org/resources/bg/mississippi.htm\]](http://www.environmentwriter.org/resources/bg/mississippi.htm).

MIDDELKOOP, H. H., K. DAAMEN, D. GELLENS, W. GRABS, J. C. J. KWADIJK, H. LANG, B. W. A. H. PARMET, B. SCHÄDLER, J. SCHULLA and K. WILKE (2001). "Impact of Climate Change on Hydrological Regimes and Water Resources Management in the Rhine Basin", *Climate Change*, vol. 49, p. 105-128.

NEUDORF, Russell D. and Masood U. HASSAN (1996). "Macroeconomic Impact and Benefit/Cost Analysis of Transportation and Mining Developments in the Northwest Territories", in PRENTICE, B. E. (ed.), *Transport Gateways and Trade Corridors*, Saskatoon, University of Saskatchewan Printing Services, p. 42-55.

NOTTEBOOM, Theo and Jean-Paul RODRIGUE (2005). "Port Regionalization : Towards a New Phase on Port Development", *Maritime Policy and Management*, vol. 32, n° 3, p. 297-313.

PATTON, V., J. SCOTT and N. SPENCER (2004). *Smog Alert. How Commercial Shipping is Polluting Our Air*, New York, Environmental Defense, [En ligne], 29 p.

[\[http://www.environmentaldefense.org/documents/3807_smogalert_2004060.p](http://www.environmentaldefense.org/documents/3807_smogalert_2004060.pdf)
[dfhttp://www.umesc.usgs.gov/habitat_needs_assessment/summ_report.html\]](http://www.umesc.usgs.gov/habitat_needs_assessment/summ_report.html).

PEOPLE'S REPUBLIC OF CHINA, STATE ENVIRONMENTAL PROTECTION ADMINISTRATION (SEPR) (2005). *Report on the State of the Environment in China*, Beijing, SEPR, 90 p.

PINTER, N., Brian S. ICKES, Joseph H. WLOSINSKI and Rienk R. VAN DER PLOEG (2006). "Trends in Flood Stages : Contrasting Results from the Mississippi and Rhine River Systems", *Journal of Hydrology*, vol. 331, p. 554-566.

PLANCO CONSULTING GmbH (2003). *Potentials and Future of German Inland Waterways Shipping*, [En ligne], 17 p.
[\[http://www.internationaltransportforum.org/europe/ecmt/waterways/Paris2005/PLANCOSummary.pdf\]](http://www.internationaltransportforum.org/europe/ecmt/waterways/Paris2005/PLANCOSummary.pdf).

PRENTICE, Barry E. (ed.) (1996). *Transport Gateways and Trade Corridors*, Saskatoon, University of Saskatchewan Printing Services, 907 p.

REGGIANI, Aura, Giorgio LAMPUGNANI, Peter NIJKAMP and Gerard PEPPING (1995). "Towards a Typology of European Inter-Urban Transport Corridors for Advanced Transport Telematics Applications", *Journal of Transport Geography*, vol. 3, n° 1, p. 53-67.

RICCARDI, A., R. J. NEVES and J. B. RASMUSSEN (1998). "Impending Extinctions of North American Freshwater Mussels (Unionida) Following the Zebra Mussel (*Dreissena polymorpha*) Invasion", *Journal of Animal Ecology*, vol. 67, p. 613-619.

RIMMER, P. J. (1999). "The Asia-Pacific Rim's Transport and Telecommunications Systems : Spatial Structure and Corporate Control Since the Mid-1980s", *Geojournal*, vol. 48, p. 43-65.

RIMMER, P. J. et C. COMTOIS (2006). "Les passages transfrontaliers de la Chine", dans F. Lasserre (dir.), *L'éveil du dragon. Les défis du développement de la Chine au 21^e siècle*, Québec, Presses de l'Université du Québec, p. 147-168.

RODRIGUE, Jean-Paul (2004). "Freight, Gateways and Mega-Urban Regions : The Logistical Integration of the Bostwash Corridor", *Tijdschrift voor Economische en Sociale Geografie*, vol. 95, n° 2, p. 147-161.

ROTTER, Harald (2004). "New Operating Concepts for Intermodal Transport : the Mega Hub in Hanover/Lehrte in Germany", *Transportation Planning and Technology*, vol. 27, n° 5, p. 347-365.

SAINT-LAURENT VISION 2000 (2001). *Rapport biennal 1998-2000*, Sainte-Foy, Bureau de coordination de Saint-Laurent Vision 2000, 33 p.

SCHONHARTING, Jorg, Alexander SCHMIDT, André FRANK and Stefanie BREMER (2003). "Towards the Multimodal Transport of People and Freight : Interconnective Networks in the RheinRuhr Metropolis", *Journal of Transport Geography*, vol. 11, n° 3, p. 193-203.

TRANSPORTATION RESEARCH BOARD (TRB) (2003). *Freight Capacity for the 21st Century*, Special Report 271, Washington D.C., TRB, 166 p.

UNITED NATIONS CONFERENCE ON TRADE AND DEVELOPMENT (UNCTAD) (2009). *Review of Maritime Transport 2009*, Geneva, UNCTAD, 201 p.

UNITED NATIONS CONFERENCE ON TRADE AND DEVELOPMENT (UNCTAD) (2004). *Container Security: Major Initiatives and Related International developments*, Geneva, UNCTAD, 48 p.

UNITED STATES ARMY CORPS OF ENGINEERS (USACE) (2005a). *Evaluation of Towboat Propeller-Induced Mortality of Juvenile and Adult Fishes*, [En ligne].
[\[http://www2.mvr.usace.army.mil/UMRS/NESP/Documents/ENV56.pdf\]](http://www2.mvr.usace.army.mil/UMRS/NESP/Documents/ENV56.pdf).

UNITED STATES ARMY CORPS OF ENGINEERS (USACE) (2005b). *Adult Fish Mortality During Lockage of Commercial Navigation Traffic at Lock and Dam 25, Upper Mississippi River*, [En ligne].
[\[http://www2.mvr.usace.army.mil/UMRS/NESP/Documents/ENV58.pdf\]](http://www2.mvr.usace.army.mil/UMRS/NESP/Documents/ENV58.pdf).

UNITED STATES ARMY CORPS OF ENGINEERS (USACE) (2005c). *Waterborne Transportation Lines of the United States : volume 2 – Vessel Company Summary*, [En ligne].
[\[http://www.iwr.usace.army.mil/NDC/veslchar/pdf/wtlusv2_05.pdf\]](http://www.iwr.usace.army.mil/NDC/veslchar/pdf/wtlusv2_05.pdf).

UNITED STATES ARMY CORPS OF ENGINEERS (USACE) (2005d). *Great Lakes Waterborne Commerce Profile*, [En ligne].
[\[http://outreach.lrh.usace.army.mil/Basin/Great%20Lakes/GL_basin.htm\]](http://outreach.lrh.usace.army.mil/Basin/Great%20Lakes/GL_basin.htm).

UNITED STATES ARMY CORPS OF ENGINEERS (USACE) (2005e). *Waterborne Commerce of the United States*, Washington D.C, [En ligne].
[\[http://www.iwr.usace.army.mil/ndc/wcsc/wcsc.htm\]](http://www.iwr.usace.army.mil/ndc/wcsc/wcsc.htm).

UNITED STATES ARMY CORPS OF ENGINEERS (USACE) (2004). *Report to Congress : Upper Mississippi River System Environmental Management Program*, Rock Island, USACE, 80 p.

UNITED STATES DEPARTMENT OF TRANSPORT MARITIME ADMINISTRATION (MARAD) (2005). *Industry Surveys : Great Lakes Operators*, Washington D.C., MARAD, [En ligne], 27 p.

www.marad.dot.gov/Marad_statistics/2005%20STATISTICS/Great%20Lakes%20Operators%202005.pdf].

UNITED STATES GEOLOGICAL SURVEY (USGC) COLUMBIA ENVIRONMENTAL RESEARCH CENTRE (1998). *Lower Missouri River Ecosystem Initiative Final Report 1994-1998*, Columbia, USGC Columbia Environmental Research Centre, 20 p.

UNITED STATES GEOLOGICAL SURVEY (USGC) UPPER MIDWEST ENVIRONMENTAL SCIENCE CENTRE (2007). *Habitat Needs Assessment for the Upper Mississippi River System*, [En ligne].

http://www.umesc.usgs.gov/habitat_needs_assessment/summ_report.html].

UNITED STATES GOVERNMENT ACCOUNTABILITY OFFICE (USGAO) (2006). *Clean Water. Better Information and Targeted Prevention Efforts Could Enhance Spill Management in the St. Clair-Detroit River Corridor*, Washington D.C., GAO, 81 p.

VERHETSEL, Ann and Steve SEL (2009). "World Maritime Cities: from Which Cities Do Container Shipping Companies Make Decisions", *Transport Policy*, vol. 16, n° 5, p. 240-250.

WHEBELL, C. F. J. (1969). "Corridors : a Theory of Urban Systems", *Annals of the Association of American Geographers*, vol. 59, n° 1, p. 1-26.

WORLD SHIPPING COUNCIL (2007). *Statement Regarding Legislation to Require 100 % Container Scanning*, [En ligne].

http://www.worldshipping.org/wsc_legislation_statement.pdf].

WU, Jian-Yong (2005). "Assessing Surface Water Quality of the Yangtze Estuary with Genotoxicity Data", *Marine Pollution Bulletin*, vol. 50, n° 12, p. 1661-1667.

YANG, Jianping, Yongjian DING and Rensheng CHEN (2007). "Climatic Causes of Ecological and Environmental Variations in the Source Regions of the Yangtze and Yellow Rivers of China", *Environmental Geology*, vol. 53, p. 113-121.

YANGTZE REPORT (2005). *Executive Summary*, 17 p.

YANGTZE TRANSPORT 2008 (2008). *Accessing China's Interior*, London, Yangtze Business Services, 252 p.

YEATES, Maurice (1975). *Main Street. Windsor to Quebec City*, Toronto, Macmillan Company, 431 p.

YUE, P. and Y. CHEN (1998). *China Red Data Book of Endangered Animals : Pisces*, Beijing, Science Press.

ZHANG, Mingguang, Guowei YANG and Hui ZHANG (1999). *Water Resource Development and Utilization in the Yangtze Valley*, US-China Water Resources Management Workshop, [En ligne].
[\[http://www.lanl.gov/chinawater/documents/zhangmingguang.pdf\]](http://www.lanl.gov/chinawater/documents/zhangmingguang.pdf).

ZHONGGUO JIAOTONG NIANJIAN (ZZJ) (1996-2006). *Yearbook of China Transportation and Communications*, Beijing, Yearbook House of China Transportation and Communications.

ZURBACH, V. (2005). *Transport de conteneurs sur le Rhin : quelles logiques de fonctionnement?*, Mémoire de Diplôme d'Études Approfondies (Transport), [En ligne].
[\[http://www.alsace.pref.gouv.fr/actu/documents/20060704_83.pdf\]](http://www.alsace.pref.gouv.fr/actu/documents/20060704_83.pdf).

**ANNEXE 1 - ADRESSES DE CORRESPONDANCE
D'ORGANISATIONS TRAVAILLANT SUR LES TRANSPORTS
FLUVIO-MARITIMES**

ALLEMAGNE

Commission Internationale Pour La Protection Du Rhin (CIPR)

Kaiserin-Augusta-Anlagen 15
D-56068 Koblenz
Postfach 20 02 53, D-56002 Koblenz
FEDERAL REPUBLIC OF GERMANY
Tél. : 0049 (0) 261-94252-0
Télec. : 0049 (0) 261-94252-52
Courriel : sekretariat@iksr.de
Site Web : www.iksr.org

**European Reference Centre for Intermodal Freight Transportation
(EURIFT)**

TUHH-Technologie GmbH
Harburger Schloßstr. 6-12
D-21079 Hamburg
FEDERAL REPUBLIC OF GERMANY
Tél. : 49 40 766 180-67
Télec. : 49 40 766 180-39
Courriel : eurift@tutech.de
Site Web : www.eurift.org

German Institute of Navigation ([DGON](#))

Kölnstraße 70
D-53111 Bonn
FEDERAL REPUBLIC OF GERMANY
Tél. : 0228-20197-0
Télec. : 0228-20197-19
Courriel : dgon.bonn@t-online.de
Site Web : <http://www.dgon.de/>

Institute of Shipping Economics and Logistics (ISL)

Universitätsallee GW1 Block A
28359 Bremen
FEDERAL REPUBLIC OF GERMANY
Tél. : 49 4 21 2 20 96-0
Télec. : 49 4 21 2 20 96-55
Courriel : info@isl.org
Site Web : www.isl.org

**VBD-Centre européen pour le développement de la navigation intérieure
et côtière**

Rendsburger Straße 24
30659 Hannover
FEDERAL REPUBLIC OF GERMANY
Tél. : 49 (0) 511 563 666 4
Télec. : 49 (0) 511 563 666 5
Courriel : info@vbd-ev.de
Site Web : <http://www.vbd-ev.de>

AUSTRALIE

Australian Centre for Maritime Studies

P. O. Box 55, Red Hill
ACT 2603
AUSTRALIA
Tél. : (02) 6295 0056
Télec. : (02) 6295 3367
Courriel : acmarst@bigpond.com
Site Web : www.acmarst.com

AUTRICHE

Data Warehouse for Danube Waterway (D4D)

via donau - Oesterreichische Wasserstrassen-Gesellschaft mbH
Donau-City-Strasse 1
1220 Vienna
AUSTRIA
Tél. : 43 (0) 50 4321 1702
Télec. : 43 (0) 50 4321 1050
Courriel : markus.schedlbauer@via-donau.org
Site Web : www.d4d.info/index.php?id=12

**Via-Donau-Advanced Logistic Solutions for Danube Waterway (ALSO
Danube)**

City-Straße, 1 A
1220 Wien
AUSTRIA
Tél. : 43 (0) 1 595 48 96
Courriel : also@via-donau.org
Site Web : <http://www.via-donau.org>, <http://www.alsodanube.at/>

BELGIQUE

Alliance of Regional Maritime Interests (AMRIE)

8, Ave. Michel Ange
B-1000 Bruxelles
BELGIQUE
Tél. : 32 2 736 17 55
Télec. : 32 2 735 22 98
Courriel : info@amrie.org
Site Web : www.amrie.org

European Federation for Transport and Environment

Rue de la Pépinière, 1
1000 Bruxelles
BELGIQUE
Tél. : 32 (0) 2 502 9909
Télec. : 32 (0) 2 502 9908
Courriel : info@transportenvironment.org
Site Web : <http://www.transportenvironment.org/>

European Federation of Inland Port (EFIP)

Place des Armateurs, 6, B – 1000
Bruxelles
BELGIQUE
Tél. : 32 (0) 24207037
Télec. : 32 (0) 2 420 0371
Courriel : info@inlandports.be
Site Web : <http://www.inlandports.be/>

European Sea Ports Organisation (ESPO)

Michelangelolaan, 68 Avenu Michel-Ange
B-1000 Bruxelles
BELGIQUE
Tél. : 32 2 736 34 63
Télec. : 32 2 736 63 25
Courriel : mail@espo.be
Site Web : www.espo.be

Federation of European Private Port Operators (FEPORT)

Treurenberg, 6
1000 Bruxelles
BELGIQUE
Tél. : 32 2 736 75 52
Télec. : 32 2 732 31 49
Courriel : info@feport.be
Site Web : www.feport.be

Inland Navigation Demonstrator for River Information Services (INDRIS)

M. A. Gonzalez Finat, directeur
Directorate B - Transeuropean Networks Energy & Transport
rue de la Loi, 200 - Office DM 24 - 08/152
B-1049 Bruxelles
BELGIQUE
Tél. : 32 2 296 82 87
Télé. : 32 2 296 83 52
Courriel : Alfonso.Gonzalez-Finat@ec.europa.eu
Site Web : <http://cordis.europa.eu/transport/src/indris.htm>

Inland Navigation Europe (INE)

Office 6G65
Koning Albert II-iaan, 20
B - 1000 Bruxelles
BELGIQUE
Tél. : 32 2 553 62 70
Télé. : 32 2 553 62 72
Courriel : info@inlandnavigation.org
Site Web : www.inlandnavigation.org

Institute of Transport and Maritime Management Antwerp (ITMMA)

ITMMA - University of Antwerp, ITMMA House
Keizerstraat 64, B-2000 Antwerp
BELGIQUE
Tél. : 32 (0) 3 275 51 51
Télé. : 32 (0) 3 275 51 50
Courriel : itmma@ua.ac.be
Site Web : <http://ittma.org/>

NEPTUNE (Association of Maritime Research Institutes)

M^{me} Claudine Alexandre, secrétaire
Rue du Gouvernement provisoire, 34
B- 1000 Bruxelles
BELGIQUE
Tél. : 32 2 21 99 472
Télé. : 32 2 22 32 541
Courriel : UniEur@infoboard.be
Site Web : <http://www.maritime.deslab.naval.ntua.gr/neptune/framelayout.html>

PIANC-Navigation, Ports, Waterways

Secrétariat général
Bâtiment Graaf de Ferraris - 11^e étage
Blvd. du Roi Albert II, 20 - Boîte 3
B-1000 Bruxelles
BELGIQUE
Tél. : 32 2 553 71 61
Télec. : 32 2 553 71 55
E-mail : info@pianc-aipcn.org
Site Web : <http://www.pianc-aipcn.org/>

Trans-European Networks (TEN)

M. Matthias Ruete, directeur général
Adresse postale :
European Commission
DG Energy and Transport
B – 1049 Bruxelles
BELGIQUE
Bureau :
Rue J.-A. Demot, 24-28
B – 1040 Bruxelles
BELGIQUE
Site Web : www.ec.europa.eu/ten/transport/index_en.htm

Union Européenne de la Navigation Fluviale (UENF)

Avenue Grandchamp, 148
B-1150 Bruxelles
BELGIQUE
Tél. : 31 (0) 10 4116070
Télec. : 31 (0) 10 4129091
Courriel : info@ebu-uenf.org
Site Web : <http://www.ebu-uenf.org/>

CANADA

Bechtel International

Bureau de Montréal
Tél. : 514 871-1711
Télec. : 514 871-1392
Site Web : <http://www.bechtel.com/>

Commission mixte internationale — Groupe d'étude internationale sur le lac Ontario et le fleuve Saint-Laurent (LOFSL)

M. Greg McGillis
Agent d'information publique
234, av. Laurier Ouest, 22^e étage
Ottawa (Ontario) K1P 6K6
CANADA
Tél. : 613 992-5727
Télé. : 613 995-9644
Courriel : mcgillisg@ottawa.ijc.org
Site Web : http://www.ijc.org/fr/accueil/main_accueil.htm

Conseil international de contrôle du fleuve Saint-Laurent

M. Reg Golding
Secrétaire, section canadienne
Garde côtière canadienne
200, rue Kent
Ottawa (Ontario) K1A 0E6
CANADA
Tél. : 613 998-1408
Télé. : 613 991-2473
Courriel : goldingr@dfo-mpo.gc.ca
Site Web : <http://www.islrbc.org/new-Version/fchmain.html>

Fédération maritime du Canada

300, rue du Saint-Sacrement, bureau 326
Montréal (Québec) H2Y 1X4
CANADA
Tél. : 514 849-2325
Télé. : 514 849-8774
Courriel : info@shipfed.ca
Site Web : www.shipfed.ca

Institut maritime du Québec

53, rue Saint-Germain Ouest
Rimouski (Québec) G5L 4B4
CANADA
Tél. : 418 724-2822
Télé. : 418 724-0606
Site Web : www.imq.qc.ca

Regroupement des organismes de bassins versants du Québec (ROBVQ)

675, boul. René-Lévesque Est
8^e étage, boîte 42
Québec (Québec) G1R 5V7
CANADA
Tél. : 418 521-3878
Télé. : 418 644-2003
Site Web : <http://www.robvq.qc.ca/>

St. Lawrence River Institute of Environmental Sciences

2 Belmont Street
Cornwall (Ontario) K6H 4Z1
CANADA
Tél. : 613 936-6620
Télé. : 613 936-1803
Courriel : info@riverinstitute.ca
Site Web : <http://www.riverinstitute.com>

Voie Maritime du Saint-Laurent

Région Maisonneuve
151, rue de l'Écluse
Saint-Lambert (Québec) J4R 2V6
CANADA
Tél. : 450 672-4110
Télé. : 450 672-7098
Site Web : <http://www.grandslacs-voiemaritime.com/en/home.html>

CHINE

Changjiang Water Resources Commission (CWRC)

No. 1863 Liberation Ave.
Wuhan 430010
PEOPLE'S REPUBLIC OF CHINA
Tél. : (027) 82 82 8114
Télé. : (027) 82 82 9888
Courriel : eng.cjw@gov.cn
Site Web : <http://www.river.gov.cn/eng-introduction.asp>

H2O China

Shen Jie

Room 2A, Building A, Beijing Science & Technology Convention Centre, No.48

Beisanhuan West Road, Haidian District, 100086 Beijing

PEOPLE'S REPUBLIC OF CHINA

Tél. : 86-10-62 13 8244

Télé. : 86-10-62 138284

Courriel : eversion@chinawater.net

Site Web : <http://www.chinawater.net>

International Centre for Maritime Studies (ICMS)

General Office

Department of Logistics

M628, Li Ka Shing Tower

The Hong Kong Polytechnic University

Hung Hom, Kowloon

HONG KONG SAR

PEOPLE'S REPUBLIC OF CHINA

Tél. : (852) 2766 7408

Télé. : (852) 2330 2704

Site Web : <http://www.lgt.polyu.edu.hk/icms.asp>

Shanghai Maritime University

School of Economics and Management

1550 Pu Dong Da Dao

Shanghai, 200135

PEOPLE'S REPUBLIC OF CHINA

Tél. : (86-21) 58 85 5200

Télé. : (86-21) 58 85 3909

Courriel : smupo@shmtu.edu.cn

Site Web : <http://en.shmtu.edu.cn/>

ÉTATS-UNIS

The American Waterways Operators

801 North Quincy Street, suite 200

Arlington, VA 22203

UNITED STATES

Tél. : 703 841-9300

Télé. : 703 841-0389

Site Web : www.americanwaterways.com

Great Lakes Commission

Eisenhower Corporate Park
2805 S. Industrial Hwy, Suite 100
Ann Arbor, MI 48104-6791
UNITED STATES
Tél. : 734 971-9135
Télé. : 734 971-9150
Site Web : <http://www.glc.org/>

Great Lakes Information Network

Mr. Kurt Kowalski
U.S. Geological Survey, Biological Resources Div.
Great Lakes Science Center
1451 Green Road
Ann Arbor, MI 48105-2807
UNITED STATES
Tél. : 734 994-3331, ext 308
Télé. : 734 994-8780
Courriel : kurt_kowalski@usgs.gov
Site Web : <http://www.great-lakes.net/>

Great Lakes Maritime Research Institute

Mr. Carol Wolosz
291 Marshall W. Alworth Hall
1023 University Drive
Duluth, MN 55812
UNITED STATES
Tél. : 218 726-7446
Courriel : info@glmri.org
Site Web : www.glmri.org

Mississippi Headwaters Board (MHB)

Mrs Jane E. (Van Hunnik) Ekholm – Director
Cass County Courthouse
P. O. Box 3000
Walker, MN 56484
UNITED STATES
Tél. : 218 547-7263
Télé. : 218 547-7376
Courriel : cass.mhb@co.cass.mn.us
Site Web : <http://www.mhbriverwatch.dst.mn.us/>

Missouri River Institute (MRI)

The University of South Dakota
414 E Clark Street
Vermillion, SD 57069
UNITED STATES
Courriel : mri@usd.edu
Site Web : <http://www.usd.edu/mri/>

River Basin Center

110 Riverbend Road, Room 101
University of Georgia
Athens, Georgia 30602-1510
UNITED STATES
Tél. : 706 583-0463
Télé. : 706 542-0612
Courriel : bethgav@uga.edu
Site Web : <http://www.rivercenter.uga.edu/>

Rivers Institute

Adresse postale :
Rivers Institute at Hanover College
P. O. Box 108
Hanover, Indiana 47243
UNITED STATES
Adresse physique :
Rivers Institute at Hanover College
Hendricks Hall
620 College Avenue
Hanover, Indiana 47243
UNITED STATES
Tél. : 812 866-6846
Télé. : 812 866-6828
Courriel : rivers@hanover.edu
Site Web : <http://www.riversinstitute.org/>

Transportation Research Board

500 Fifth Street, NW
Washington, Dc 20001
UNITED STATES
Tél. : 202 334-2003
Site Web : <http://www.trb.org/>

World Ressources Institute

10 G Street NE
Washington, DC 20002
UNITED STATES
Site Web : <http://www.iucn.org/themes/wani/eatlas/index.html>

FRANCE

Commission Centrale pour la Navigation du Rhin

2, place de la République
67082 STRASBOURG Cedex
FRANCE
Tél. : 00 33 (0) 3 88 52 20 10
Télé. : 00 33 (0) 3 88 52 20 10
Courriel : ccnr@ccr-zkr.org
Site Web : <http://www.ccr-zkr.org/>

European River Network (ERN)

Main and Westeuropean Office :
ERN-SOS Loire Vivante, 8, rue Crozatier
43000 Le Puy, Southern
FRANCE
Tél. : 33 471 02 08 14
Télé. : 33 471 02 60 99
Courriel : info@rivernet.org
Site Web : www.ern.org

Institut national des transports internationaux et des ports (ITIP)

Option « navigation intérieure » (ISNI)
Lycée Ferdinand Buisson
6, rue Houzeau
76504 ELBEUF Cedex
FRANCE
Tél. : 02 32 82 07 16
Télé. : 02 35 52 83 47
Courriel : isni@wanadoo.fr
Site Web : http://www.cnam.fr/pole-ecogestion/rubrique.php3?id_rubrique=70

Institut Français de la Mer (IFM)

47, rue de Monceau
75 008 Paris
FRANCE
Tél. : 01 53 89 52 08
Télé. : 01 53 89 52 15
Courriel : ifm@free.fr
Site Web : www.ifm.free.fr

Institut français de recherche pour l'exploitation de la mer (IFREMER)

155, rue Jean-Jacques Rousseau
92138 Issy-les-Moulineaux Cedex
FRANCE
Tél. : (33) 01 46 48 21 00
Télé. : (33) 01 46 48 21 21
Site Web : www.ifremer.fr

Institut international fleuves et patrimoines

Mission Val de Loire
81, rue Colbert-BP 4322
37043 Tours Cedex 1
FRANCE
Tél. : 02 47 66 06 65
Télé. : 02 47 66 02 18
Courriel : institut@mission-valdeloire.fr
Site Web : www.valdeloire.org

Institut supérieur d'économie maritime (ISEMAR)

M. Paul Tourret, directeur : tourret@isemar.asso.fr
Gavy-Oceanis B. P.152
44603 Saint-Nazaire Cedex
FRANCE
Tél. : 33 (0) 2 40 90 51 13
Télé. : 33 (0) 2 40 90 50 86
Courriel : contact@isemar.asso.fr
Site Web: <http://www.isemar.asso.fr/>

Institut Universitaire Européen de la mer (IUEM)

Technopôle BREST-IROISE
Place Nicolas Copernic
29280 Plouzane
FRANCE
Tél. : 02 98 49 86 00 - Joëlle LE JALLE
Administration : 02 98 49 86 02 ou 86 03
Télé. : 02 98 49 86 09
Site Web : www.univ-brest.fr/IUEM

Office International de l'eau

21, rue de Madrid
75008 Paris
FRANCE
Tél. : 01 44 90 88 60
Télé. : 01 40 08 01 45
Courriel : dg@oieau.fr
Site Web : <http://www.oieau.fr/index.htm>

**Système Euro-Méditerranéen d'Information sur les savoir-faire dans le
Domaine de l'Eau (SEMIDE)**

Adresse physique :
CICA
2229, route des Crêtes
Parc International d'Activités
06560 Valbonne
FRANCE
Adresse postale :
U.T. SEMIDE/EMWIS T.U.
BP 23
06901
FRANCE
Tél. : 33 4 92 942 290
Télé. : 33 4 92 942 295
Courriel : info@semide.org
Site Web : <http://www.emwis.net/>

Voies navigables de France (VNF)

M. Gilles Malefan : gilles.malefan@cnam.fr
175, rue Ludovic-Boutleux B.P.820
62408 BETHUNE CEDEX
FRANCE
Tél. : 33 03 21 63 2424
Télé. : 33 03 21 63 2442
Courriel : webmestre@vnf.fr
Site Web : <http://www.vnf.fr>

World Water Council (WWC)

Espace Gaymard
2-4, place d'Arvieux
13002 Marseille
FRANCE
Tél. : 33 4 91 99 41 00
Télé. : 33 4 91 99 41 01
Site Web : www.worldwatercouncil.org

PAYS-BAS

Buck Consultants International

Kerkenbos 10-31
P. O. Box 1456
6501 BL Nijmegen
THE NETHERLANDS
Tél. : 31-24-37 90 222
Télé. : 31-24-37 90 120
Courriel : bci@bciglobal.com
Site Web : <http://www.bciglobal.com/>

Consortium Operational Management Platform for River Information Services (COMPRIS)

Mrs Ineke Hakemulder
Ministry of Transport, Public Works and Water Management
AVV Transport Research Centre
Boompjes 200
Postbox 1031
3000 BA Rotterdam
THE NETHERLANDS
Tél. : 31 102 825 866
Télé. : 31 102 825 645
Courriel : c.j.hakemulder@avv.rws.minvenw.nl
Site Web : www.euro-compris.org

Ministry of Transport, Public Works and Water Management (Pays-Bas)

Plesmanweg 1-6
2597 JG Den Haag
THE NETHERLANDS
Tél. : 31 070 351 6171
Télé. : 31 070 351 1947
Site Web : www.minvenw.nl

NEA Transport research and training

Adresse physique :
Sir Winston Churchillaan 297
2288 DC Rijswijk
THE NETHERLANDS
Adresse postale :
P. O. Box 1969
2280 DZ Rijswijk
THE NETHERLANDS
Tél. : 31 (0) 88-696 9388
Télé. : 31 (0) 88-696 9384
Courriel : email@nea.nl
Site Web : <http://www.nea.nl/>

ROUMANIE

Dangerous Cargo Transport Monitoring on Inland Waterways (DaTraM)

Csaba Kovács (RSOE)
1089 Budapest, Elnök u. 1
ROMANIA
Tél. : 361 303-0168
Télé. : 361 477-0549
Courriel : csaba.kovacs@rsoe.hu
Site Web : <http://datram.rsoe.hu>

Danube Delta National Institute for Research and Development (DDNI)

165, Babadag Street
820112 Tulcea
ROMANIA
Tél. : Secretary/ Directors Offices : 40 240 531 520
Télé. : 40 240 533 547
Courriel : office@indd.tim.ro

ROYAUME-UNI

Association of Inland Navigation Authorities (AINA)

Fearn's Wharf, Neptune Street
Leeds LS9 8PB
UNITED KINGDOM
Tél. : 0 113 243 3125
Télé. : 0 113 245 8394
Courriel : info@aina.org.uk
Site Web : www.aina.org.uk

Containerisation International

Telephone House, Paul Street
London EC2A 4LQ
UNITED KINGDOM
Tél. : 44 (0) 20 7017 5531
Télé. : 44 (0) 20 7017 4782/4973
Courriel : ci.subscriptions@informa.com
Site Web : <http://www.ci-online.co.uk/>

Drewry Shipping Consultants limited

Drewry house, Meridian Gate – South quay
213 Marsh Wall
London E14 9FJ
UNITED KINGDOM
Tél. : 44 20 7538 0191
Télé. : 44 20 7987 9396
Site Web : www.drewry.co.uk

Fairplay International Shipping

Lombard House, 3 Princess Way
Redhill
Surrey RH1 1UP
UNITED KINGDOM
Tél. : 44 1737 379 000
Télé. : 44 1737 379 001
Courriel : info@fairplay.co.uk
Site Web : <http://www.fairplay.co.uk/>

FLUVIO

Institute of Geography and Earth Sciences
University of Wales, Aberystwyth
Ceredigion SY23 3DB
UNITED KINGDOM
Tél. : 44 (0) 1970 62 2674
Courriel : ssr@aber.ac.uk
Site Web : <http://www.fluvio.com/>

Inland Waterway International (IWI)

Crabtree Hall, Mill Lane
Lower Beeding
Horsham
West Sussex RH13 6PX
UNITED KINGDOM
Courriel : info@inlandwaterwaysinternational.org
Site Web : <http://www.inlandwaterwaysinternational.org/>

International Maritime Organisation

55 Victoria Street
London SW1H 0EU
UNITED KINGDOM
Tél. : 44 (0) 20 7735 7611
Télé. : 44 (0) 20 7587 3210
Courriel : info@imo.org
Site Web : www.imo.org

Transport and Shipping Research Group

Dr Anthony Beresford
Cardiff University
Aberconway Building, Colum Drive
Cardiff, CF10 3EU
UNITED KINGDOM
Tél. : 44 (0) 29 2087 6869
Télé. : 44 (0) 29 2087 4301
Courriel : Beresford@Cardiff.ac.uk
Site Web : http://www.cardiff.ac.uk/carbs/research/centres_units/tsrq.html

University of Plymouth Marine Institute

A504 Portland Square, Drakes Circus
Plymouth PL4 8AA
UNITED KINGDOM
Tél. : 0 1752 233 3719
Télé. : 0 1752 223 3039
Courriel : MarineInstitute@Plymouth.ac.uk
Site Web : <http://www.research.plymouth.ac.uk/marine/>

Working With Water

HR Wallingford, Howbery park
Wallingford
Oxfordshire OX10 8BA
UNITED KINGDOM
Tél. : 44 1491 82 2310
Télé. : 44 1491 82 5916
Courriel : sdw@hrwallingford.co.uk
Site Web : <http://www.hrwallingford.co.uk>

SUÈDE

Global Water Partnership

Drottninggatan 33
SE-111 51 Stockholm
SWEDEN
Tél. : 46 (85) 6251 900/922
Télé. : 46 (85) 6251 901
Courriel : gwp@gwpforum.org
Site Web : <http://www.gwpforum.org>

World Maritime University

P. O. Box 500, S-201 24
Malmö
SWEDEN
Street address :
Citadellsv. 29, 21118 Malmö
Tél. : 46 (40) 356 300
Télé. : 46 (40) 128 442
Courriel : info@wmu.se
Site Web: <http://www.wmu.se>

SUISSE

Green Cross International

160a, route de Florissant
1231 Conches/Genève
SUISSE
Tél. : 41 (22) 789 1662
Télé. : 41 22 789 1695
Courriel : gcinternational@gci.ch
Site Web : <http://www.gci.ch/index.htm>

ProgTrans AG

Dr. Stefan Rommerskirchen, Managing Director
Gerbergasse 4
CH-4001 Basel
SUISSE
Tél. : 41 (61) 560 3500
Télé. : 41 (61) 560 3501
Courriel : info@progtrans.com
Site Web : <http://www.progtrans.com/>

The World Conservation Union (IUCN)

Rue Mauverney, 28
Gland, 1196
SUISSE
Tél. : 41 (22) 999 0000
Télé. : 41 (22) 999 0002
Courriel : webmaster@iucn.org
Site Web : www.iucn.org

ANNEXE 2 – LISTE DES PERSONNES INTERROGÉES

ALLEMAGNE

Mr. Norbert Rekers
Head of Sales Department
Duisport Agency GmbH
Duisburger Hafen AG, Duisburg Port Authority
Alte Ruhrorter Straße 42-52
47119 Duisburg
GERMANY

Mr. Alexander Vogt, M.A.
Association of German Transport Undertakings (VDV)
Research Assistant
Railway Traffic Sector
Kamekestraße 37-39
D-50672 Cologne
GERMANY

Ms. Marina Von Kaler
Public Relations
Duisburger Hafen AG, Duisburg Port Authority
Alte Ruhrorter Straße 42-52
47119 Duisburg
GERMANY

BELGIQUE

Mr. Chris Coeck, Ph.D.
Advisor Policy and Strategy
Department of Strategy and Development
Antwerp Port Authority
Port House, 1 Entrepokaai
B-2000 Antwerp
BELGIUM

Mr. Theo Notteboom, Ph. D.
Professor and Director
Institute of Transport and Maritime Management
Antwerp University, Middelheimlaan 1
B-2020 Antwerp
BELGIUM

Mr. Gustaaf De Monie
Senior Director
Policy Research Corporation
Antwerp Office
Jan Moorkensstraat 68
B-2600 Antwerp
BELGIUM

CANADA

Mr. Kurt Andersen
Senior Director, Projects
Maersk Canada
2576 Matheson Boulevard East
Mississauga (Ontario) L4W 5H1
CANADA

Mr. Maynard Angus
Manager, Public Affairs
Prince Rupert Port Authority
200 215 Cow Bay Road
Prince Rupert (British Columbia) V8J 1A2
CANADA

Mr. Gilles Assier
Director Project Development
Port Metro Vancouver
100 the Pointe
999 Canada Place
Vancouver (British Columbia) V6C 3T4
CANADA

Mr. Dave Bachynski
Senior manager, Policy and Intergovernmental Relations
Pacific Gateway Branch
P. O. Box 9850 Stn Prov Govt
Victoria (British Columbia) V8W 9T5
CANADA

Mr. Chris Badger
Chief Operating Officer
Port Metro Vancouver
100 the Pointe
999 Canada Place
Vancouver (British Columbia) V6C 3T4
CANADA

M^{me} Martine Bélanger
Vice-présidente — Opérations
Administration portuaire de Québec
150, rue Dalhousie
C. P. 80, Succ. Haute-ville
Québec (Québec) G1R 4M8
CANADA

M. Gaétan Boivin
Président
Administration portuaire de Trois-Rivières
1545, du Fleuve, Suite 300
Trois-Rivières (Québec) G9A 6K4
CANADA

Mr. Frank Came
Senior Advisor
Globe Foundation
World Trade Centre, 578 – 999 Canada Place
Vancouver (British Columbia) V6C 3E1
CANADA

M^{me} Carole Campeau
Directrice — Projets stratégiques
Groupe Océan
105, rue Abraham-Martin, Bureau 500
Québec (Québec) G1K 8N1
CANADA

M. Richard J. Corfe
Président et chef de la direction
Corporation de Gestion de la Voie aritime du Saint-Laurent
202, rue Pitt
Cornwall (Ontario) K6J 3P7
CANADA

M. Daniel Dagenais
Directeur des opérations
Administration portuaire de Montréal
Édifice du Port de Montréal
2100, avenue Pierre-Dupuy, aile 1
Montréal (Québec) H3C 3R5
CANADA

Mr. Darrell J. Desjardin
Director, Environmental programs
Vancouver Port Authority
100 The Pointe, 999 Canada Place
Vancouver (British Columbia) V6T 3T4
CANADA

Captain Allen Domaas
President and CEO
Fraser River Port Authority
400 – 625 Agnes Street
New Westminster (British Columbia) V3M 5Y4
CANADA

Mr. Paul Evans, Ph.D.
Co-CEO and Chairman of the Executive Committee
Asia Pacific Foundation of Canada
200 – 890 West Pender Street
Vancouver (British Columbia) V6C 1J9
CANADA

Capitaine Michel Fortin
Vice-président
Association des pilotes du Saint-Laurent Central
1545, du Fleuve, Bureau 200
Trois-Rivières (Québec) G9A 6K4
CANADA

Mr. David Fung
Chairman and CEO
ACDEG Group
3784 Southridge Avenue
West Vancouver (British Columbia) V7V 3J1
CANADA

M. Pierre Gagnon
Président-directeur général
Administration portuaire de Sept-Îles
1, Quai Mgr-Blanche
Sept-Îles (Québec) G4R 5P3
CANADA

M. Y. Denis Gagnon
Directeur des opérations
Groupe Porlier
315, avenue Otis
Sept-Îles (Québec) G4R 1K9
CANADA

Mr. Scott Galloway
Director Trade Development
Port Metro Vancouver
100 The Pointe, 999 Canada Place
Vancouver (British Columbia) V6C 3t4
CANADA

Ms. Lori Janson
Manager, Community Relations
TSI Terminal Systems Inc.
1285 Franklin Street
Vancouver (British Columbia) V6A 1J9
CANADA

M. Marcel Labrecque
Vice-président exécutif
Administration portuaire de Québec
150, rue Dalhousie
C. P. 80, Succ. Haute-ville
Québec (Québec) G1R 4M8
CANADA

M^{me} Sylvie Mallet
Économiste principale, analyse et recherche économiques
Transports Canada
330 Sparks St. Place de Ville, Tour C
Ottawa (Ontario) K1A 0N5
CANADA

M^{me} Lyne Martin
Chef de l'environnement
Administration portuaire de Montréal
Édifce du Port de Montréal, Cité du Havre
Montréal (Québec) H3C 3R5
CANADA

M. Daniel Olivier, Ph.D.
Analyste, Portes d'entrée et corridors de transport
Transports Canada
330 Sparks St. Place de Ville, Tour C
Ottawa (Ontario) K1A 0N5
CANADA

M. Jacques Paquin
Vice-président marketing et développement des affaires
Administration portuaire de Trois-Rivières
1545, du Fleuve, bureau 300
Trois-Rivières (Québec) G9A 6K4
CANADA

M. Gianni A. Piovesan
Directeur de port
Chemin de fer Canadien Pacifique
Bureau 300, Gare Windsor
1100, rue de La Gauchetière Ouest
C. P. 6042, Succursale Centre-ville
Montréal (Québec) H3C 3E4
CANADA

Capitaine Michel Pouliot
Président
Association des pilotes maritimes du Canada
1150 Morrison Drive, Bureau 150
Ottawa (Ontario) K2H 8S9
CANADA

M. Patrick Robitaille
Vice-président marketing et développement
Administration portuaire de Québec
150, rue Dalhousie
C. P. 80, Succ. Haute-ville
Québec (Québec) G1R 4M8
CANADA

Ms. Kaity Arsoniadis Stein
Secretary General
International Shipowners Alliance of Canada Inc
1500 – 1111 West Georgia Street
Vancouver (British Columbia) V6E 4M3
CANADA

Mr. Morley Strachan
Executive Vice President
TSI Terminal Systems Inc.
1285 Franklin Street
Vancouver (British Columbia) V6A 1J9
CANADA

M. Louis-Paul Tardif
Directeur, analyse et recherche économiques
Transports Canada
330 Sparks St. Place de Ville, Tour C
Ottawa (Ontario) K1A 0N5
CANADA

Mr. Bob Wilds
Managing Director
Greater Vancouver Gateway Council
800 Robson Street
Vancouver (British Columbia) V6Z 3B7
CANADA

CHINE

Mr. Bao Guo Hua
Wuhan Port Group Ltd.
91 Yanjing Road
Wuhan 430014
PEOPLE'S REPUBLIC OF CHINA

Ms. Chen Jia
Project Manager
Marketing department
Shanghai Lingang International Logistics Development Co., Ltd.
Xin Yuan South Road, Nanhui District
Shanghai 201306
PEOPLE'S REPUBLIC OF CHINA

Mr. Joseph Chen
Vice-director
Marketing department
Shanghai Lingang International Logistics Development Co., Ltd.
Xin Yuan South Road, Nanhui District
Shanghai 201306
PEOPLE'S REPUBLIC OF CHINA

Mr. Chen Jun
Deputy Director
Wuhan Port Group Ltd.
91 Yanjing Road
Wuhan 430014
PEOPLE'S REPUBLIC OF CHINA

Mr. Chen Wen Ming
Wuhan Port Group Ltd.
91 Yanjing Road
Wuhan 430014
PEOPLE'S REPUBLIC OF CHINA

Mr. Ding Shuguang
Chief
Shipping Administrative Department
Ningbo Port and Shipping Administrative Bureau
106 Wang Ai Road
Ningbo 315041
PEOPLE'S REPUBLIC OF CHINA

Ms. Dong Jieshuang, Ph.D.
Professor
Centre for Urban and Regional Development Planning
University of Shanghai for Science and Technology
516 Jungong Road, Shanghai 200093
PEOPLE'S REPUBLIC OF CHINA

Mr. Fan Bingquan, Ph.D.
Professor and Director
Centre for Research on Transportation System
University of Shanghai for Science and Technology
516 Jungong Road, Shanghai 200093
PEOPLE'S REPUBLIC OF CHINA

Mr. Hang Ming Sheng
Communication Bureau of Ningbo
Port Administration Bureau of Ningbo
36 Xing Ning Road
Ningbo 315040
PEOPLE'S REPUBLIC OF CHINA

Mr. Lei Yuan Jun
Wuhan Port Group Ltd.
91 Yanjing Road
Wuhan 430014
PEOPLE'S REPUBLIC OF CHINA

Ms. Liu Juan Juan, Ph.D.
Maritime Economic Research Institute
Shanghai Maritime University
P. O. Box 1123, 1550 Pudong Da Dao
Shanghai
PEOPLE'S REPUBLIC OF CHINA

Mr. Mao Boke
Director
Centre of Research
Shanghai Municipal Port Administration Bureau
13 Zhongshan East Road
Shanghai 200002
PEOPLE'S REPUBLIC OF CHINA

Mr. Wang Mao Hong
Deputy director
Yangshan Deepwater Port Administrative Office
Shanghai Municipal Port Administration Bureau
Room 507, 5th floor, Administrative Centre
Guanhaidong Road, Yangshan Port Area
Shanghai 201306
PEOPLE'S REPUBLIC OF CHINA

Mr. Wang Yu
Deputy director
Yangshan Deepwater Port Administrative Office
Shanghai Municipal Port Administration Bureau
Room 507, 5th floor, Administrative Centre
Guanhaidong Road, Yangshan Port Area
Shanghai 201306
PEOPLE'S REPUBLIC OF CHINA

Mr. Willis Weng
Deputy-General Manager
Shanghai Lingang International Logistics Development Co., Ltd.
Xin Yuan South Road, Nanhui District
Shanghai 201306
PEOPLE'S REPUBLIC OF CHINA

Mr. Xu Guoming
Comprehensive Administration Department
Yangshan Deepwater Port Administrative Office
Shanghai Municipal Port Administration Bureau
Room 509, 5th floor, Administrative Centre
Guanhaidong Road, Yangshan Port Area
Shanghai 201306
PEOPLE'S REPUBLIC OF CHINA

Mr. Xu Ru Xue
Business Division Container Section
Ningbo Port Group
301 Ming Zhou Road
Beilun District
Ningbo 315800
PEOPLE'S REPUBLIC OF CHINA

FRANCE

M^{me} Laetitia Dablang, Ph.D.
Chargée de recherche
Institut National de Recherches sur les Transports et leur Sécurité (INRETS)
2, Avenue du Général Mailleret-Joinville
F-94114 ARCUEIL CEDEX
FRANCE

M. Jean Debrie, Ph. D.
Chargé de recherche
Institut National de Recherches sur les Transports et leur Sécurité (INRETS)
2, Avenue du Général Mailleret-Joinville
F-94114 ARCUEIL CEDEX
FRANCE

M. Antoine Frémont, Ph. D.
Directeur de recherche
Institut National de Recherches sur les Transports et leur Sécurité (INRETS)
2, Avenue du Général Mailleret-Joinville
F-94114 ARCUEIL CEDEX
FRANCE

M^{me} Élisabeth Gouvernal, Ph. D.
Directrice de recherche
Institut National de Recherches sur les Transports et leur Sécurité (INRETS)
2, Avenue du Général Mailleret-Joinville
F-94114 ARCUEIL CEDEX
FRANCE

M. Patrick Hervet
Adjoint au Directeur Commercial et Gestion du Patrimoine
Sogaris
Sogaris 106
94514 RUNGIS CEDEX
FRANCE

ISRAËL

Mr. Yehuda Hayuth, Ph.D.
Consultant
Ports, shipping and Intermodal transport
106 Hatishbi Street
Mt Carmel, Haifa 34521
ISRAEL

PAYS-BAS

Mr. Hugo Du Mez
Business Developer, Bulk Cargo and Shipping
Port of Rotterdam
Havenbedrijf Rotterdam N.V.
Wilhelminakade 909
World Port Centre
Port Number 1247
P. O. Box 6622, 3002 AP Rotterdam
THE NETHERLANDS

Mr. Michiel Nijdam, Ph. D.
Port and Transport Economist
Erasmus School of Economics
Burg. Oudlaan 50
Room H12-11
P. O. Box 1738
NL-3000 Dr Rotterdam
THE NETHERLANDS

ANNEXE 3– CONFÉRENCES, COMMUNICATIONS ET SÉMINAIRES PRÉSENTÉS PAR CLAUDE COMTOIS ET BRIAN SLACK, 2007-2010

Conférences scientifiques avec comité d'arbitrage

1. “Spatial dimension of containerisation: the transformation of China’s landscape”, 103rd Annual Meeting of the Association of American Geographers, **San Francisco**, 2007-04-19.
2. “Marketing green logistics: Environmental strategies for transportation based gateways and corridors”, International Conference on Gateways and Corridors, **Vancouver**, 2007-05-04.
3. “Greening gateways: sustainability as a competitive asset”, International Congress on Ports in Proximity. Competition, Cooperation and Integration, **Antwerp/Rotterdam**, 2007-12-06.
4. “Green logistics applied to marine gateways and transportation based corridors in Asia”, Global Maritime and Intermodal Logistics Conference 2007, **Singapour**, 2007-12-18.
5. “Competitiveness of the Dry Bulk Commodity Logistics: Multimodal Network in the Saint Lawrence Corridor”, 104th Annual Meeting of the Association of American Geographers, **Boston**, 2008-04-16.
6. “Inland Waterway Corridors: Drivers for Growth”, Canadian Marine Pilots’ Association Congress 2008, **Vancouver**, 2008-04-22.
7. « La compétitivité du système Saint-Laurent : stratégies de développement d’un corridor de transport », Association Canadienne des géographes, **Québec**, 2008-05-23.
8. “Port development and container logistics in China”, Congrès annuel de l’Association Canadienne des géographes, **Ottawa**, 2009-05-30.
9. “Measuring port performance: lessons from the waterfront”, Integrating Maritime Transport in Value Chains Workshop, **Montréal**, 2009-06-11.
10. “Sustaining ports: moving freight in a green world”, 51st Annual Meeting and Conference of the Association of Canadian Port Authorities: Canada’s Ports and Global Supply Chain, **Prince Rupert**, 2009-08-24.
11. « Quelle logistique pour quelle métropole », 22^e Entretiens du Centre Jacques Cartier, ENTPE, **Lyon**, 2009-11-30.

- 12 « L'insertion du port dans l'agglomération montréalaise », 22^e Entretiens du Centre Jacques Cartier, ENTPE, **Lyon**, 2009-11-30.

Communications sur invitation

1. "Trade, transportation and environmental issues in China", Institute of Asian Research Public Seminars, University of British Columbia, **Vancouver**, (hôte : P. Potter) 2007-03-07.
2. "Global overview of sustainable development practices in the marine industry: implications for Canada's gateways and trade corridors", Transport Canada, **Ottawa**, (hôte : D. Olivier) 2007-06-18.
3. "Sustainable Transport Gateways", Asia Pacific Foundation, **Vancouver**, (hôte : P. Evans) 2007-10-26.
4. « Les enjeux pour la région de Montréal des changements dans l'industrie du transport de fret », AQTR, « Le transport des marchandises en milieu urbain: le défi de la cohabitation », **Montréal**, (hôte : L. Morin) 2008-01-18.
5. « Corridor de commerce et carrefour maritime: l'évolution du port de Trois-Rivières », Assemblée générale annuelle de l'Administration portuaire de Trois-Rivières, **Trois-Rivières**, (hôte : G. Boivin) 2008-05-14.
6. "Canada's containerized freight flows, trade and traffic forecast", Freight Forecast Validation Workshop, **Halifax, Winnipeg, Montréal, Toronto** (hôte : R. Fairholm) 2008-10-19.
7. "Harnessing China trade and investments for Québec", Board of trade of Metropolitan Montreal, **Montréal** (hôte : M. Berechid) 2008-11-21.
8. "Containerized freight forecasts, trends and key risks", Freight Demand Outlook Conference, **Vancouver** (hôte : R. Sol) 2008-12-03.
9. « Commercer avec la Chine : Vers une nouvelle logistique du transport des marchandises », Hong Kong China Business Association, **Montréal** (hôte: S. De Koninck) 2009-01-15.
10. "Developing key port performance indicators for Canada's bulk ports", Transport Canada, **Ottawa**, (hôte : D. Olivier) 2009-02-26.
11. « Commercer avec le monde : vers une nouvelle logistique du transport des marchandises », Colloque 2009 — En route vers un pôle logistique, **Montréal** (hôte : Pierre-Luc Côté) 2009-04-17

12. « Le complexe industrialo-portuaire de Sept-îles et le commerce du fer, 2009-2019 », Administration du Port de Sept-Îles, **Sept-Îles**, (hôte : Pierre Gagnon) 2009-06-17.
13. “Port utilisation indicators for Canada’s bulk ports”, Transport Canada, **Montréal**, (hôte : D. Olivier) 2009-06-22.
14. « L’évolution du commerce du fer et de l’acier 2009-2019 : le potentiel au port de Sept-Îles », ACPA Business Meeting, **Prince Rupert** (hôte : Pierre Gagnon) 2009-08-25.
15. « La logistique, une opportunité pour la vallée du Haut-Saint-Laurent », États généraux de la logistique, **Montréal** (hôte : Pierre-Luc Côté) 2009-09-15.
16. “Measuring port waterside congestion for bulk ports: methods and challenges”, Transport Canada, **Ottawa** (hôte : D. Olivier) 2010-03-26.

Conférences dans des universités

1. “Green logistics and transport development in China”, University of Shanghai for Science and Technology, **Shanghai**, 2007-08-03.
2. « Les ports en milieu arctique : conditions de développement d’un système de transport intégré » (avec P. Bourbonnais), Colloque sur les changements climatiques et l’ouverture de l’Arctique, Université Laval, **Québec**, 2008-05-02.
3. « Géographie des transports » (avec M. Amiel et P. Bourbonnais), Conférence annuelle du CIRRELT, Université Laval, **Québec**, 2008-05-15.

Invitations à présenter un séminaire

1. “The geographic dimension of intermodal transport in China”, Infrastructure Policy Seminars, Master of Arts in Asia Pacific Policy Studies, University of British Columbia, **Vancouver**, 2007-03-07.
2. « Espace de circulation : la géographie des transports », Géographes et géographie, Département de géographie, Université de Montréal, **Montréal**, 2007-03-21.
3. “Containerisation and port competition in China”, Advanced Port Economics Seminar, Master of Science in Transport and Economics (MTME) and Master of Science in Transport and Maritime Management

(MTMM), Institute of Transport and Maritime Management Antwerp, University of Antwerp, **Antwerp**, 2007-12-03.

4. “Meeting China’s energy needs”, « La mobilisation des ressources énergétiques de la Chine », École d’été du CERIUM, Université de Montréal, **Montréal**, 2009-07-10.
- 5 « L’organisation de la logistique d’une métropole portuaire d’Amérique du Nord : l’exemple de Montréal », Séminaire EMAR, INRETS, **Paris**, 2009-11-27.

ANNEXE 4– LES CONDITIONS ENVIRONNEMENTALES DES SYSTÈMES FLUVIO-MARITIMES

1. Introduction

Les fleuves et leurs bassins sont des manifestations de processus physiques (gravité, dépôts d'érosion, etc.). Bien que ces processus soient universels, les caractéristiques actuelles des fleuves et de leurs bassins, pris individuellement, varient énormément. La longueur des fleuves, leur débit, le régime des crues et leur profil longitudinal diffèrent tandis que leur bassin de drainage affiche une diversité de terrain et d'échelle géographique. C'est particulièrement évident dans les différences physiques entre les systèmes fluviaux à l'étude. Le fleuve Saint-Laurent se distingue par sa longueur qui englobe l'estuaire et le golfe (eaux salées et marées) et parce qu'il draine l'étendue des Grands Lacs qui n'ont aucun affluent majeur. Le Mississippi, tout comme le Saint-Laurent, ne prend pas son origine dans les hautes montagnes, donc son profil est résolument plat. Le Mississippi puise toutefois ses origines dans plusieurs affluents, notamment dans les rivières Missouri et Ohio. Le Yangtze possède un profil plus classique alors qu'il prend sa source dans les hautes montagnes et qu'il s'écoule en escalier à diverses altitudes avant de se déverser dans la mer de Chine orientale. C'est le seul fleuve parmi ceux à l'étude qui ne soit pas touché dans ses segments navigables par les conditions de glace en hiver, à l'exception du Rhin qui est très rarement touché. Il importe de souligner d'emblée que chacun de ces fleuves présente des caractéristiques physiques distinctes. Les objectifs de cette annexe visent à : 1) comprendre la géographie physique de chaque fleuve à l'étude; 2) identifier les sources des changements environnementaux; 3) analyser les conditions environnementales des fleuves; et 4) évaluer la contribution des transports.

2. La géographie physique des fleuves

2.1. La géographie physique du Saint-Laurent

Le Saint-Laurent prend sa source à l'embouchure du lac Ontario, à une altitude de 250 m. Le fleuve affiche un débit moyen de 10 400 m³/s. Entre sa source et Montréal, il traverse une série de lacs et de rapides. Ainsi, de Montréal au lac Saint-Pierre, le fleuve s'écoule dans la plaine alluviale; du lac Saint-Pierre à Québec, il est soumis à l'influence des marées et, à Québec, il pénètre l'estuaire qui s'élargit pour devenir le golfe du Saint-Laurent avant de rejoindre l'océan Atlantique. De sa source au golfe, le Saint-Laurent parcourt 1 197 km et il est alimenté par plusieurs affluents dont les rivières des Outaouais, Richelieu, Saint-François et Saguenay.

Le fleuve possède un important bassin de drainage qui englobe les Grands Lacs. La source la plus éloignée en amont se situe donc à North River au Minnesota, ce qui fait que le système fluvial affiche un parcours de 3 058 km et un bassin de drainage de 1,03 million km².

2.2. La géographie physique du Mississippi

Le Mississippi draine une superficie de 3 225 000 km² qui englobe des régions de 31 États des États-Unis et des provinces de l'Alberta et de la Saskatchewan au Canada. La surface entre la ligne de partage des eaux couvre la majeure partie des États-Unis entre les montagnes Rocheuses et les Appalaches, à l'exception du bassin de drainage des Grands Lacs. Le fleuve, long de 3 733 km, possède de nombreux affluents, dont le Missouri, l'Illinois, l'Ohio et l'Arkansas.

Malgré sa longueur, le Mississippi s'élève à une altitude modeste de 450 m au lac Itasca au Minnesota et il atteint la mer dans le delta du golfe du Mexique. Le débit moyen s'accroît de 261 m³/s près de Saint-Paul (Minnesota), à 5 818 m³/s à la jonction du fleuve Ohio, et à 12 784 m³/s à Baton Rouge (Louisiane).

Sur le plan physique, le fleuve est divisé en deux grands segments. Le Mississippi supérieur s'étend de sa source à la jonction de la rivière Ohio à Cairo (Illinois). La topographie consiste en un paysage laminé, avec des vallées creusées par des rivières et un certain nombre de rapides. En règle générale, la vallée a été formée à l'époque de la glaciation du Pléistocène, notamment par les dépôts de l'alluvionnement. Ainsi, la glaciation a érigé un barrage sur le chenal principal du fleuve et a détourné le fleuve vers l'ouest, dans la région de Rock Island, alors que l'ancienne vallée du Mississippi est maintenant occupée par la rivière Illinois.

La vallée du Mississippi inférieur s'étend de la confluence de la rivière Ohio au golfe du Mexique. Il s'agit principalement d'une plaine alluviale, créée par le dépôt de sédiments du fleuve et de ses affluents. L'absence de gradient a entraîné la formation de méandres et des changements dans le cours du fleuve durant les nombreuses périodes d'inondations qui jalonnent l'histoire du fleuve. Plusieurs frontières étatiques, établies le long du parcours du fleuve à des dates antérieures, se situent désormais à une certaine distance du cours actuel du fleuve. Dans le delta, le parcours du Mississippi est marqué par plusieurs changements. Non seulement le delta fut-il prolongé vers le golfe du Mexique en raison des dépôts sédimentaires, mais le canal principal a changé plusieurs fois de direction (De Koninck, 2006).

2.3. La géographie physique du Rhin

Le Rhin est un des principaux fleuves d'Europe. Il est long de 1 320 km et prend sa source dans les Alpes suisses. Son bassin s'étend sur plus de 200 000 km² pour englober neuf pays. Ses principaux affluents sont les rivières Neckar, Main et Moselle. Le débit moyen est de 338 m³/s à Constance, 1 260 m³/s à Karlsruhe-Maxau et 2 270 m³/s à Rees, à proximité de la frontière néerlandaise.

Le fleuve est divisé en quatre sections. Le Rhin alpin est divisé en deux parties : de sa source au lac de Constance et du lac de Constance à Bâle, en traversant la dépression préalpine. Le Rhin supérieur est également composé de sous-sections distinctes : de Bâle, le fleuve sillonne la vallée formée par les montagnes des Vosges et de la Forêt-Noire. Il s'élargit ensuite jusqu'à Bingen avant de percer les gorges du Rhin. Dans toutes ces sections, le lit du fleuve est rocheux, mais pendant les périodes de crue, l'augmentation de sa capacité d'écoulement et l'érosion forment des dépôts de sédiments. La section du Rhin inférieur débute à Bonn, où le fleuve coule essentiellement dans une plaine alluviale couverte de boue et de limon déposés par les divers bras du Rhin. La quatrième section comprend le delta. À la frontière néerlandaise, le fleuve se divise en trois canaux principaux et en de nombreux embranchements dans une large plaine marécageuse, pratiquement au niveau de la mer.

2.4. La géographie physique du Yangtze

Le Yangtze est le plus long fleuve d'Asie. Il est long de 6 300 km et draine un bassin hydrographique de 1,9 million km². Il naît dans les monts Kunlun, sur le plateau tibétain, à 4 900 m. Alimenté par les glaciers et la fonte des neiges, il s'écoule par les hauts plateaux en direction sud avant de traverser la région des Trois Gorges pour serpenter vers le nord-est avant de pénétrer dans les basses terres centrales à Yichang. Il bifurque ensuite vers l'est avant de se déployer dans un vaste delta et se déverser dans la mer de Chine orientale près de Shanghai. Le fleuve a un débit moyen de 31 900 m³/s et charrie des

milliers de tonnes de limon par année (plus de 170 millions m³/année à l'embouchure), ce qui se reflète dans la vaste plaine inondée des parties centrale et inférieure. Le débit du fleuve est influencé par les précipitations de la mousson qui s'ajoutent à la fonte des neiges en amont, causant de grandes crues. Ce processus alimente les vallées des cours moyen et inférieur du Yangtze d'importants dépôts de boue et de sédiments. Le fleuve compte plus de 700 affluents, y compris le Yalong, le Daduhe, le Jialing et le Huangpu.

ANALYSE INTERNATIONALE DES STRATÉGIES DE DÉVELOPPEMENT DES AXES FLUVIO-MARITIMES :
MIEUX POSITIONNER LE SYSTÈME SAINT-LAURENT

3. Les changements environnementaux des fleuves

Chacun des systèmes fluviaux a subi les changements induits par l'homme. Ces changements sont principalement le résultat d'activités agricoles, du développement industriel et urbain, et de la modernisation des systèmes de transports. Le caractère et l'ampleur de ces changements diffèrent grandement, et ce, autant d'un fleuve à l'autre qu'entre eux.

3.1. L'agriculture

Les bassins des fleuves ont attiré des populations depuis l'époque néolithique. La disponibilité de l'eau, la présence de sols très riches et la planéité relative du relief ont suscité une forte concentration d'activités agricoles. Toutefois, les pratiques modernes d'exploitation agricole ont souvent mené à la dégradation du sol. Parce que la terre est retournée et laissée en jachère, cela favorise davantage l'érosion et provoque le lessivage du sol qui accélère la sédimentation dans les fleuves. Ces impacts sont très bien documentés pour le Mississippi. La sédimentation est généralement considérée comme le problème environnemental le plus grave de ce fleuve (Johnson, 1994). La sédimentation peut survenir par l'érosion des berges ou par la remise en suspension de sédiments déposés au fond du fleuve. En outre, une augmentation des charges de sédiments peut entraîner une perte de la diversité bathymétrique, une baisse des niveaux d'eau, une réduction de la croissance de la végétation aquatique et une perturbation des zones de reproduction des espèces fluviales. Les mêmes conditions s'appliquent au Yangtze qui, dans plusieurs segments, est chargé de particules en suspension brun-rouge.

Les méthodes d'exploitation agricole modernes — utilisation intensive de fertilisants et de pesticides — et la forte densité d'animaux de ferme ont considérablement pollué les eaux fluviales. Au Québec, la concentration de l'élevage porcin le long de la rivière Yamaska et la production de maïs le long d'autres affluents du Saint-Laurent ont engendré des concentrations élevées d'urée, de phosphate, d'atrazine et d'autres pesticides (Saint-Laurent Vision 2000, 2001). Dans la vallée du Mississippi supérieur, qui traverse la ceinture de maïs du Midwest des États-Unis, l'utilisation intensive de fertilisants a entraîné une augmentation de la concentration d'azote dans les eaux du fleuve, eaux qui accumulent d'autres produits chimiques, alors qu'il serpente dans la ceinture de coton du sud des États-Unis. L'effet cumulatif des concentrations d'azote dans le fleuve est particulièrement visible à l'embouchure du fleuve dans le golfe du Mexique. Le surplus d'enrichissement causé par les engrais entraîne la prolifération d'algues et une production croissante de carbone organique — un processus connu sous le nom d'eutrophisation (Clement, Bricker et Pirhalla, 2001). Les engrais accélèrent la croissance du phytoplancton, attirant ainsi du zooplancton. Les boulettes fécales du zooplancton et les restes de phytoplancton migrent graduellement

vers le fond de l'eau. La décomposition de cette matière organique consomme de l'oxygène, occasionnant ainsi un déficit en oxygène dissout et à la création de zones hypoxiques (Dagg et Breed, 2003). L'embouchure du Mississippi est la plus grande zone hypoxique du monde. La superficie de la zone hypoxique s'est accrue de 10 000 à 20 000 km² depuis le début des années 90. La teneur en oxygène dans le milieu est insuffisante pour supporter la vie animale.

Des éléments de preuves démontrent l'existence d'un processus d'eutrophisation dans le delta du Yangtze (Wu, 2005). Chai, Yu, Song et Cao (2006) ont démontré que la pollution par les nitrates s'est accrue depuis les années 60. L'utilisation de fertilisants dans le bassin du Yangtze s'est accrue de quelques centaines de milliers de tonnes en 1960 de 4 à 5 millions de tonnes en 1980 et de 8 à 9 millions de tonnes en 2000. Les teneurs en phosphore ont aussi augmenté. Des études antérieures ont déjà confirmé l'augmentation des concentrations d'azote le long de segments du Yangtze supérieur dans les années 90 (Chen, Gao, He et Xia, 2000).

3.2. L'industrie

À la différence de l'agriculture qui est spatialement extensive, les activités industrielles sont davantage concentrées — dans leur distribution géographique et leur contribution à la pollution — sur une multitude de points de source. L'échelle et l'intensité de la pollution industrielle sont très importantes dans tous les systèmes fluviaux. Un vaste éventail de produits chimiques et de métaux lourds sont déversés dans les fleuves. Le Rhin a historiquement été très pollué en raison de 200 ans d'activités industrielles. D'importantes quantités de sept métaux, dont le plomb, le mercure et le cadmium, ont été enregistrées. Une véritable soupe de produits chimiques, composée de diphényles polychlorés (PCB), de dichlorodiphényltrichloroéthane ou DDT, d'ammoniaque, de chlorure de benzyle et de cyclohexane, a également affiché des taux qui excédaient les normes de santé publique.

Dans un rapport récent sur l'état de l'environnement en Chine, le Yangtze est considéré comme n'étant que faiblement pollué (PRC, State Environmental Protection Administration, 2005). Comme l'utilisation de l'eau du Yangtze à des fins industrielles représente 28 % de la consommation totale et que le processus d'industrialisation s'accélère sous faible contrainte environnementale, cette assertion apparaît extrêmement douteuse (Zhang, Yang et Zhang, 1999). Depuis quelques décennies, les rejets de déchets liquides, gazeux et solides dans le Yangtze ne cessent d'augmenter. De 2000 à 2005, ces rejets ont augmenté de 136 %, 85 % et 49 %, respectivement (*Yangtze Report*, 2005). Les rejets d'eaux usées dans le Yangtze se chiffrent à 28,8 milliards de tonnes en 2004, dont 30 % proviennent d'eaux domestiques et 70 % de ruissellement industriel. Le volume de ces rejets était de 9,5 milliards de tonnes en 1970, de 15 milliards de tonnes en 1980 et de 20

milliards de tonnes en 1999 — un taux de croissance annuel moyen de 3,3 %. Les industries qui polluent le plus sont les papetières et les entreprises pharmaceutiques.

Le système Saint-Laurent–Grands Lacs est une importante région industrielle qui a été polluée par plusieurs toxines chimiques. Les quantités de diphényle polychloré de l'industrie forestière, notamment à Green Bay (Michigan), dans le nord de l'Ontario et du Québec sont particulièrement importantes. Les industries de l'acier et de la métallurgie constituent également d'importantes sources de pollution de métaux lourds.

3.3. L'urbanisation

Les bassins fluviaux sont parmi les aires continentales les plus densément peuplées. Les principales agglomérations urbaines sont implantées le long des rives. Ces agglomérations constituent non seulement les plus importantes sources de pollution chimique industrielle, mais produisent également de larges quantités de débris humains. Dans plusieurs des bassins fluviaux, les usines de traitement des eaux usées urbaines sont très rares, voire inexistantes. En conséquence, les fleuves absorbent de grandes quantités de déchets biologiques.

Dans la région des Grands Lacs, 24 milliards de tonnes de déchets sont jetées dans les eaux chaque année parce que les eaux de pluie ne sont pas séparées des eaux d'égout. Le principal problème réside dans le nombre très faible de municipalités qui traitent leurs eaux usées et découle du fait que celles qui le font disposent d'équipements désuets. Le Rhin, par ailleurs, affiche de remarquables progrès puisque les systèmes de traitement des eaux usées sont une priorité depuis les années 80.

3.4. Les transports

Tous les fleuves ont subi des changements notables afin d'améliorer la navigation. Des canaux ont été construits sur le Saint-Laurent et le Mississippi pour contourner les rapides. Deux types de modifications ont été entrepris sur tous les fleuves dans le but d'améliorer la profondeur navigable. Premièrement, des activités de dragage ont été menées dans les segments peu profonds afin d'augmenter le tirant d'eau et de permettre le passage des navires commerciaux. Dans le but additionnel de lutter contre les inondations, des travaux plus importants (construction de digues et de bancs artificiels pour rétrécir les fleuves) ont été effectués.

Le Mississippi est le plus aménagé des fleuves à l'étude. Dans le delta du Mississippi, le processus de sédimentation s'est amenuisé en raison de la protection contre les inondations et des mesures d'entretien de la navigation

en amont. Le delta disparaît donc chaque année à un rythme estimé à 10 200 ha de terres côtières (Deegan, Kennedy and Neill, 1984). Paradoxalement, le processus de sédimentation s'est accru en amont. En 2002, le Corps des ingénieurs de l'armée des États-Unis a retiré 190 millions m³ de sédiments au coût de 923 millions \$US (Pinter, Ickes, Wlosinski et Van Der Ploeg, 2006). Le dragage est le poste budgétaire le plus important du Corps des ingénieurs de l'armée des États-Unis.

Des impacts comparables ont été enregistrés dans la vallée du Rhin supérieur où des efforts pour faciliter la navigation durant plus d'un siècle ont mené à un rétrécissement du fleuve et un drainage des milieux humides adjacents. La vitesse du courant du fleuve s'est accrue et les effets des inondations ont été grandement atténués. Le Saint-Laurent a également été touché par les activités de dragage et le rétrécissement du chenal de navigation. Toutefois, l'étendue géographique de ces modifications, notamment entre Montréal et le lac Saint-Pierre, n'a pas été aussi importante, bien que les conséquences soient notables sur place.

4. Les impacts environnementaux des fleuves

De toute évidence, les caractéristiques contemporaines des fleuves diffèrent de celles de leur état naturel. Un très grand nombre de changements environnementaux ont été enregistrés. Ces changements diffèrent sur le plan de leur distribution géographique, de l'intensité et de la fréquence de leur occurrence, des pressions anthropiques subies et de leurs fonctions physiques et écologiques. Très souvent, ils sont interreliés. Un produit chimique ajouté à l'eau du fleuve peut non seulement constituer un problème pour la santé humaine, mais il peut également menacer la biodiversité.

4.1. La qualité de l'eau

L'altération de la qualité de l'eau est reconnue comme le plus important problème des systèmes fluvio-maritimes. Les activités agricoles, industrielles et urbaines ont déjà été citées en tant que principales sources de pollution chimique et biologique. Les collectivités ont commencé à réagir à ces menaces essentiellement en raison des inquiétudes pour la santé humaine, puisque la plupart des habitants des bassins fluviaux s'approvisionnent en eau dans ces fleuves et dans les nappes aquifères. En outre, une inquiétude croissante se manifeste quant aux perturbations écologiques sur les écosystèmes fluviaux. Dans plusieurs cas toutefois, il a fallu un accident ou un événement majeur pour alerter le public, forçant ainsi les politiciens à agir et à introduire une législation environnementale plus stricte. Un bon exemple provient du Rhin, qui :

Dans les années cinquante avait la réputation peu honorable d'être le « plus grand cloaque de l'Europe ». La situation connaît une légère amélioration vers le milieu des années 70 avec l'entrée en service des premières stations d'épuration. Le Rhin devra pourtant continuer pendant longtemps à supporter des apports massifs de polluants déversés régulièrement dans ses eaux et les accidents occasionnels, jusqu'à ce que ne survienne un sinistre majeur. Un entrepôt de l'entreprise chimique Sandoz à Schweizerhalle près de Bâle prend feu le 1^{er} novembre 1986. Environ 20 tonnes de pesticides hautement toxiques rejoignent le Rhin avec les eaux d'extinction et entraînent la mort de poissons et de macro-invertébrés jusqu'à Coblenze. Le captage d'eau potable dans le Rhin et le filtrat de rive est interrompu jusqu'aux Pays-Bas. (CIPR, 2003, p. 5)

L'indignation publique est immédiate et, en moins d'un an après l'accident, les ministres européens acceptent d'élaborer un plan d'action pour la réhabilitation complète du Rhin. En 1991, l'Union européenne introduit enfin une législation plus sévère sur la qualité de l'eau.

En tout, 50 milliards € ont été dépensés durant les 25 dernières années pour construire des usines de traitement des eaux usées de sorte que, en 2003, 95 % de la population du bassin était desservie par des équipements de traitement des eaux usées (CIPR, 2003). Il existe encore des écarts importants. L'utilisation de fertilisants en agriculture est encore responsable des taux inacceptables d'azote dans le fleuve, et les teneurs en cadmium, cuivre, zinc, hexachlorobenzène (HCB), polychlorobiphényles (PCB), fenthion et lindane (γ -HCH) sont toujours trop élevées.

Le long des fleuves de Chine, la situation est critique. Le manque de connaissances environnementales des populations et le laisser-aller gouvernemental concernant les normes environnementales qui devraient être suivies par les industries contribuent aussi gravement à la pollution du Yangtze. Plusieurs facteurs nuisent à la sécurité environnementale du bassin, dont les principaux sont l'absence d'économie d'eau par les populations, le déversement des eaux usées industrielles directement dans le fleuve sans pénalités et la poursuite de la croissance économique (Deng, 2007).

Bien que la situation du système Saint-Laurent–Grands Lacs ne soit pas critique, la qualité de l'eau est un objectif poursuivi par les gouvernements de chaque côté de la frontière. Un nombre croissant d'ententes et de plans d'action ont été mis en place pour déterminer les principales sources de pollution. Au Québec, la pollution agricole est traitée en réduisant les déchets d'animaux et en limitant l'utilisation de pesticides alors que le gouvernement investit dans des usines pour le traitement des eaux municipales. L'amélioration de la qualité de l'eau a permis d'ouvrir plusieurs plages auparavant interdites à la baignade durant l'été. Le Plan d'action Saint-Laurent a permis aux gouvernements du Canada et du Québec de s'attaquer à la source de la production des métaux lourds.

Le transport n'a pas eu d'impact majeur sur la qualité de l'eau comparativement à d'autres sources de pollution. Toutefois, considérant que ces autres sources de pollution sont progressivement maîtrisées, l'attention se tourne désormais vers les impacts de la navigation fluviale. Plusieurs problèmes sont abordés. Le Plan d'action Saint-Laurent cible les eaux huileuses comme principal problème de la qualité de l'eau. Les déversements d'eaux huileuses et de combustibles (accidentels ou intentionnels) altèrent la qualité de l'eau. En tant que signataire de la Convention MARPOL, le Canada a établi un niveau très strict quant aux déversements — 5 ppm en comparaison des 15 ppm de la Convention. Toutefois, le Plan d'action Saint-Laurent exige une meilleure formation du personnel et une meilleure gestion des déversements.

Le problème des accidents reste potentiellement sérieux, considérant qu'il y a toujours eu un grand nombre d'accidents de navigation sur les fleuves, dont certains ont causé des déversements qui ont engendré de nombreux problèmes environnementaux. Parce que la taille des navires fluviaux est moins grande que celle des navires océaniques, les déversements de pétrole et de produits chimiques sur les fleuves sont moins publicisés que les cas de

l'*Erica* et de l'*Exxon Valdez*. Au Canada, les accidents doivent être rapportés et le Bureau de la sécurité des transports enquête sur les cas les plus graves. Au Canada, on rapporte 2,8 accidents par 1 000 mouvements de navires, mais il n'y a aucune information sur la part de ces accidents dans le système Saint-Laurent–Grands Lacs. Des 29 enquêtes menées par le National Transportation Safety Board des États-Unis concernant les accidents maritimes depuis 2000, seulement 2 accidents impliquaient des navires de fret sur le Mississippi et aucun sur les Grands Lacs. Le long du Rhin, probablement en raison de la densité des trafics et de l'étroitesse du fleuve, les accidents sont plus fréquents. Des rapports de presse sur des échouages, des pertes de cargaison et des interruptions de la navigation apparaissent plusieurs fois par année. C'est sans doute à cause de cette situation que des efforts sont consentis à l'aide à la navigation sur le fleuve et que des essais sont en cours pour une régulation automatique du trafic de navires. Le principal problème est l'absence d'une évaluation de l'échelle, de l'étendue et des causes des accidents.

Les déversements accidentels des industries sont plus graves. Les déversements chimiques de l'usine de Sandoz en bordure du Rhin en 1986 ont donné une profonde impulsion à l'action entreprise en Europe. Sur les Grands Lacs, les déversements ont décliné, mais au cours des 10 dernières années, un nombre d'accidents sur la rivière St. Clair, entre les lacs Huron et Érié, a forcé la Commission mixte internationale à enquêter (www.ijc.org). Ces enquêtes ont précisé que :

1. les comptes-rendus et les contrôles concernant les déversements étaient défectueux;
2. il fallait améliorer les programmes de gestion;
3. de meilleures communications entre les agences gouvernementales étaient nécessaires;
4. les directives devraient être établies dans la distribution des responsabilités liées aux dédommagements et aux coûts d'assainissement.

Ces conclusions reflètent celles d'une étude du Government Accountability Office des États-Unis (USGAO, 2006).

4.2. La quantité d'eau

Pendant des milliers d'années, les niveaux d'eau ont représenté un enjeu majeur pour les populations riveraines des fleuves. Deux conditions extrêmes du débit des fleuves mettent ces problèmes en évidence : une trop grande quantité d'eau et les conséquences des inondations, ou une trop faible quantité d'eau et les problèmes de navigation et d'approvisionnement en eau. Sur chacun des fleuves, des solutions d'ingénierie ont été adoptées pour tenter d'atténuer les impacts de ces deux risques, souvent avec des conséquences négatives.

Dans le cas des menaces d'inondations, les efforts pour régulariser les flux par la construction de barrages et pour contenir les eaux fluviales à l'aide de digues sont voués à l'échec. La construction de barrages change les processus de remblaiement et d'érosion en amont et en aval des équipements, ce qui a des conséquences néfastes pour l'hydrologie fluviale. Les digues et les autres canaux de passage des fleuves augmentent la vitesse du courant et rétrécissent les chenaux de navigation. Des éléments de preuves démontrent que ces derniers sont les principales causes des dégâts résultant des inondations les plus graves lorsque les niveaux d'eau augmentent durant les périodes d'intenses précipitations ou durant les périodes d'écoulement des eaux.

Aux États-Unis, le Corps des ingénieurs de l'armée a dépensé 122 milliards \$US depuis 1928 pour instaurer des mesures de contrôle des inondations (Galloway, 2005). Malgré ces investissements, les dégâts qui résultent des inondations n'ont cessé d'augmenter (Cartwright, 2005).

Les dépenses engagées dans la lutte contre les inondations sur le Mississippi comptent pour une part substantielle du budget national de compensation pour les inondations. Ainsi, l'inondation du Great Midwest en 1993 a causé pour 20 milliards \$US de dommages et a entraîné des coûts de 6 milliards \$US en frais de recouvrement (Cartwright, 2005). Malgré ces tendances, le Corps des ingénieurs continue de favoriser des projets à grande échelle parce qu'il estime que les mesures de régularisation des crues adoptées depuis 1928 ont prévenu 709 milliards \$US en dommages et ont produit un rapport coûts-bénéfices positif de 6,35 \$US pour chaque dollar investi (Comiskey, 2005; Galloway, 2005).

Les inondations sont un problème important sur le Rhin. Après deux années d'inondations en 1993 et 1995, la Commission Internationale pour la Protection du Rhin s'est mise à la tâche pour régler la situation. Reconnaissant que les inondations sont des phénomènes naturels, les solutions proposées consistent à mieux les gérer et les prédire. Une série de mesures instaurées dans le cadre du plan d'action 2020 vise à réduire de 25 % d'ici à 2025 les dommages causés par les inondations. Une cartographie détaillée des zones à risques a été entreprise. Des mesures ont été adoptées pour renforcer les rives du fleuve, tandis que d'autres ont été prises pour contrer les inondations en canalisant les eaux en crue vers des zones inhabitées. Des efforts ont également été faits pour améliorer la couverture végétale dans l'ensemble du bassin de façon à réduire le ruissellement de l'eau durant les fortes pluies. Un système d'alerte a été mis en place pour prévenir les citoyens et les autorités de problèmes imminents de sorte à minimiser les dommages.

Les faibles niveaux d'eau sont une autre menace sur les fleuves. Les fluctuations saisonnières des courants sont des phénomènes naturels de l'hydrologie des fleuves. Le Yangtze est particulièrement visé par des inondations en été. Les périodes de faibles niveaux d'eau influencent la

navigation, les activités agricoles et les approvisionnements en eau des villes. Le dragage est la principale réponse aux bas niveaux d'eau, de façon à assurer un certain tirant d'eau aux navires. Il en résulte que, durant les autres périodes de l'année, les données actuelles des profondeurs d'eau sont plus importantes que les données publiées.

Le problème des niveaux d'eau est particulièrement aigu dans le système Saint-Laurent–Grands Lacs. Ne disposant pas d'affluents importants, les Grands Lacs dépendent de la quantité de précipitations pour maintenir les profondeurs d'eau. Puisque le cours du Saint-Laurent est déterminé par l'écoulement du lac Ontario, le fleuve subit les fluctuations des niveaux d'eau des Grands Lacs. Les niveaux d'eau dans le système sont cycliques, comprenant plusieurs périodes au cours desquelles les niveaux d'eau sont au-dessus de la moyenne (le début des années 50 et des années 70, le milieu des années 80 et 90), suivies de périodes où les niveaux d'eau sont plus bas que les conditions de référence (milieu des années 20, 30 et 60). Les barrages érigés pour la production hydroélectrique sur le fleuve Saint-Laurent et la rivière des Outaouais ont permis d'atteindre un degré efficace de prévention des inondations. Mais, quand les niveaux sont trop bas, les barrages sont moins aptes à accroître les débits du fleuve. Au cours des dernières années, les profondeurs d'eau dans le système se sont approchées des plus bas niveaux historiques, particulièrement dans les Grands Lacs d'amont, où le niveau des lacs Michigan et Huron est 1 m sous la normale, ce qui a d'importantes répercussions sur les ports et la navigation ainsi que sur les écosystèmes côtiers, le tourisme, etc. Pour la navigation en amont de Montréal, les effets ont été notables, plus particulièrement dans le port de Montréal, puisque, durant la saison des basses eaux à l'automne, la profondeur d'eau habituelle de 11 m n'était pas disponible, forçant un allègement des navires.

4.3. La biodiversité

Le problème de la biodiversité pose un défi particulièrement important aux bassins fluviaux puisqu'ils abritent certains des habitats les plus riches du globe. Or, ces fleuves accueillent également un important bassin démographique.

Le bassin du Mississippi est sans conteste la plaine inondable la plus productive sur le plan biologique et la plus importante sur le plan économique des États-Unis (<http://www.nps.gov/miss/>). Le bassin héberge plus de 260 espèces de poissons qui représentent le quart de la faune aquatique de l'Amérique du Nord, et il se situe sur le chemin migratoire de 60 % des oiseaux aquatiques du continent. Le bassin abrite également un vaste éventail de mammifères, de reptiles, d'amphibiens et de mollusques. Quant à lui, le Yangtze a été reconnu comme l'un des fleuves dont la diversité biologique est la plus grande au monde, avec 361 espèces de poissons (Fu, Wu, Chen, Wu

et Lei, 2003). Quant au Rhin, plus de 60 espèces de poissons y ont été recensées (Brenner, Buijse, Lauff, Luquet and Staub, 2004). Ce riche biote est toutefois menacé dans tous les bassins fluviaux.

L'habitat des poissons et de la faune dans le système du Mississippi supérieur a décliné en quantité, qualité et diversité durant des décennies. L'essentiel de ce déclin est attribuable à l'activité humaine dans tout le bassin, y compris les processus d'érosion, l'exploitation agricole du lit des hautes eaux et les changements engendrés par le projet de canalisation de 3 m pour l'ensemble du système de navigation. (USACE, 2004)

Dans le Yangtze, la biodiversité est menacée par la pollution, la fragmentation et la disparition des habitats aquatiques. Des enquêtes ont enregistré un déclin du nombre de poissons, particulièrement chez les espèces de grande taille et les espèces migratoires. Les menaces induites par les hommes sont graves, particulièrement lors de la construction de barrages (comme le barrage des Trois Gorges) et à cause des portes des écluses qui séparent la plupart des lacs du fleuve. Plusieurs lacs ont été drainés pour accroître la superficie agricole et une importante menace plane sur le projet de détournement des eaux du fleuve vers le nord dans le but d'approvisionner le Huang He et la capitale, Beijing (Fu, Wu, Chen, Wu et Lei, 2003). Plus de 25 espèces de poissons sont en danger (Yue et Chen, 1998). C'est notamment le cas du dauphin du Yangtze, menacé d'extinction. La diversité des espèces est plus grande dans les affluents du fleuve, comme quoi le maintien de la biodiversité nécessite la poursuite de certaines actions ciblées.

Le Rhin est l'histoire d'une réussite. Dans les années 60, l'ampleur de la pollution a considérablement réduit le nombre d'espèces. L'introduction de mesures de gestion a amélioré la qualité de l'eau et certaines espèces qui avaient disparu, dont le saumon, s'y reproduisent désormais naturellement (Brenner, Buijse, Lauff, Luquet et Staub, 2004). Seul l'esturgeon n'a pu être rétabli.

La navigation menace sérieusement la biodiversité. Puisque les barrages et les autres barrières sur les fleuves ont été construits, du moins partiellement, pour améliorer la navigation, leurs effets sur la migration des poissons et les habitats sont particulièrement graves. Le dragage des chenaux de navigation a détruit le relief du lit des fleuves, augmentant la turbidité et la mobilité des sédiments contaminés de métaux lourds et d'autres polluants.

Les navires eux-mêmes sont perçus comme sources d'externalités négatives en ce qui a trait à la biodiversité. Leur alluvionnement est responsable de la perturbation des espèces aquatiques le long des côtes, notamment les œufs et les juvéniles de poissons qui peuplent les zones côtières. Les hélices ont également été désignées comme responsables de la mort des poissons. Des études détaillées sur le Mississippi réfutent toutefois ces allégations. Des travaux de recherche menés par le Corps des ingénieurs de l'armée des États-

Unis révèlent que les impacts de l'alluvionnement sur les écosystèmes des rives sont négligeables et que les hélices des remorqueurs et des navires commerciaux de plus grande taille créent des forces hydrauliques turbulentes dans les eaux navigables, mais que la plupart des poissons nagent sans heurts à côté des hélices (USACOE, 2005a). Bien que plus nombreux sur le fleuve, les bateaux de plaisance ont de petites hélices et ne produisent pas assez de turbulence pour entraîner une hausse notable du taux de mortalité des poissons (Gutreuter, Dettmers et Wahl, 2003). Les poissons meurent toutefois dans les écluses. Quand les portes sont fermées après l'arrivée d'un navire, le taux de mortalité des poissons augmente. Ce taux varie par mois et par saison, en fonction de la température et de la profondeur de l'eau dans les écluses (USACE, 2005b). Une stratégie d'atténuation des dommages explorée par le Corps des ingénieurs de l'armée des États-Unis consiste à fermer les portes des écluses entre les éclusages, contrairement à la pratique courante de les laisser ouvertes.

Le problème le plus important causé par la navigation à la biodiversité concerne les espèces envahissantes. Deux des bassins à l'étude en particulier le reconnaissent. Une enquête menée en 1997 a permis d'identifier 163 espèces envahissantes dans le bassin du Mississippi. La moule zébrée et la carpe asiatique sont les espèces qui soulèvent le plus d'inquiétude. Bien qu'il s'agisse que de deux exemples, le risque le plus dangereux associé aux espèces envahissantes est la concurrence qu'elles livrent aux espèces locales pour la nourriture et l'habitat, concurrence qui risque de nuire radicalement à la communauté des espèces indigènes (USGS, 2007). Les Grands Lacs comptent également plus de 160 espèces envahissantes. La lamproie marine est responsable de l'extinction du cisco à nageoires noires, tandis que la moule zébrée a éradiqué la moule indigène de certaines régions. Dans plusieurs cas, ces espèces envahissantes ont été introduites dans l'eau de lest des navires. Environ 65 % des espèces envahissantes des Grands Lacs proviennent de navires océaniques. La moule zébrée européenne a été introduite dans le système Saint-Laurent dans les années 80 et a rapidement pénétré dans les Grands Lacs. Non seulement les espèces envahissantes causent-elles d'importants dommages aux infrastructures telles que les réseaux de conduites, mais elles réussissent à concurrencer avec succès les 297 espèces de moules indigènes, 12 % de celles-ci ayant déjà disparu. Depuis le début des années 90, la moule zébrée européenne s'est répandue dans le bassin du Mississippi (Riccardi, Neves et Rasmussen, 1998).

Sur le système Saint-Laurent–Grands Lacs, l'Alliance verte, une initiative d'associations représentant l'industrie maritime du Canada et des États-Unis, a établi un programme environnemental qui cherche à favoriser la ratification de la « Convention internationale pour le contrôle et la gestion des eaux de ballast et sédiments des navires ». Cette convention, que le Canada n'a pas ratifiée, fait la promotion des meilleures pratiques dans les échanges d'eaux de lest (<http://www.allianceverte.org/lavolonte.htm>).

Sur le Mississippi, l'Aquatic Nuisance Species Task Force (ANSTF) recommande l'utilisation de barrières physiques et technologiques comme stratégies locales et régionales les plus appropriées pour ralentir ou prévenir la prolifération d'espèces envahissantes entre les bassins, particulièrement entre les Grands Lacs et le fleuve. Les barrières physiques englobent les barrages, les écluses, les grillages contre les poissons et les ponceaux perchés, tandis que les barrières technologiques peuvent comprendre la projection de lumière, l'émission de bruits, la production de bulles d'air, l'émission de décharges électriques, l'introduction de phéromones ainsi que d'autres innovations scientifiques

(<http://www.aux.cerc.cr.usgs.gov/micra/MRB%20Panel%20on%20ANS.htm>).

Sur les autres fleuves, le problème des espèces envahissantes n'a pas soulevé autant d'inquiétudes. Aucune enquête détaillée ne traite des espèces envahissantes dans le Yangtze. Le nombre d'espèces indigènes a toutefois décliné dramatiquement en amont, en raison de l'introduction de nouvelles espèces importées par l'industrie piscicole. Dans le lac Dianchi, le nombre d'espèces indigènes est passé de 25 en 1940 à 8 en 1982, mais la navigation maritime n'est pas en cause (Fu, Wu, Chen, Wu et Lei, 2003). Dans le cas du Rhin, 20 espèces envahissantes ont été répertoriées, dont l'abramis sapa et le gobie, qui se sont introduites en provenance du Danube par le canal Rhin-Main-Danube. Leur nombre ne représente toutefois pas une menace pour les espèces indigènes (Brenner, Buijse, Lauff, Luquet et Staub, 2004, 2004).

4.4. Les changements climatiques

La majorité de la communauté scientifique s'accorde pour reconnaître l'existence de changements climatiques mondiaux, d'origine anthropique ou non. Il est important de comprendre les changements climatiques, car la plupart des programmes de planification et de gestion de l'eau ont été élaborés à partir de la présomption que les conditions climatiques futures demeureraient inchangées. Ci-après, nous présentons quelques-uns des effets attendus des changements climatiques sur les ressources hydriques :

...une hausse des températures mondiales et régionales, des augmentations des moyennes mondiales de précipitation et d'évaporation, des changements dans les modèles régionaux de pluies, neiges et fontes de neige, des changements dans l'intensité, la rigueur et le rythme des tempêtes, et un large éventail d'autres impacts géophysiques. Ces changements auront également plusieurs répercussions secondaires sur les ressources en eau douce, modifiant tant la demande que l'offre en eau, changeant même sa qualité. (Gleick, 1997)

Les systèmes fluvio-maritimes pourraient éventuellement avoir à supporter un lourd fardeau dû aux effets des changements climatiques. Dans le bassin

versant du Mississippi, la plupart des prévisions s'accordent sur une augmentation des précipitations. En effectuant une conversion descendante des résultats d'un modèle des changements climatiques, Jha et coll. (2004, 2006) ont quantifié les impacts des changements climatiques futurs sur l'hydrologie du Mississippi supérieur et prédit une augmentation des précipitations de 21 %, une augmentation des chutes de neige de 18 %, une augmentation des écoulements de surface de 51 %, une augmentation des apports d'eau de 43 % et une augmentation de la couche aquifère de 50 % (Jha et coll., 2004). Leurs résultats suggèrent également que, non seulement le débit annuel du cours d'eau afficherait des augmentations saisonnières importantes, mais que la probabilité de fortes inondations augmenterait (Jha et coll., 2006). Un autre effet potentiel d'un accroissement des températures moyennes sur le Mississippi concerne l'étendue de la couverture de glace hivernale. Actuellement, la glace hivernale freine le trafic des barges sur le Missouri et le Mississippi supérieur (METCALF, 2000). Une augmentation des précipitations, des eaux plus chaudes et des hivers plus doux pourrait réduire la période de glace hivernale sur le fleuve. Sur le Mississippi inférieur, les changements climatiques auront des conséquences sur le niveau moyen de la mer, qui entraînera de profonds changements dans le delta. Le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) des Nations Unies a prédit que l'élévation mondiale du niveau de la mer va s'accélérer de deux à quatre fois durant le prochain siècle (GIEC, 2001). Les dangers associés à une telle élévation du niveau de la mer comprennent une amplification des ondes de tempête, une intensification des inondations, une dégradation de la qualité de l'eau dans les zones aquifères et un recul des lignes côtières.

Sur le Rhin, les modèles de changements climatiques prédisent une légère amplification générale des précipitations. Toutefois, le type et la distribution saisonnière devraient changer et être accompagnés d'altérations importantes de la qualité de l'eau (Middelkoop et coll., 2001). Un accroissement annuel des précipitations perturbera la saison hivernale, tandis que la pluie comptera pour la presque totalité des précipitations. La portion de chutes de neige sur le bassin du Rhin supérieur déclinera de façon dramatique, ce qui réduira le taux de ruissellement. Les sécheresses estivales seront probablement plus intenses alors que la hausse des températures produira des taux élevés d'évaporation. Les estimations suggèrent que le débit du fleuve pourrait décliner de 10 % durant la saison estivale. Le delta du Rhin sera également touché tandis que la nappe phréatique pourrait s'abaisser, forçant les agriculteurs à irriguer davantage, ce qui abaissera encore plus la nappe d'eau souterraine, permettant ainsi la pénétration d'eau de mer (Middelkoop et coll., 2001). Conséquemment, selon les estimations générales, les changements climatiques entraîneront des inondations plus fréquentes en hiver et une plus grande incidence de sécheresses en été.

Il existe des évidences de preuves de changements climatiques dans le bassin du Yangtze. Yang et coll. (2007) ont démontré une tendance à la hausse des températures et une baisse du volume de précipitations en amont du plan

d'eau au cours des 30 dernières années. À l'autre extrémité du fleuve, Chen et coll. (2006) ont démontré que les températures se sont élevées dans le delta, alors qu'elles se sont abaissées dans les régions limitrophes. Ils attribuent cette situation à l'effet d'îlots créé par la chaleur urbaine. L'application du modèle de prévisions climatiques régionales du GIEC au bassin du Yangtze reste à faire, mais les indicateurs généraux du modèle semblent témoigner de changements moins importants sur l'ensemble de la région que dans le cours supérieur du fleuve (GIEC, 2001).

Pour le système Saint-Laurent–Grands Lacs, la modélisation climatique prévoit un volume plus important de précipitations accompagné d'une hausse des températures. Ces changements doivent être interprétés sur une base saisonnière pour mieux comprendre les impacts attendus des changements climatiques. Alors que le volume de précipitations devrait s'accroître, ces précipitations seront largement hivernales avec une proportion plus élevée de pluie que de neige. Les précipitations estivales seront plus variables, mais en raison de la hausse des températures, les taux d'évaporation devraient être plus élevés, réduisant ainsi les niveaux d'eau de façon importante. En outre, la couverture de glace devrait être réduite. En été, les sécheresses devraient être plus fréquentes, mais, paradoxalement, les inondations devraient s'accroître en raison d'une augmentation des activités orageuses. Ces effets devraient avoir une influence sur la production d'hydroélectricité, les activités agricoles, les pêcheries, les milieux humides et la navigation (Transports Canada, 2003). Sur le système Saint-Laurent, une série de facteurs additionnels entrent en jeu, soit les effets prévisibles d'augmentation du niveau de l'eau en raison des changements climatiques.

Prédire localement les effets des modèles de changements climatiques à l'échelle mondiale peut être problématique. Les changements d'échelle ne minimisent pas les erreurs des modèles à grande échelle et n'offrent pas une meilleure prévisibilité (Chase et coll., 2003). Par ailleurs, les modèles à grande échelle n'incluent pas les processus régionaux tels que les changements d'usage du sol qui peuvent avoir des répercussions notables sur les climats régionaux. Il importe donc de nuancer les prédictions des changements climatiques, notamment lorsque ceux-ci proviennent de modèles de changements climatiques mondiaux.

Alors que les gouvernements et les chercheurs commencent à explorer les impacts particuliers des changements climatiques sur la navigation en Europe et aux États-Unis, les études les plus détaillées sont celles effectuées sur le système Saint-Laurent, entre Montréal et Québec. En 2005, le Comité de concertation navigation — un comité mixte fédéral-provincial — a publié une étude sur les baisses appréhendées des niveaux d'eau résultant des changements climatiques et des conséquences sur la navigation dans la partie fluviale du Saint-Laurent (D'Arcy, Bibeault et Raffa, 2005). Plusieurs solutions ont été examinées et leurs coûts, estimés. L'augmentation des profondeurs d'eau du chenal par des travaux de dragage coûterait 70 millions \$ dans le cadre des scénarios les plus pessimistes, sans considérer les coûts

environnementaux du dragage. Les autres solutions envisagées concernent la construction de digues pour rehausser le niveau de l'eau de la voie navigable et l'édification de barrages en amont de Trois-Rivières, deux solutions extrêmement coûteuses qui engendreraient de sérieuses conséquences environnementales. Une autre approche est de considérer la baisse du tirant d'eau des navires. Cette approche aurait d'importantes conséquences commerciales sur le port de Montréal. Une autre option envisagée est de transférer les activités commerciales du port de Montréal en amont du fleuve. Les coûts liés à la construction de liens terrestres vers l'arrière-pays, l'augmentation de la pollution de l'air et les pertes potentielles par rapport aux ports concurrents de la côte est des États-Unis ne rendent pas cette option avantageuse. Selon l'étude, la régularisation du débit d'eau par les barrages érigés entre Montréal et le lac Ontario, notamment le barrage Sanders-Moses, pourrait compenser certains des effets négatifs d'une baisse possible des niveaux d'eau à Montréal. Mais les niveaux d'eau maintenus par les barrages sont assujettis à une réglementation internationale et toute baisse des niveaux d'eau du lac Ontario pour maintenir le niveau d'eau du fleuve en aval serait difficile.

4.5. La qualité de l'air

La qualité de l'air n'est pas un problème majeur dans la plupart des études environnementales sur les bassins fluviaux, bien qu'il s'agisse généralement d'un des éléments les plus importants des recherches en environnement. Les recherches sur les bassins fluviaux ciblent naturellement les problèmes hydrologiques et des aspects afférents tels que la couverture végétale et les conditions du sol. Traditionnellement, la recherche sur la qualité de l'air tendait à abaisser ou à ignorer les contributions de la navigation à la pollution atmosphérique. Alors que la qualité de l'air devient un problème d'ampleur planétaire, les activités du transport maritime sont examinées avec minutie. Les recherches menées aux États-Unis démontrent l'importance de la navigation, y compris le transport fluvial dans la pollution atmosphérique.

Puisque plus de 50 % des charges d'exploitation des navires sont généralement les coûts de carburant, la plupart des propriétaires de la flotte mondiale utilisent un résidu dégradé de mazout lourd dans les machines des navires dans le but d'économiser le combustible. Ces pétroles lourds dégradés contiennent toutefois des hauts taux d'asphalte, de résidus de carbone, de soufre et de composés métalliques. Durant le processus de combustion, ces combustibles peuvent produire un volume important de fumée noire, de particules en suspension, d'oxydes d'azote, d'hydrocarbures imbrûlés, d'oxydes de soufre, de monoxydes de carbone, de dioxydes de carbone, etc. (Lin et Lin, 2006)

L'Agence de protection de l'environnement des États-Unis (EPA) accorde de plus en plus d'attention aux émissions polluantes des navires et des ports. Les recherches préliminaires suggèrent que les estimations des émissions des navires et des ports manquent de données statistiques et sont trop erronées pour permettre d'en tirer des conclusions valables. Les données qui existent proviennent des ports et n'incluent pas le mouvement des navires (ICF, 2004). Il faut bien comprendre l'effet de la quantité de pollution émise par les navires entre les ports puisqu'elle pourrait changer de façon importante le volume total de pollution de l'industrie. En outre, l'EPA a besoin d'établir les lignes directrices de l'inventaire des émissions pour les ports et les agences d'évaluation de la qualité de l'air.

En Europe, les navires sont rapidement devenus la principale source de pollution de l'air. Si rien n'est fait, il est prévu qu'en 2020 les navires émettront davantage de pollution que toutes les sources d'origine terrestre combinées (EU, 2005a, p. 31). En 2000, les navires qui battent pavillon européen émettaient environ 200 millions de tonnes de dioxyde de carbone. C'est davantage que les émissions de l'aviation européenne (EU, 2005b). Bien que la Commission européenne ait adopté en 2002 une stratégie pour réduire les émissions atmosphériques, cette stratégie ne touche que les navires océaniques. La navigation intérieure est exemptée.

Les émissions polluantes atmosphériques des navires sont également couvertes par l'annexe VI de la Convention MARPOL sur les « Règles relatives à la prévention de la pollution de l'atmosphère par les navires » de l'Organisation maritime internationale. Ces règles fixent les limites des émissions d'oxyde de soufre et d'oxyde d'azote provenant des gaz d'échappement des navires et interdisent les émissions délibérées de substances qui appauvrissent la couche d'ozone. La stratégie de l'Union européenne consiste à implanter des zones de contrôle des émissions d'oxyde de soufre, tel que le définit l'annexe VI, et à accélérer l'adoption de normes plus strictes sur les émissions d'oxyde d'azote. La Commission européenne pousse les États membres à ratifier rapidement cet important instrument international.

4.6. L'érosion des berges

Il est généralement reconnu que les vagues créées par les navires seraient l'une des principales causes nuisant à l'éclosion des œufs et à la croissance des juvéniles chez les poissons. Des éléments de preuves scientifiques ont largement réfuté cette assertion. Sur le système Saint-Laurent, le principal impact enregistré concerne l'érosion des berges. Entre Montréal et Sorel, le recul annuel du rivage enregistré est de 1,6 m par année en moyenne de 1964 à 1983. Cette érosion est partiellement attribuable à l'action des vagues, mais seulement lorsque les navires sont à moins de 800 m de la rive. En 2000, l'industrie maritime adoptait une mesure volontaire de réduction de la vitesse

des navires dans le secteur Sorel-Varennnes. Plus de 90 % des capitaines de navires adhèrent à cette règle. Les représentants des transporteurs siègent au Comité de concertation qui évalue les travaux de recherche menés par le Service canadien de la faune. Ils sensibilisent leurs membres au fondement du problème et les encouragent à réduire volontairement leur vitesse.

Les recherches menées en Australie et aux États-Unis suggèrent que le lent déplacement des navires de grande taille endommage moins les rives que les petites embarcations rapides. Les bateaux de plaisance qui se déplacent à grande vitesse près des rives sont les grands responsables de l'érosion côtière en Australie (Gill et Blake, 2002).

5. Conclusion

Malgré la diversité de leurs caractéristiques, les quatre fleuves font face à des problèmes environnementaux très similaires. À quelques nuances près, qualité et quantité d'eau, espèces envahissantes, détérioration de l'habitat et qualité de l'air sont les principaux problèmes environnementaux des fleuves. L'utilisation extensive des artères fluviales a détérioré l'environnement à de très grandes échelles géographiques.

Il est évident que les problèmes environnementaux les plus graves sont le résultat d'activités qui excluent les systèmes de transport, à savoir la pollution agricole et industrielle. Les principaux impacts environnementaux découlant de la navigation fluviale sont indirects : dragage, rétrécissement des canaux, interruption de la navigation par les écluses et les barrages. Les impacts directs de la navigation sont moins graves : érosion des berges, perturbation de l'habitat marin, taux de mortalité de la faune aquatique et déversement d'hydrocarbures. La navigation pose deux principaux problèmes environnementaux : pollution de l'air et introduction d'espèces envahissantes. Les espèces invasives sont en partie le résultat des activités de navigation (échanges d'eau de cale), car l'ouverture des canaux de navigation pour contourner les rapides a contribué à faciliter la migration des espèces envahissantes.

Depuis les deux dernières décennies, on note la préoccupation croissante des scientifiques et du public quant à la nature et à l'importance des problèmes environnementaux dans trois des fleuves à l'étude : le système Saint-Laurent-Grands Lacs, le Mississippi et le Rhin. Dans le cas du Rhin, un plan multinational intégré de réhabilitation produit déjà des résultats concrets en matière de qualité de l'eau. Dans les fleuves nord-américains, l'approche est de cibler des problèmes précis en établissant des règles et en s'assurant de la conformité aux normes environnementales, parfois volontairement, parfois par législation. Certains résultats sont encourageants et démontrent l'efficacité de plusieurs programmes.

- L'environnement est un élément constitutif inévitable et indispensable du développement des systèmes fluvio-maritimes. Il existe un large consensus scientifique et public concernant la restauration des environnements fluviaux. Il semble que l'orientation des politiques publiques à ce sujet soit irréversible. Des actions sont déjà entreprises pour au moins trois des fleuves étudiés afin de remédier aux effets de plusieurs siècles d'exploitation. Cette restauration coûte cher et la société en général doit jouer un rôle dans le financement de projets conçus pour réparer les erreurs passées.
- La réduction des impacts environnementaux directs de la navigation commerciale représente des coûts supplémentaires considérables pour l'industrie maritime. Ce processus implique l'achat de moteurs à haut rendement énergétique et l'adaptation des conditions d'exploitation en fonction de la législation sur la pollution de l'air et de l'eau.
- Les considérations environnementales peuvent freiner l'expansion de la navigation sur les systèmes fluviaux. L'approfondissement des canaux de navigation, l'extension des quais et l'élargissement des écluses ne sont plus simplement des questions d'évaluation des conditions d'ingénierie et d'estimation de coûts, mais comprennent désormais une évaluation et une compensation des impacts environnementaux. Quand le développement de la navigation fluviale sera compatible avec les considérations environnementales, les coûts s'accroîtront vraisemblablement de façon notable.
- Les changements climatiques constituent un important facteur inconnu pour l'expansion de la navigation maritime intérieure. Les prédictions courantes suggèrent l'émergence de nouvelles possibilités, dont de plus longues saisons de navigation et de plus fortes précipitations entraînant un ruissellement plus important et des canaux plus profonds. Mais les changements climatiques peuvent aussi engendrer des effets négatifs, dont une plus grande variation de précipitations qui, combinée à de forts taux d'évaporation en été, pourrait entraîner une baisse des niveaux d'eau. Il pourrait y avoir plusieurs autres effets imprévisibles.
- La navigation demeure le mode de transport le plus « vert ». Cette situation pourrait représenter un grand avantage concurrentiel. Toutefois, l'industrie doit répliquer sur-le-champ. Elle doit limiter davantage son empreinte environnementale en réduisant les émissions polluantes et en améliorant la consommation de carburant. Le plus grand défi consiste sans doute à gérer la croissance du trafic alors que d'importantes contraintes environnementales seront imposées aux infrastructures.

ANNEXE 5– LES CONDITIONS DES INFRASTRUCTURES DES SYSTÈMES DE TRANSPORT FLUVIO-MARITIME

1. Introduction

Dans cette annexe, nous décrivons l'échelle et l'étendue des infrastructures de transport des systèmes de transport fluvio-maritime. L'objectif est d'offrir un aperçu des composantes physiques du système, y compris celles des voies navigables, des canaux, des infrastructures portuaires et des caractéristiques des flottes. Ces éléments permettront d'offrir une mesure de la capacité physique du système et une indication des limites des infrastructures à répondre aux besoins du trafic actuel et attendu sur les fleuves.

2. Les voies navigables

2.1. *Le Saint-Laurent–Grands Lacs*

Le système Saint-Laurent–Grands Lacs offre un système de navigation unique de 3 700 km au cœur du continent nord-américain. Le système est unique non seulement en longueur, mais également dans ses caractéristiques physiques, en n'offrant pour l'essentiel de son parcours aucune contrainte majeure de profondeur d'eau pour la navigation dans le golfe, l'estuaire du fleuve Saint-Laurent et sur les cinq Grands Lacs. Toutefois, une faible partie du système présente des obstacles naturels à la navigation, tandis que des eaux peu profondes ou des rapides interrompent la navigation sur le fleuve. Ces endroits exigent une intervention humaine sous forme de dragage et de construction de canaux. Ces segments relativement courts déterminent cependant la profondeur d'exploitation de l'ensemble du système. Quatre segments le caractérisent :

1. De Trois-Rivières à Montréal (100 km). Le fleuve n'a aucune marée et contient plusieurs hauts-fonds, notamment dans le lac Saint-Pierre. Depuis les années 1850, plusieurs canaux ont progressivement été dragués pour atteindre le tirant d'eau actuel de 11 m.
2. Entre Montréal et le Lac Ontario (300 km). Il existe un grand nombre de rapides qui ont été contournés par un ensemble de canaux datant du début des années 1820 culminant avec l'ouverture de la Voie maritime du Saint-Laurent en 1959. Le système comprend 7 écluses (Saint-Lambert, Côte-Sainte-Catherine, Inférieur de Beauharnois, Supérieur de Beauharnois, Bertrand H. Snell, Dwight D. Eisenhower et Iroquois). Les écluses ont une longueur de 225,5 m, une largeur 27,7 m et une profondeur de 8,08 m.
3. Entre le lac Ontario et le lac Érié (42 km), le canal Welland comprend un banc de 8 écluses à double voie dont la longueur est de 261,8 m, la largeur 24,4 m et la profondeur de 8,2 m.
4. L'accès au lac Supérieur par la rivière St. Mary's (1,6 km). Le site de Soo comprend 4 écluses dont deux seulement servent à des fins de navigation commerciale. La plus importante a une longueur de 366 m, une largeur de 34 m et une profondeur de 10 m. Ces dimensions sont plus importantes que celles des autres écluses de la Voie maritime.

Le système Saint-Laurent–Grands Lacs est un système intérieur relativement isolé. Un seul affluent majeur — la rivière Saguenay — offre une voie navigable de 100 km en eaux profondes, de son confluent jusqu'à Chicoutimi.

Pendant plusieurs années, de nombreux canaux et écluses ont été construits pour offrir des liens sur le système :

1. Richelieu-lac Champlain;
2. Canal Rideau;
3. Canal Trent-Severn;
4. Système de barge entre le canal Érié et l'État de New York;
5. Canal Illinois et Michigan.

Mais tous ces canaux comportent sans exception de faibles tirants d'eau et plusieurs écluses. Dès le milieu du 20^e siècle, pour ce qui est de la navigation commerciale, ces canaux étaient devenus obsolètes. À l'exception du canal Illinois et Michigan qu'on a fermé, ces canaux sont désormais utilisés à des fins récréatives par les bateaux de plaisance.

Tout le système est sous l'emprise des glaces en hiver. Les écluses et les canaux en particulier ne peuvent fonctionner de la fin décembre au début avril. Sur le fleuve en aval de Montréal, la navigation hivernale se limite aux navires dont la coque est renforcée.

2.2. Le Mississippi

La partie navigable du fleuve s'étend du golfe du Mexique à Minneapolis, sur une distance totale de 3 000 km. Le Mississippi est l'archétype du système fluvial avec un accroissement du débit et de la profondeur d'eau vers l'embouchure. Le profil du fleuve comprend trois segments :

- 1 De Minneapolis à Cairo (1 379 km et une profondeur maximale de 2,75 m);
- 2 De Cairo à Baton Rouge (1 163 km et un fond maximum de 3,63 m);
- 3 De Baton Rouge à l'embouchure (375 km et un tirant d'eau de 13,5 m).

En raison de la faible dénivellation du fleuve, la sédimentation est une caractéristique particulière sur tout son parcours. Elle exige d'importants travaux de dragage en amont de Cairo pour maintenir la navigation sur les segments peu profonds.

Le système compte 29 écluses sur le Mississippi supérieur, en amont de Saint-Louis. Ces écluses ont été construites dans les années 30 par le Corps des ingénieurs de l'armée des États-Unis pour offrir une voie navigable d'une profondeur minimale de 2,75 m. Les écluses offrent le moyen de contourner les barrages construits pour répartir l'eau nécessaire à la navigation. La plupart de ces écluses ont été construites avec des chambres assez longues pour accommoder les plus grandes péniches commerciales des années 30 (183 m). Au fil des années, la longueur des convois de barges s'est accrue pour atteindre 335 m. Trois écluses ont été rallongées de 1950 à 1990 pour atteindre 305 m.

Le Mississippi possède plusieurs affluents. Le plus important est la rivière Ohio avec 1 579 km de voies navigables, de son confluent à Cairo jusqu'à Pittsburgh, où la rivière est formée par la confluence des rivières Allegheny et Monongahela, également navigables. Les premières écluses et les premiers barrages furent construits dans les années 20 et rallongés dans les années 40 pour un total de 21 écluses de 183 m. Dans les années 50, les plus petites écluses ont été jumelées aux écluses de 305 m. Le tirant d'eau de 2,75 m est comparable à celui du Mississippi supérieur. Les rivières Allegheny et Monongahela comptent 9 et 8 écluses, respectivement. Les autres rivières navigables sont l'Arkansas, le Missouri, le Tennessee et l'Illinois.

2.3. Le Rhin

Le Rhin et ses affluents deltaïques offrent une voie navigable de Rotterdam, en mer du Nord, jusqu'à Bâle en Suisse. À Rotterdam, le tirant d'eau atteint 16 m, mais, en amont, la profondeur navigable est de 3,0 m jusqu'à Mannheim et de 2,5 m jusqu'à Bâle. Le fleuve n'est donc navigable que par des navires de faible tirant d'eau, surtout des barges, bien que certains petits navires océaniques puissent atteindre Mannheim. La capacité de transport des plus

gros navires est déterminée dans une large mesure par le volume additionnel d'eau dans le fleuve au moment de l'appareillage. Il n'y a aucune écluse sur le fleuve. Le principal besoin consiste à effectuer du dragage d'entretien.

Le Rhin comprend un réseau de canaux qui relie les affluents du delta. Le Rhin sert d'épine dorsale à un système très étendu de canaux qui s'écoulent parfois parallèlement au fleuve et offrent des routes secondaires alternatives (Buck, 2004).

Ce réseau est particulièrement dense dans les pays du Benelux. Les canaux se prolongent également du Rhin vers d'autres fleuves majeurs tels que le Danube, l'Elbe, le Rhône et la Seine, mais dont les liens n'offrent pas les mêmes conditions de capacité de navigation que le Rhin.

2.4. Le Yangtze

Le bassin du Yangtze compte plus de 3 600 affluents, soit un réseau qui s'étend sur 70 000 km. Le Yangtze est navigable sur 2 838 km. Il faut toutefois reconnaître que ce réseau est sous-utilisé. Selon les autorités, moins de 20 % du potentiel navigable du Yangtze et quelque 75 % de tout le trafic se fait entre la côte et Nanjing. Depuis 1949, les autorités ont entrepris d'énormes travaux de protection des rives, de construction de digues et de régularisation des crues dans le but de stabiliser le régime de navigation.

À l'embouchure, les autorités chinoises ont entrepris un vaste programme de dragage qui a accru le tirant d'eau de 10,5 à 12,5 m et permet l'accès à des navires de 50 000 t en jauge brute⁷. À marée haute, des navires océaniques de 20 000 t en jauge brute peuvent atteindre Nanjing, située à 432 km de la côte. Entre Nanjing et Wuhan (709 km), le tirant d'eau varie de 4,0 à 4,5 m. Les navires de 10 000 t en jauge brute peuvent naviguer toute l'année. Le pont de Nanjing et son tirant d'air de 24 m ne permettent pas l'accès à des navires de plus de 10 000 t en jauge brute. De Wuhan à Yichang (424 km), la profondeur varie de 2,9 à 3,2 m permettant l'accès à des convois de barges de 3 000 t en jauge brute de transporter jusqu'à 10 000 t. Le segment de 660 km entre Yichang et Chongqing comprend les barrages de Gezhouba et des Trois Gorges, séparés d'à peine 38 km. Le tirant d'eau y est de 2,9 m, ce qui permet l'accès à des navires de 1 500 t en jauge brute. Ces barrages compliquent la circulation des navires et fixent les conditions de navigation de l'ensemble du système. Depuis les années 80, les autorités chinoises entendent permettre la circulation de convois de barges de 10 000 t entre Shanghai et Chongqing à longueur d'année. L'achèvement du barrage des Trois Gorges à l'été 2009 a réduit à 7 jours le temps de transit entre Chongqing et Shanghai.

⁷ Le tonnage en jauge brute représente la capacité intérieure totale d'un navire.

En exploitation depuis 1988, le barrage de Gezhouba compte 3 écluses (2 écluses pour des convois de barges de 10 000 t et 1 réservée aux navires de moins de 3 000 t en jauge brute). Le barrage des Trois Gorges a profondément modifié le débit du fleuve. Le système de régularisation des crues (cycle de stockage et de vidange) des réservoirs a changé le processus d'alluvionnement. En amont du barrage, plus d'une centaine de navires, 18 dragueurs et plus de 1 000 travailleurs sont engagés dans des activités de dragage. L'augmentation du volume de trafic a entraîné des problèmes de congestion au barrage. Le système de 6,4 km comprend 5 écluses à doubles voies de 280 m de long, 34 m de large et 5 m de profondeur. Le système permet d'acheminer les navires du Yangtze inférieur vers le réservoir situé 113 m plus haut. Il faut plus de 3 heures à un navire pour traverser les écluses conçues pour manutentionner 50 millions de tonnes. En 2007, les écluses ont manutentionné 47 millions de tonnes. Un ascenseur pour navires à passagers de conception allemande devrait entrer en fonction en 2014. Cet ascenseur de 120 m de long, 18 m de large et offrant un tirant d'eau de 3,5 m devrait être en mesure de faire passer 2 navires de 3 000 t en jauge brute en même temps et de réduire les problèmes de congestion aux écluses. Selon les autorités, les programmes de modernisation et de normalisation des flottes devraient également permettre d'accroître la capacité des écluses à 100 millions de tonnes. Mais des enquêtes de terrain démontrent que cette limite sera rapidement atteinte. Les écluses gèrent quotidiennement un volume de 230 navires d'une capacité moyenne de 623 t en jauge brute. Les expéditeurs contournent déjà les écluses. Ils déchargent leur cargaison et l'acheminent par camion avant de la recharger sur un navire plus loin en aval ou en amont des écluses. Encouragée par les autorités, cette pratique devrait accroître la demande pour des rouliers.

2.5. Synthèse des voies navigables

Avec l'exception notable du système Saint-Laurent–Grands Lacs, les tirants d'eau imposent de sérieuses limites à la navigation intérieure. Cette condition a un impact direct sur les types de navires, leur capacité et les méthodes de gestion des trafics fluviaux. Il est démontré que, pour chaque mètre additionnel de profondeur, un navire peut embarquer 10 000 t supplémentaires, ce qui permet de réduire considérablement le coût du transport. Sur les Grands Lacs, les capacités sont beaucoup plus grandes, mais les dimensions des écluses ne permettent pas aux plus importants segments de la flotte commerciale mondiale de naviguer en amont de Montréal.

Pour l'essentiel, le trafic est manutentionné sans difficulté, sauf dans quelques cas et à quelques endroits. Des problèmes de congestion sont enregistrés à plusieurs des écluses de 183 m du Mississippi inférieur, notamment aux écluses 20 à 25. Les retards sont causés par de longs convois de barges qui doivent être segmentés pour traverser les écluses. Les limites de profondeurs découlant des baisses des niveaux d'eau dans les fleuves sont toutefois plus répandues, mais elles varient temporellement et géographiquement. Sur le Saint-Laurent, en amont de Montréal, les profondeurs minimales ont baissé en deçà du zéro de la carte pendant quelques semaines de 1999 à 2001⁸. En 2000, les navires ont dû réduire leur charge de 8 % sur les Grands Lacs (Ressources naturelles Canada, 2007). Des événements similaires sont survenus sur le Mississippi en 2006. Sur le Rhin, la fonte des neiges alpines a entraîné une hausse des niveaux d'eau et a perturbé la navigation tandis que la baisse des niveaux d'eau survenue en 2003 a causé d'importants problèmes de capacité de transport sur le fleuve. Les cours moyen et inférieur du Rhin sont généralement épargnés par ces événements. L'étude de Buck (2004) soutient qu'en général le système rhénan présente un degré élevé de constance. Les recherches sur les changements climatiques suggèrent que cette baisse des niveaux d'eau pourrait devenir plus grave à l'avenir dans tous les bassins fluviaux (D'Arcy et coll., 2005).

Plusieurs propositions ont été présentées pour approfondir les canaux et les écluses des fleuves. En 2002, un rapport exploratoire sur le système de navigation des Grands Lacs, déposé par le Corps des ingénieurs de l'armée des États-Unis, a recommandé la construction d'un canal maritime d'une profondeur de 11 m de Montréal à Duluth, Minnesota, pour permettre l'accès à des navires de type *Panamax*. Les canaux d'accès aux Grands Lacs, le fleuve Saint-Laurent et une douzaine de ports devraient être creusés de 3 m sous la profondeur actuellement admissible. Dans certains segments, les voies navigables devraient être élargies d'au moins 18 m. Les coûts de cette proposition sont évalués de 10 à 15 milliards \$US. À cause des postes

⁸ Le zéro de la carte, ou niveau des basses eaux, constitue le point de référence à partir duquel la variation du niveau d'eau est mesurée.

budgétaires exigés et des impacts environnementaux majeurs relatifs au projet, la proposition a été rejetée. Mais, en 2008, le Corps des ingénieurs de l'armée des États-Unis a reçu l'autorisation de jumeler l'écluse de Soo. La récente étude sur les Grands Lacs et de la Voie maritime du Saint-Laurent (Transports Canada, 2007) ne fait aucune recommandation quant à l'expansion du système, mais elle cible davantage la nécessité de rénover et de maintenir l'infrastructure, notamment les écluses de 50 ans.

En Europe, plusieurs actions sont en cours pour améliorer le système rhénan, notamment dans les Pays-Bas où plus de 1 milliard € ont été affectés à l'amélioration de la voie maritime intérieure. Ailleurs, les travaux d'entretien sont considérés comme insuffisants, notamment en Allemagne, où le budget annuel est de 434 millions €. Les principaux investissements en Europe ont pour but de prolonger le réseau en reliant le Rhin à d'autres systèmes fluviaux tels que ceux de l'Elbe, de la Seine et du Danube. Ces nouveaux liens vont favoriser un élargissement des canaux et la construction de nouvelles écluses. En outre, plusieurs projets visent à supprimer les obstacles à la navigation, dont les ponts bas (Buck, 2004; Economic Commission for Europe Inland Transport Committee, 2006).

Sur le Mississippi, le Corps des ingénieurs de l'armée des États-Unis a entrepris une étude en 1998 pour examiner les possibilités d'agrandir les écluses. Avant le dépôt final du rapport au Congrès en 2001, un économiste qui travaillait au projet avance que le Corps des ingénieurs a manipulé l'analyse coûts-bénéfices pour appuyer le projet d'amélioration des écluses. Le Congrès ordonne donc au Conseil national de recherche (NRC) d'examiner les méthodologies employées et au Service géologique (USGS) d'approuver l'analyse environnementale. Les deux agences rapportent que l'étude du Corps des ingénieurs comporte un grand nombre d'erreurs et fait des recommandations. En 2004, le Corps des ingénieurs publie son rapport final, esquissant un plan de 50 ans pour améliorer l'efficacité de la navigation et restaurer les écosystèmes. Le projet implique la construction de sept nouvelles écluses de 365 m et l'agrandissement probable de cinq autres à un coût estimé à 2,4 milliards \$US et un budget additionnel de 5,3 milliards \$US pour restaurer l'environnement. Le projet a reçu l'approbation du Congrès en 2006, malgré l'échec du Corps des ingénieurs à considérer les méthodes alternatives de prévisions de trafic suggérées par le NRC (TRB, 2003).

Sur le Yangtze, un plan vise actuellement à établir un programme numérique fluvial. L'objectif consiste à construire un réseau d'information numérique pour l'ensemble du Yangtze (carte numérique, transfert de données en temps réel sur le profil des vagues, courants marins, sédimentation, etc.) dans le but d'accroître les capacités de navigation sur le fleuve.

3. Les infrastructures portuaires fluviales

3.1. Le Saint-Laurent–Grands Lacs

Il existe un grand nombre d'infrastructures portuaires le long du système Saint-Laurent–Grands Lacs. Au Québec, le fleuve Saint-Laurent compte 30 ports, dont 12 ont manutentionné plus de 1 million de tonnes en 2005 (Statistique Canada, 2005). Les 5 ports les plus importants sont Montréal (24,3 millions de tonnes), Québec (22,7 millions de tonnes), Sept-Îles (22,4 millions de tonnes), Port-Cartier (15,4 millions de tonnes) et Baie-Comeau (5,6 millions de tonnes). Sur les Grands Lacs, les 5 ports les plus importants sur la façade des États-Unis sont Duluth (44,7 millions de tonnes), Chicago (25,8 millions de tonnes), Detroit (17,4 millions de tonnes), Indiana Harbor (14,1 millions de tonnes) et Cleveland (13,6 millions de tonnes). La façade des États-Unis compte 38 ports qui ont manutentionné plus de 1 million de tonnes en 2005 (USACE, 2005d). La façade du Canada compte 15 ports qui manutentionnent plus de 1 million de tonnes. Les 5 plus importants sont Nanticoke (14,1 millions de tonnes), Hamilton (12,4 millions de tonnes), Thunder Bay (8,2 millions de tonnes), Sarnia (7,4 millions de tonnes) et Windsor (5,5 millions de tonnes).

Les ports présentent une grande variété de tailles, d'équipements, de propriétaires et de fonctions, et ils disposent d'équipements de manutention adéquats pour répondre à la demande. Le système Saint-Laurent–Grands Lac offre un surplus de capacité avec plusieurs ports qui manutentionnent moins de trafic que par le passé, et ils montrent peu de cas de congestion.

La variabilité saisonnière des profondeurs d'eau est un problème majeur dans plusieurs ports. C'est notamment le cas au port de Montréal (D'Arcy et coll., 2005). Mais le problème est encore plus criant dans les ports des États-Unis sur les lacs Érié, Huron et Michigan, où les niveaux d'eau ont baissé de plus de 1 m au cours des 30 dernières années et où les dépôts vaseux constituent un problème majeur dans plusieurs ports. Les cas de perte de tirant d'eau à long terme incluent Duluth (6,5 cm), Green Bay (60 cm), Indiana Harbor (120 cm), Saginaw (150 cm) et Cleveland (134 cm) (MARAD, 2005). Une enquête menée auprès des transporteurs indique que 75 % des navires au cours des 5 dernières années transportaient des charges réduites. Les changements climatiques devraient produire une plus grande variation des tirants d'eau. En 2008, la réponse du Corps des ingénieurs de l'armée des États-Unis a été de solliciter et d'obtenir des fonds additionnels pour entreprendre un programme accéléré de dragage des ports des Grands Lacs aux États-Unis.

3.2. Le Mississippi

Le Corps des ingénieurs de l'armée des États-Unis (2005e) a répertorié 971 infrastructures portuaires sur le Mississippi, dont 27 ports majeurs. Contrairement au système Saint-Laurent–Grands Lacs, où le trafic portuaire est relativement espacé, le trafic sur le Mississippi se concentre fortement à l'embouchure. Les principaux ports sont South Louisiana (224,5 millions de tonnes), La Nouvelle-Orléans (78,1 millions de tonnes), Baton Rouge (57 millions de tonnes), Plaquemines (54,4 millions de tonnes), Saint-Louis (33,4 millions de tonnes), Memphis (17,5 millions de tonnes), Helena (14 millions de tonnes) et Minneapolis–Saint-Paul (6,4 millions de tonnes). Les quatre premiers ports manutentionnent le fret des navires océaniques et leur taille est plus importante que les ports situés en amont. Le port de South Louisiana est un des 3 plus importants ports au monde en fait de tonnage.

Environ 12 % des infrastructures portuaires sont possédées et exploitées par de grandes sociétés privées dont Archer Daniels Midland, Bungee et Cargill qui dominent les chargements de grain ainsi que de produits chimiques et pétroliers. L'une des plus importantes compagnies de transport par barges, American Commercial Barge Line, est également propriétaire de plusieurs terminaux. Bien que la plupart des ports soient de propriété publique, les activités sont menées par des compagnies privées. Le Mississippi n'a aucun problème majeur de congestion portuaire.

Bien que le dragage aux ports soit une importante contrainte en raison des processus d'envasement, les niveaux d'eau n'apparaissent pas être un problème aussi important que sur les Grands Lacs. Le Corps des ingénieurs de l'armée des États-Unis a mis en place un imposant programme de dragage d'entretien. De toute évidence, l'ouragan Katrina a causé des problèmes au port de La Nouvelle-Orléans. Mais, de façon générale, les équipements portuaires ont été peu touchés par l'ouragan. Le principal dommage pour le port a été la fermeture des industries locales et la réaffectation de la main-d'œuvre portuaire.

3.3. Le Rhin

Le nombre de ports sur le Rhin n'est pas défini de façon précise. L'étude de Buck (2004) rapporte 334 infrastructures portuaires. Mais ce nombre inclut un grand nombre de quais privés. L'étude mentionne 150 ports importants, ce qui équivaut à un port à tous les 20 km.

En tant que principal point de transfert du trafic fluvial et océanique, Rotterdam est le port le plus important avec un trafic de 381 millions de tonnes en 2007. Le delta compte également un certain nombre de ports de transit tels qu'Anvers (183 millions de tonnes en 2007). Sur le fleuve, le port dominant est Duisbourg (51,3 millions de tonnes). Mais 20 autres ports manutentionnent un

trafic de plus de 1 million de tonnes, dont Strasbourg (8,8 millions de tonnes) et Ludwigshafen (7,6 millions de tonnes).

L'enquête Buck (2004), qui repose sur un échantillonnage de ports sur le Rhin, suggère que les équipements portuaires sont suffisamment adéquats pour répondre aux besoins du trafic de vrac fondé sur une organisation industrielle bien établie. Ce sont davantage les nouvelles fonctions maritimes comme la conteneurisation qui posent problème en raison du manque d'espace d'entreposage dans les ports.

3.4. Le Yangtze

L'Association des ports du Yangtze a recensé 220 ports de tailles diverses. Mais 25 ports sont considérés comme importants en raison des services douaniers. Le Yangtze est dominé par Shanghai, premier port du monde avec un trafic de 560 millions de tonnes et la manutention de 26 millions de conteneurs en 2007. Les principaux ports sur le fleuve sont Nantong (123,4 millions de tonnes), Zhangjiagang (120,2 millions de tonnes) Nanjing (108,6 millions de tonnes), Jiujiang (87,6 millions de tonnes), Zhenjiang (78,3 millions de tonnes), Jiangyin (72,2 millions de tonnes), Chongqing (64,4 millions de tonnes), Wuhan (52,8 millions de tonnes), Wuhu (46,8 millions de tonnes) et Yueyang (41 millions de tonnes). La principale fonction des ports du Yangtze est la manutention du vrac. La plupart des sidérurgies, des usines de pâtes et papiers, des installations chimiques et pétrochimiques ainsi que des cimenteries gravitent autour des ports fluviaux. Trois produits comptent pour 55 % du trafic portuaire : les minerais, le charbon et les matériaux de construction. Les principaux importateurs de fer sont des compagnies comme Wuhan Steel, Maanshan Iron and Steel, Shanghai Baosteel et Jiangsu Shagang. Le charbon en provenance du nord de la Chine est acheminé par rail vers les ports de Yixikou à Wuhu, Pukou à Nanjing, Hankou à Wuhan et Zhicheng à Yichang, pour être transféré sur des navires puis acheminé vers les centrales thermiques installées le long du Yangtze. La plupart des exportateurs de matériaux de construction sont Anhui Conch, Huaxin Cement et Chia Hsin, principalement localisés dans les ports du Yangtze inférieur. Ces firmes possèdent des terminaux portuaires conçus pour leurs besoins et sont en mesure d'accroître leur capacité pour répondre à la demande. Les ports situés dans le delta peuvent répondre aux exigences du trafic de navires de type *Handymax* et Nantong peut accommoder des navires de type *Panamax*. Le Yangtze ne présente aucun problème de congestion portuaire.

Le développement portuaire du Yangtze s'inscrit au cœur de la politique générale de développement de la Chine de l'Ouest. Cette stratégie est similaire à celle des États-Unis ou du Canada au 19^e siècle alors que ces pays ouvraient leur vaste arrière-pays, permettant à des villes intérieures comme Chicago et Detroit de s'épanouir en tant que centres industriels continentaux. Un élément clé de la politique chinoise implique des investissements majeurs tant intérieurs qu'étrangers dans des projets de modernisation des

infrastructures portuaires, notamment dans l'achat d'équipements de manutention. Par ailleurs, le gouvernement a également lancé un programme de 1,9 milliard \$US pour construire des équipements de transit et d'entreposage le long du Yangtze. L'objectif consiste à établir trois centres logistiques régionaux sur le Yangtze — Chongqing sur le Yangtze supérieur, Wuhan sur le Yangtze moyen et Shanghai appuyé par Nanjing sur le Yangtze inférieur. Tous ces ports sont dotés d'importantes liaisons ferroviaires.

3.5. Synthèse sur les infrastructures portuaires fluviales

En général, les capacités portuaires ne constituent pas de problème pour les systèmes fluvio-maritimes. Les systèmes portuaires se sont accrus et se sont adaptés aux besoins du trafic. Comme il y a peu de croissance dans la manutention des produits traditionnels, les ports éprouvent peu de problèmes de congestion. Les ports occupent d'abord une fonction industrielle et la plupart sont possédés ou exploités par des entreprises industrielles. Ce sont des infrastructures autonomes et la nature des trafics implique que plusieurs ports des systèmes fluvio-maritimes ne sont pas touchés par la concurrence d'autres ports. C'est particulièrement vrai dans le cas des ports du Rhin. Lorsque la concurrence existe, elle est généralement fondée sur le détournement potentiel de trafic de ports d'autres façades maritimes (Baltique, Méditerranée). Ainsi, le transport de grains sur le Mississippi est confié aux voies ferrées en direction des ports du Pacifique septentrional. Le transport de grains sur le Saint-Laurent est concurrencé par le port de Vancouver. Le trafic de conteneurs à Montréal subit la concurrence du port de New York. Ailleurs, les trafics sont influencés par les facteurs macroéconomiques et les conditions du marché industriel régional et international, telles que les prix de l'acier.

Considérant que le système Saint-Laurent–Grands Lacs possède les canaux les plus profonds et permet l'accès à des navires de plus forte capacité, le tirant d'eau est un problème relativement plus important qu'ailleurs. Mais les changements climatiques pourraient accentuer les problèmes d'accès dans tous les ports des systèmes fluviaux. Les changements de profondeur d'eau n'influencent pas seulement la capacité des ports, mais également leur fiabilité, un facteur clé dans le développement des trafics. Les tirants d'eau vont vraisemblablement devenir un élément majeur du développement des infrastructures portuaires.

Un autre élément à considérer concerne la capacité des ports à s'adapter à de nouveaux trafics. Sur le Rhin et le Yangtze, l'essentiel de la croissance récente provient du trafic de conteneurs, et ce trafic pose déjà plusieurs problèmes de capacité portuaire. Dans ce contexte, l'ajout ou le développement de nouvelles fonctions dans les ports fluviaux soulève la question de la capacité de ces ports à offrir des infrastructures efficaces.

4. Les flottes fluviales

4.1. Le Saint-Laurent–Grands Lacs

Deux grandes classes de navires utilisent l'ensemble ou une partie du système maritime : les navires océaniques et les laquiers.

Les navires océaniques incluent un large éventail de tailles et de types. Les plus grands sont les vraquiers qui peuvent avoir une capacité de 250 000 t et sont restreints aux ports situés en amont de Québec. Les plus petits vraquiers, ceux de 65 000 t, peuvent atteindre Montréal. Les cargos plus petits (de 5 000 à 50 000 t) peuvent transporter un large éventail de fret, y compris des lingots, du bois d'œuvre, de la machinerie, etc. Les navires de cette catégorie, dont la capacité est de moins de 10 000 t, peuvent accéder à la Voie maritime et circuler sur les Grands Lacs. La dernière catégorie importante concerne les porte-conteneurs d'une capacité maximale de 4 000 EVP. La plupart de ces navires participent au trafic international. Leur conception et leur construction sont similaires à celles de la majorité de la flotte maritime mondiale. La seule distinction concerne certaines normes de construction, dont les coques renforcées pour obtenir la certification de navigation hivernale. Comme ces navires parcourent les routes internationales, ils peuvent être construits dans des chantiers navals étrangers, ce qui constitue des économies notables pour les propriétaires.

Les laquiers sont des navires conçus selon les dimensions maximales des écluses de la Voie maritime. Leurs caractéristiques particulières sont leur longueur et leur fond plat. Il y a deux grandes catégories. Les navires battant pavillon américain sont généralement plus grands, jusqu'à 305 m de long, parce qu'ils ne traversent pas les écluses de Welland et naviguent seulement sur les lacs Supérieur, Michigan, Huron et Érié. Ces navires comptent pour 57,7 % du tonnage total de la flotte. Les laquiers qui battent pavillon canadien sont contraints par les dimensions des écluses de la Voie maritime à une longueur maximale de 225,5 m et à une largeur de 23,8 m. Ils peuvent naviguer sur tous les Grands Lacs et circuler sur le fleuve Saint-Laurent. Les navires battant pavillon canadien comptent pour 42,3 % du tonnage de la flotte des Grands Lacs.

La propriété de la flotte des Grands Lacs est très concentrée. Près de la moitié de la flotte battant pavillon américain appartient à une seule compagnie et les deux premières compagnies comptent pour 75 % de la flotte. Un taux de concentration similaire existe au Canada où près des trois quarts des navires des Grands Lacs appartiennent à deux entreprises.

La flotte des Grands Lacs est vieillissante. Elle a été revitalisée avec l'ouverture de la Voie maritime en 1959, mais, à l'exception de l'agrandissement de l'écluse de Soo au Michigan, aucune autre infrastructure n'a été construite. L'âge moyen des navires est de 43 ans aux États-Unis et de

34 ans au Canada, avec un âge médian de 35 et 34 ans, respectivement. Ces données sont significativement plus élevées que celles des navires océaniques.

4.2. Le Mississippi

À l'exception des navires océaniques qui font escale dans les ports du Mississippi inférieur, la plupart des activités sur le fleuve sont effectuées par des pousseurs de péniches. Les remorqueurs les plus puissants peuvent pousser jusqu'à 15 barges. Ce système est approprié au trafic et aux caractéristiques physiques du fleuve. Il y a 23 739 barges de vrac sec en exploitation sur le Mississippi et 3 525 bateaux à citerne-coque. Le fleuve accueille également 1 162 vraquiers et 3 038 remorqueurs (USACE, 2005c).

La flotte du Mississippi représente 77 % de toute la flotte des États-Unis. Celle des Grands Lacs compte pour 1,5 %. L'âge de la flotte nationale et les données sur son renouvellement sont donc particulièrement significatifs. Ainsi, les chiffres nationaux indiquent que l'ajout de nouveaux navires a décliné. Le sommet a été atteint en 1997 avec 1 500 nouveaux navires. La moyenne pour 2003-2005 est de 650 nouveaux navires, dont seulement 120 étaient des bateaux automoteurs. Environ 30 % de la flotte a plus de 25 ans.

4.3. Le Rhin

Le Rhin réunit un amalgame de bateaux automoteurs et de navires pousseurs de barges. Ces derniers sont concentrés dans les segments du Rhin inférieur. Il y a 5 500 navires de vrac sec d'une capacité moyenne de 1 000 t et environ 1 000 navires de vrac liquide d'une capacité moyenne de 1 500 t en circulation (Buck, 2004). Ces navires varient en taille et peuvent atteindre jusqu'à 135 m de longueur. Le Rhin compte environ 1 100 barges de vrac sec d'une capacité moyenne de 1 500 t. Elles sont au service de 200 pousseurs et de 50 remorqueurs. Le Rhin inférieur est surtout caractérisé par des convois de 6 barges.

La croissance du commerce de conteneurs et les expéditions automobiles ont entraîné une hausse de la demande de porte-conteneurs et de rouliers. Cette demande se traduit également par une augmentation de la taille des porte-conteneurs sur le Rhin, dont la capacité a augmenté de 268 EVP à près de 400 EVP.

La flotte d'automoteurs et de barges sur le Rhin est dominée par des compagnies néerlandaises. Leur domination est de plus en plus évidente en fonction de l'évaluation des expéditeurs allemands (Planco Consulting GmbH, 2003). La structure du marché allemand est caractérisée par des entrepreneurs particuliers, propriétaires et exploitants de barges, qui autrefois

étaient intégrés à des conglomérats maritimes et qui se sont sabordés depuis la déréglementation du secteur en 1993. Par ailleurs, l'âge ainsi que le manque d'expérience et de ressources financières des entrepreneurs allemands constituent des facteurs importants qui expliquent le peu d'intérêt pour le renouvellement des flottes. La part de marché des transporteurs fluviaux allemands diminue donc au profit des transporteurs néerlandais qui misent sur un renouvellement de leur flotte et une expansion paneuropéenne. Un autre facteur concerne le nombre d'employés de la flotte intérieure allemande qui décline tandis que l'âge de la main-d'œuvre est très élevé et qu'il n'y a pas de relève. Environ 120 employés devraient prendre leur retraite dans les prochaines années, tandis que le nombre de nouveaux employés n'est que de 80. Environ 58 % des employés de la flotte intérieure allemande ont plus de 40 ans, tandis que cette catégorie d'âge n'est que de 33 % aux Pays-Bas.

Zurbach (2005) offre une perspective de la flotte néerlandaise, notamment de celle liée au trafic conteneurisé. Il souligne que la plupart des firmes sont des entreprises familiales. La possibilité de transporter des conteneurs a débuté dans les années 80 et diverses firmes indépendantes se sont rassemblées pour former des groupes et offrir des services précis. Ces groupes concentrent leurs activités sur l'un des trois grands segments du Rhin.

4.4. Le Yangtze

Les autorités chinoises ont recensé 118 000 navires en exploitation sur le bassin du Yangtze. Ces navires de 314 t en jauge brute en moyenne ont une capacité totale de transport de 39,65 millions de tonnes. C'est plus faible que la capacité moyenne des navires sur le Mississippi ou sur le Saint-Laurent. Le transport maritime sur le Yangtze est dominé par China Yangtze National Shipping Corp., compagnie publique établie à Wuhan, laquelle compte pour 30 % de tout le volume de fret transporté sur le Yangtze. Sa flotte de 2 000 navires totalise 5 millions de tonnes avec une capacité de 150 millions de tonnes. Ses navires ont une taille moyenne de 1 360 t en jauge brute. Minsheng Group, basée à Chongqing, est la principale compagnie maritime privée de Chine et l'un des plus importants propriétaires de barges à conteneurs sur le Yangtze. Sa flotte d'une centaine de navires peut transporter des conteneurs, des véhicules, du vrac et du fret hors format. La compagnie offre 11 liaisons hebdomadaires entre Shanghai et Chongqing. Il existe également des compagnies spécialisées dans le transport des passagers ou des produits pétroliers, notamment du gaz liquéfié. Environ la moitié de la flotte voguant sur le Yangtze, soit 58 500 navires, appartient à des familles indépendantes. Ces propriétaires comptent pour 25 % de la capacité de transport totale sur le Yangtze. La flotte maritime sur le Yangtze est soumise à trois grands changements : les conditions de transport de vrac, la croissance des rouliers et la conteneurisation.

Traditionnellement, la principale caractéristique du Yangtze a été le transport de vrac. Mais la géographie des transports de vrac démontre que l'essentiel du volume est transporté en amont, ce qui pousse les prix de transport fluvial à la hausse. Plusieurs barges de transport de charbon et de fer s'allègent à des ports tels que Nantong et Zhangjiagang avant de poursuivre leur voyage vers le Yangtze supérieur. Pour les barges naviguant en amont, il en résulte une offre très tendue pour le marché des affrètements. Sur le marché d'affrètement, les expéditeurs de grains et de farines alimentaires font face à la concurrence des produits de plus haute valeur ajoutée, comme le fer. Plusieurs propriétaires de barges préfèrent transporter du fer en amont puisqu'ils peuvent exiger des prix plus élevés. Les expéditeurs de produits alimentaires ont dû augmenter leurs tarifs dans le but d'attirer des propriétaires de barges.

Le transport roulier est un domaine en forte croissance sur le Yangtze supérieur, notamment sur les 660 km séparant Chongqing de Yichang. Environ 20 compagnies maritimes locales assurent des services réguliers qui utilisent une centaine de rouliers pouvant transporter jusqu'à 59 camions embarqués en même temps. En 2007, le nombre de véhicules transportés a atteint 385 000.

Le principal changement concernant la navigation sur le Yangtze est la conteneurisation du fret. En 2006, il y avait 470 navires à conteneurs d'une capacité moyenne de 140 EVP pour une capacité totale de 45 000 EVP. En 2005, COSCO a commandé au chantier naval de Chongqing 9 porte-conteneurs conçus pour le transport sur le Yangtze. Ces nouveaux modèles de navires automoteurs mesureront 90 m de long sur 14,6 m de large et posséderont un tirant d'eau de 3,2 m ainsi qu'une capacité de 200 EVP. Mais avec les activités de dragage, notamment sur le Yangtze inférieur, le gouvernement cherche à stimuler la construction de navires pouvant naviguer tant sur le fleuve qu'en mer. Déjà, les ports situés à proximité de Shanghai mettent en place des infrastructures pour répondre à la demande du transport océanique et maritime sur courte distance.

4.5. Synthèse sur les flottes fluviales

Les flottes des trois systèmes fluviaux sont très différentes. Celle du système Saint-Laurent–Grands Lacs est particulièrement distincte en raison de la dimension des navires. Presque entièrement motorisés, les navires ont des capacités moyennes 10 fois plus importantes que les unités de chargements des autres systèmes, ce qui représente un avantage quant aux économies d'échelle. Mais cela signifie également que les navires coûtent plus chers à remplacer — une contrainte majeure pour les laquiers qui doivent être construits dans des chantiers navals au Canada ou aux États-Unis. Une autre caractéristique des Grands Lacs est la forte concentration de propriétaires de flottes de chaque côté de la frontière.

Les restrictions de profondeur sur le Mississippi en amont de Baton Rouge présentent des limites à la taille des navires. Mais les compagnies maritimes sur le fleuve ont développé une imposante capacité et des stratégies d'exploitation peu coûteuses en ce qui a trait à la main-d'œuvre et aux capitaux grâce à l'utilisation de pousseurs. Cette approche offre des solutions très souples, car plusieurs types de fret peuvent être transportés dans un même convoi. De plus, les barges individuelles peuvent être livrées ou ajoutées aux ports en cours de route. Alors que le Corps des ingénieurs de l'armée des États-Unis cherche à réduire les temps d'attente à plusieurs écluses le long du système en augmentant la dimension des écluses, d'autres avancent plutôt qu'une meilleure gestion des navires aux écluses permettrait de réduire ces temps (TRB, 2003).

Les navires sur le Rhin affichent les mêmes contraintes de tirant d'eau que ceux du Mississippi. Mais la flotte, très différente, est composée de navires automoteurs dont plusieurs sont exploités par des familles propriétaires qui résident à bord. Leur taille et leur capacité ont augmenté tandis que la flotte s'est davantage industrialisée. Cette tendance est notamment évidente avec l'introduction de nouveaux types de fret tels que les automobiles et les conteneurs qui nécessitent des navires spécialisés de plus grande taille. Il existe encore un marché pour les petites barges vieillissantes parce que le Rhin fait partie d'un réseau extensif de canaux qui relie d'autres bassins fluviaux, offrant ainsi une aire de marché très étendue sans équivalent sur le système Saint-Laurent-Grands Lacs et le Mississippi, malgré leur plus grande étendue naturelle. Les politiques européennes consistent à améliorer ces liens, notamment par le Danube (et ultimement la Volga), l'Elbe et le nouveau canal Seine-Nord qui permet de relier la Seine au Rhin.

Sur le Yangtze, les nouvelles mesures de sécurité augmentent les coûts des exploitants de barges privées alors que les prix du combustible augmentent. Selon l'Administration du Yangtze, ces petits propriétaires sont rapidement évincés du marché au rythme alarmant de 30 % par année. Plusieurs consolident leurs activités en se regroupant. En 2006, 234 nouvelles compagnies maritimes se sont inscrites à l'Administration du Yangtze. Le programme de normalisation navale du gouvernement force le retrait obligatoire des vieux navires. L'essentiel des postes budgétaires du programme sert à dédommager les propriétaires de navires qui retirent leurs navires déclassés de la circulation. L'objectif est de normaliser 75 % de la flotte en 2010 et 95 % d'ici à 2020 avec des navires d'une taille moyenne de 1 500 t en jauge brute. Ce programme est particulièrement ambitieux, considérant que ce processus a nécessité 50 ans sur le Mississippi et 80 sur le Rhin. De toute évidence, ces changements entraînent une augmentation des activités des chantiers navals sur le Yangtze. Il y a plus de 300 chantiers navals le long de son cours. Les plus importants sont au nombre d'une douzaine, regroupés dans les villes de Chongqing, Wuhan et Nanjing. Les nouveaux navires sont construits selon les nouvelles normes

gouvernementales. Sur le seul segment du Yangtze supérieur, 1 120 nouveaux navires ont été lancés durant la période 2003-2006.

Les bâtiments affectés au trafic intérieur sur tous les systèmes fluviaux sont plus vieux en moyenne que les navires océaniques. Bien que la détérioration des navires en eaux douces ne soit pas aussi prononcée qu'en haute mer, et bien que les navires aient été modernisés, l'âge des flottes pose un sérieux défi pour l'avenir. C'est particulièrement évident sur les Grands Lacs où, en raison de la taille des navires, les coûts de remplacement sont très élevés.

ANNEXE 6– LES CONDITIONS DE MARCHÉ ET LES TRAFICS DES SYSTÈMES FLUVIO-MARITIMES

1. Introduction

La création de corridors de commerce, avec pour principal objectif le développement de portes continentales, constitue un phénomène inévitable de la mondialisation des activités économiques. Le Québec a d'ailleurs adopté une politique de développement maritime qui offre une nouvelle perspective de relance de la navigation sur le Saint-Laurent pour répondre à la croissance des trafics induits par les processus économiques mondiaux. Une constatation analogue existe à propos du Mississippi, du Rhin et du Yangtze. Bien que ces arguments méritent d'être pris en considération et discutés, le développement des systèmes de transport fluvio-maritime nécessite une compréhension des changements quant aux volumes de fret transportés, à la direction des flux, à la segmentation des marchés ainsi qu'à l'évolution des produits transportés.

2. La performance du transport fluvial

2.1. Le Saint-Laurent–Grands Lacs

Le système de transport de surface canadien affiche une performance générale de 2,5 milliards de tonnes-kilomètres, dont 80 % relèvent du transport maritime, 13 % du transport ferroviaire et 7 % du transport routier. Cette performance doit être interprétée avec beaucoup de nuances. Les tonnes-kilomètres associées au commerce maritime augmentent plus rapidement que les tonnages, ce qui indique que l'industrie pénètre des marchés transocéaniques de plus en plus éloignés. Le volume total de fret maritime manutentionné au Canada est de 443 millions de tonnes, dont 70 % sont acheminées sur les routes océaniques internationales et 30 % sur les routes maritimes intérieures. Ce partage du volume total de fret maritime chargé et déchargé est pratiquement demeuré inchangé depuis 20 ans. Les itinéraires du transport ferroviaire et routier allouent de longs parcours intérieurs et transfrontaliers aux échanges de produits en soutien au développement des activités économiques dans le cadre de l'Accord de libre-échange nord-américain. La distance moyenne parcourue par les réseaux de transport terrestre a augmenté de 200 km depuis 1989, et les réseaux ferroviaires et routiers ont respectivement atteint 1 000 km et 600 km. Par ailleurs, le volume de fret transporté par voie ferrée est de 343 millions de tonnes, comparativement aux 305 millions de tonnes transportées par camion. Depuis 1989, le taux de croissance annuel moyen du volume de fret transporté sur route est évalué à 3,5 % et est plus élevé que celui du rail évalué à 1,5 %, suggérant que la part du transport routier dans le mouvement des marchandises augmente au détriment du transport ferroviaire et du transport fluvial.

Le trafic maritime sur le système Saint-Laurent–Grands Lacs est évalué à environ 370 millions de tonnes. Ce trafic est toutefois segmenté entre le trafic portuaire du Saint-Laurent (104 millions de tonnes), le trafic de la Voie maritime (40 millions de tonnes) et le trafic portuaire des Grands Lacs (224 millions de tonnes).

2.1.1. Le Saint-Laurent

En 2004, le trafic portuaire sur le système Saint-Laurent totalisait 104 millions de tonnes, soit une augmentation de moins de 1,5 million de tonnes depuis le milieu des années 90. Il importe de souligner que cette période était marquée par une accélération des processus de libéralisation dans l'organisation du transport maritime telle qu'elle a été mesurée par la multiplication des liens, l'ouverture de nouvelles routes, une structure tarifaire libéralisée et une plus grande autonomie des administrations portuaires quant à l'organisation de leurs activités.

L'analyse des changements sur le système Saint-Laurent révèle des différences marquées dans la configuration des flux maritimes intercontinentaux, continentaux et régionaux pour la période 1994-2004 (figure 6). Premièrement, il existe un parti pris envers le commerce intercontinental qui, en 2004, compte pour plus de 50 % du trafic, soit une augmentation de plus de 4 % depuis 1994 (tableau 14). Le système Saint-Laurent est fermement ancré dans le commerce est-ouest. La réponse économique du système Saint-Laurent aux processus mondiaux a été de consolider les échanges commerciaux avec le marché européen et de s'aligner sur les économies du bassin du Pacifique, notamment sur celle de la Chine. Une autre caractéristique concerne la persistance des liens nord-sud avec les économies africaines possédant des ressources naturelles et le développement d'échanges commerciaux avec les marchés du Moyen-Orient.

ANALYSE INTERNATIONALE DES STRATÉGIES DE DÉVELOPPEMENT DES AXES FLUVIO-MARITIMES :
MIEUX POSITIONNER LE SYSTÈME SAINT-LAURENT

2004						
Marché	Déchargé		Chargé		Total	
	Tonnes	%	Tonnes	%	Tonnes	%
Intercontinental	22 914 086	22	30 208 871	29	53 122 957	51
Continental	9 994 049	10	6 027 567	5	16 021 616	15
Régional	17 288 427	16	18 460 387	18	35 748 814	34
Total	50 196 562	48	54 696 825	52	104 893 387	100
1994						
Marché	Déchargé		Chargé		Total	
	Tonnes	%	Tonnes	%	Tonnes	%
Intercontinental	16 072 450	15	31 993 229	31	48 065 679	46
Continental	7 449 003	7	8 753 481	9	16 202 484	16
Régional	18 351 980	18	20 813 856	20	39 165 836	38
Total	41 873 433	40	61 560 566	60	103 433 999	100

Source : Statistique Canada, 2007.

Tableau 14 Évolution des aires de marché des ports du Saint-Laurent, 1994-2004

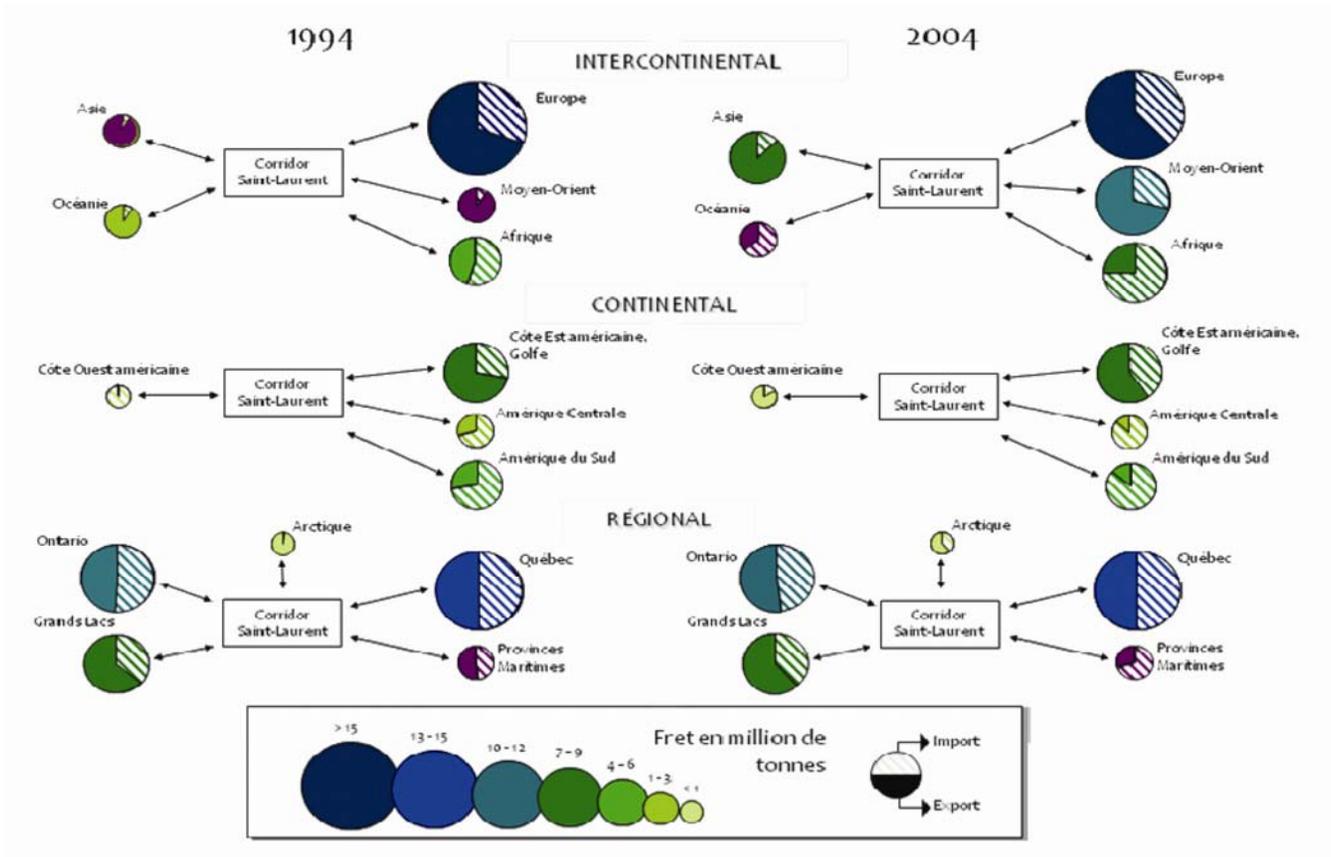


Figure 6 La direction des flux maritimes des ports du Saint-Laurent, 1994-2004

Deuxièmement, la part du marché continental du système Saint-Laurent demeure stable, soit autour de 15 %, mais l'aire de marché a été restructurée. La part des importations des ports du Saint-Laurent s'est accrue de 7,4 à 9,9 millions de tonnes, tandis que le marché des exportations a décliné de 8,7 à 6 millions de tonnes pour la période 1994-2004. Le volume de commerce avec la côte atlantique et la côte du golfe du Mexique aux États-Unis a décliné de 9,7 à 7,3 millions de tonnes à la suite d'une réduction importante dans l'acheminement de minerai de fer de Sept-Îles à Baltimore. En réponse à ce défi, la structure du commerce nord-sud avec l'Amérique centrale et l'Amérique du Sud s'est accrue de 6,1 à 8 millions de tonnes. Les ports du Saint-Laurent ont bénéficié de l'intégration des marchés économiques de l'Amérique du Sud, notamment de celle du Brésil — nouveau centre de croissance dans l'économie mondiale. En outre, il importe de souligner que les liens marchands avec l'Asie sont associés à la croissance du commerce avec la façade maritime Pacifique de l'Amérique du Nord et le renforcement des services maritimes du Saint-Laurent par le canal de Panama.

Troisièmement, le commerce régional, soit entre les ports du système Saint-Laurent–Grands Lacs, compte pour le tiers du trafic total des ports du Saint-Laurent en 2004 (tableau 14). Un examen des flux maritimes sur le système Saint-Laurent montre que le transport maritime sur courte distance, représentant 14 millions de tonnes, demeure important. Les échanges intérieurs entre les ports du Québec reposent sur le transit de minerais et de combustibles entre quelques ports. Le volume de trafic entre les ports du Québec et les marchés de l'Ontario est relativement équilibré en ce qui a trait aux exportations et aux importations, mais, de 1994 à 2004, le trafic a décliné de 12,8 à 10,6 millions de tonnes. Il en va de même pour les échanges entre les ports du Québec et ceux des Grands Lacs qui sont également à la baisse, passant de 8,9 à 7,7 millions de tonnes, ce qui suggère un transfert des activités de transport de fret du secteur maritime vers le secteur ferroviaire. Plus de 60 % de ce trafic est composé d'exportations du Québec destinées au Midwest américain. Les échanges avec les provinces de l'Atlantique sont surtout composés d'importations en provenance de ces dernières. L'analyse permet également de souligner une croissance modérée des échanges avec l'Arctique canadien. Cela semble témoigner d'un intérêt pour l'aménagement de chantiers miniers en milieu nordique canadien.

2.1.2. La Voie maritime du Saint-Laurent

La Voie maritime demeure un canal de navigation important pour le transport de fret international et transfrontalier. L'étude de Transports Canada et du ministère des Transports des États-Unis souligne la double fonction commerciale de la Voie maritime (Transports Canada et coll., 2007). Environ le tiers des trafics repose sur des liens avec des ports du fleuve Saint-Laurent et des liens outre-mer, tandis que plus de 70 % des échanges s'effectuent au sein du réseau des Grands Lacs, les trafics hors écluses compris.

Le tableau 15 montre que le nombre de navires empruntant la Voie maritime du Saint-Laurent et le volume de trafic sur celle-ci ont baissé depuis 1965 et tendent à croître depuis 2003. Avec plus de 47 millions de tonnes transportées en 2006, le canal répond très bien aux besoins des chargeurs, mais il reste que la Voie maritime du Saint-Laurent fonctionne à environ 50 % de sa capacité.

Année	Navires en circulation	Tonnage transporté (milliers de tonnes)
1965	10 558	54 408
1970	9 115	64 513
1975	7 099	60 687
1980	7 296	66 961
1985	4 428	48 554
1990	4 290	48 407
1995	3 868	48 124
2000	4 185	46 573
2001	4 085	41 705
2002	3 891	41 388
2003	3 886	40 848
2004	4 090	43 482
2005	4 361	43 301
2006	4 613	47 164

Source : ISL, *Shipping Statistics Yearbook*, 2007.

Tableau 15 Trafic sur la Voie maritime du Saint-Laurent, 1965-2006

2.1.3. Les Grands Lacs du Canada

Une analyse de l'évolution du commerce maritime des ports des Grands Lacs du Canada révèle que le volume de fret a augmenté pour atteindre plus de 78 millions de tonnes en 2005 (tableau 16). Les importations ont également progressé et comptent désormais pour près de 60 % du volume de trafic. On observe en outre une concentration des flux régionaux tandis que les échanges entre les ports du réseau des Grands Lacs ont progressé de 70 % à près de 78 %, ce qui confirme une partie des résultats de l'étude menée par Transports Canada et le ministère des Transports des États-Unis (Transports Canada et coll., 2007). Le trafic portuaire des Grands Lacs canadiens empruntant la Voie maritime en direction des marchés outre-mer ou du Canada compte donc pour 17 millions de tonnes en 2005.

2005						
Marché	Déchargé		Chargé		Total	
	Tonnes	%	Tonnes	%	Tonnes	%
Intercontinental	3 755 309	4,81	2 445 240	3,13	6 200 549	7,94
Grands Lacs–États-Unis	27 632 726	35,39	13 648 814	17,48	41 281 540	52,87
Grands Lacs-Canada	9 502 630	12,17	9 554 013	12,24	19 056 643	24,41
Saint-Laurent	5 083 955	6,51	5 360 818	6,87	10 444 773	13,38
Reste du Canada	772 803	0,99	317 971	0,41	1 090 774	1,40
Total	46 747 423	59,88	31 326 856	40,12	78 074 279	100,00

1995						
Marché	Déchargé		Chargé		Total	
	Tonnes	%	Tonnes	%	Tonnes	%
Intercontinental	2 021 672	3,30	2 284 555	3,73	4 306 227	7,03
Grands Lacs–États-Unis	18 442 943	30,11	9 434 119	15,40	27 877 062	45,52
Grands Lacs-Canada	7 674 000	12,53	7 674 000	12,53	15 348 000	25,06
Saint-Laurent	5 884 000	9,61	7 283 000	11,89	13 167 000	21,50
Reste du Canada	248 000	0,40	301 000	0,49	549 000	0,90
Total	34 270 615	55,95	26 976 674	44,05	61 247 289	100,00

Source : Statistique Canada, 1996-2006.

Tableau 16 Évolution des aires de marché des ports des Grands Lacs du Canada, 1995-2005

2004						
Marché	Déchargé		Chargé		Total	
	Tonnes	%	Tonnes	%	Tonnes	%
Intercontinental	2 944 000	2,01	2 048 000	1,40	4 992 000	3,41
Canada	17 126 000	11,69	24 893 000	17,00	42 019 000	28,69
Intérieur	59 553 000	40,67	39 880 000	27,23	99 433 000	67,90
Total	79 623 000	54,37	66 821 000	45,63	146 444 000	100,00

1994						
Marché	Déchargé		Chargé		Total	
	Tonnes	%	Tonnes	%	Tonnes	%
Intercontinental	5 853 000	3,58	3 234 000	1,98	9 087 000	5,55
Canada	14 292 000	8,73	14 577 000	8,91	28 869 000	17,64
Intérieur	75 450 000	46,11	50 226 000	30,69	125 676 000	76,80
Total	95 595 000	58,42	68 037 000	41,58	163 632 000	100,00

Source: USACE, 1994-2004.

Tableau 17 Évolution des aires de marché des ports des Grands Lacs des États-Unis, 1994-2004 (tonnes courtes)

2.1.4. Les Grands Lacs des États-Unis

Par ailleurs, il appert que la structure des trafics sur les Grands Lacs des États-Unis se contracte. Le volume de trafic maritime a diminué de 163 à 146 millions de tonnes pour la période 1994-2004 (tableau 17). Les ports continuent de dépendre davantage des marchés d'approvisionnement, surtout pour les matières premières et les combustibles fossiles. Plus de 90 % des échanges s'effectuent entre les ports riverains des Grands Lacs, dont environ 70 % à des fins de commerce intérieur.

Le volume de trafic entre les ports des Grands Lacs des États-Unis atteint 100 millions de tonnes. La part des échanges intercontinentaux a diminué de moitié depuis 10 ans et représente moins de 5 millions de tonnes en 2004, soit l'équivalent du commerce intercontinental des ports des Grands Lacs du Canada.

2.2. Le Mississippi

Le trafic de fret intérieur transporté par camion, chemin de fer et voies maritimes intérieures aux États-Unis totalise 5 282 milliards de tonnes-kilomètres en 2005, soit une augmentation de plus de 670 milliards de tonnes-kilomètres depuis 1995. Le transport ferroviaire et le transport routier affichent un taux de croissance annuel moyen de 2,6 % et 2,2 %, respectivement. La performance du transport fluvial, laquier et côtier, a diminué de 1 179,3 à 863,3 milliards de tonnes-kilomètres, de sorte qu'il ne compte que pour 16 % du trafic intérieur, en raison notamment du déclin des expéditions d'hydrocarbures qui utilisent les pipelines.

Une analyse du volume de fret transporté révèle que le transport routier affiche plus de 10 milliards de tonnes, le transport ferroviaire, 1,5 milliard de tonnes et le transport maritime intérieur, moins de 600 millions de tonnes. Le transport par camion compte pour plus de 80 % du volume de marchandises transportées. De façon plus marquée, le transport ferroviaire et le transport maritime intérieur affichent des taux de croissance annuels moyens de 1,5 % et 1,8 %, respectivement, depuis 10 ans, tandis que le taux de croissance annuel moyen du transport routier s'établit à plus de 6,5 %. La part de la navigation maritime intérieure au sein du système de transport des États-Unis représente moins de 5 % du volume total de fret transporté.

En 2004, le trafic intérieur total sur les principaux canaux et tributaires du Mississippi, à savoir l'Illinois, le Missouri et l'Ohio, est d'environ 485 millions de tonnes, soit 7 millions de tonnes de plus qu'en 1994 (tableau 18). L'analyse de la direction des trafics permet d'opposer deux horizons maritimes différents. Environ 70 % du trafic de fret sur le système Mississippi et ses affluents relève du trafic interne, c'est-à-dire qu'il prend son origine ou se termine sur la voie navigable. La carte 9 montre que les densités de trafic de fret les plus élevées

transitent par le chenal principal du Mississippi et de l'Ohio, lequel compte pour plus de 80 % du transport fluvial. Les trafics en amont sont assurés par des convois de barges appartenant à des firmes locales. Ceux-ci peuvent atteindre 22 500 tonnes de port en lourd entre Minneapolis et Saint-Louis; 45 000 tonnes de port en lourd entre Saint-Louis et Vicksburg; et jusqu'à 67 500 tonnes de port en lourd en aval de Vicksburg. Plus de 50 000 barges et 4 000 navires océaniques font escale au port de South Louisiana.

Année	Trafic	Année	Trafic
1994	478 673	2000	493 121
1995	479 421	2001	496 259
1996	482 791	2002	494 346
1997	488 876	2003	475 247
1998	491 640	2004	485 984
1999	499 550		

Source : USACE, 2007.

Tableau 18 Trafic intérieur des ports du Mississippi, 1994-2004 (milliers de tonnes courtes)

Seuls les ports de South Louisiana, de La Nouvelle-Orléans, de Baton Rouge et de Plaquemines, à l'embouchure du golfe du Mexique, disposent d'un éventail de services réguliers qui assurent des liens permanents avec les autres ports intérieurs, continentaux et internationaux. Très actifs en transbordement, ces ports peuvent atteindre 10 millions de tonnes par année. Le tableau 19 présente la configuration des flux maritimes intercontinentaux, continentaux et régionaux des ports de South Louisiana, de La Nouvelle-Orléans, de Baton Rouge et de Plaquemines pour la période 1994-2004.

2004						
Marché	Déchargé		Chargé		Total	
	Tonnes	%	Tonnes	%	Tonnes	%
International	88 556	21,93	92 609	22,94	181 165	44,87
Canada	3 130	0,78	530	0,13	3 660	0,91
Intérieur	116 118	28,76	102 796	25,46	218 914	54,22
Total	207 804	51,47	195 935	48,53	403 739	100,0
1994						
Marché	Déchargé		Chargé		Total	
	Tonnes	%	Tonnes	%	Tonnes	%
International	89 417	22,21	93 077	23,11	182 494	45,32
Canada	1 431	0,36	582	0,14	2 013	0,50
Intérieur	128 628	31,94	89 542	22,24	218 170	54,18
Total	219 476	54,50	183 201	45,50	402 677	100,0

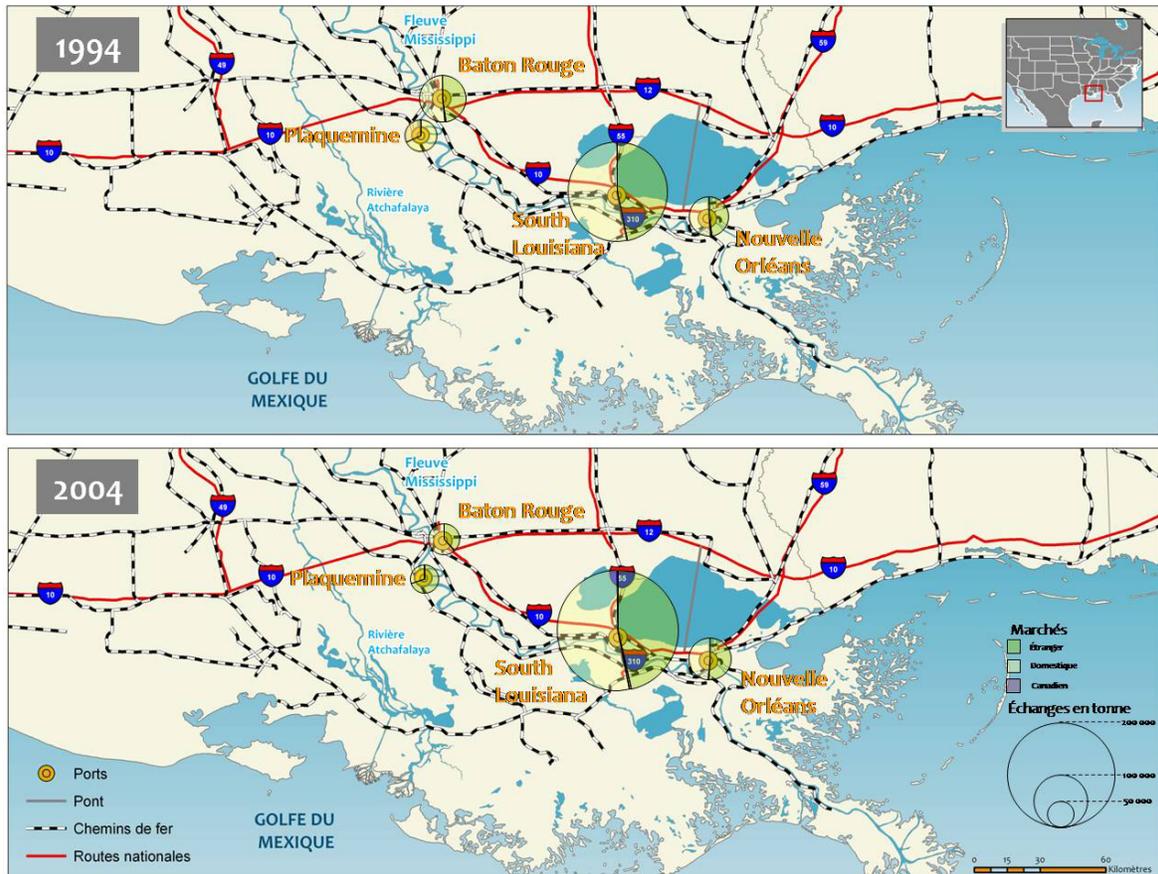
Source : U.S., Department of Transportation, 1994-2004.

Tableau 19 Évolution des aires de marché des ports de South Louisiana, de La Nouvelle-Orléans, de Baton Rouge et de Plaquemines, 1994-2004 (milliers de tonnes courtes)

L'analyse des changements dans la direction des trafics des principaux ports du système Mississippi révèle une certaine stabilité dans la configuration des flux maritimes internationaux, canadiens et intérieurs pour la période 1994-2004 (tableau 19). Ces ports présentent un équilibre entre les trafics internationaux et intérieurs de même qu'entre les importations et les exportations. Le trafic de ces ports repose sur d'importantes activités de transbordement entre les barges et les navires océaniques. Les échanges entre ces ports et le Canada, représentant environ 3 millions de tonnes par année, demeurent marginaux. Les données suggèrent que les ports de South Louisiana, de La Nouvelle-Orléans, de Baton Rouge et de Plaquemines ont atteint une certaine saturation (carte 10). Le taux de croissance annuel moyen pour les trafics internationaux, canadiens et intérieurs est de 0,3 % depuis 1994. Par ailleurs, la saisonnalité des trafics et leur circuit d'approvisionnement et d'écoulement sont extrêmement constants.



Carte 9 Densité du trafic maritime de fret sur le Mississippi, 1999



Carte 10 La direction des flux maritimes des principaux ports du Mississippi, 1994-2004

2.3. Le Rhin

Depuis le milieu des années 80, le taux de croissance du trafic de fret international et transfrontalier de l'Union européenne est plus élevé que celui de la croissance économique. L'Union européenne n'est pas en mesure de découpler la croissance économique de la performance du transport de fret. Il est donc impossible d'exploiter les avantages de la croissance économique sans avoir à payer le prix de la croissance en transport, et notamment celui des coûts des externalités négatives associés au transport routier.

L'analyse de la performance du système de transport de surface de l'Union européenne révèle que le transport routier compte pour 1 428 milliards de tonnes-kilomètres (80 %), le transport ferroviaire, 232 milliards de tonnes-kilomètres (13 %) et le transport maritime intérieur, environ 125 milliards de tonnes-kilomètres (7 %). De plus, la part du transport fluvial diminue depuis 1970, une tendance qui devrait se poursuivre. L'élargissement de l'Union européenne vers l'est, avec notamment l'intégration de la Hongrie, de la Pologne, de la République tchèque et de la République slovaque, n'apporte qu'une contribution très modeste à la part de marché de la navigation intérieure.

L'étude PINE (Buck, 2004) a mesuré de façon très précise la part de la navigation maritime intérieure au sein du système de transport européen. Les volumes de fret fluvial représentent à peine 3,5 % du volume total de fret transporté. En 2000, la navigation fluviale au sein de l'Union européenne affichait 438 millions de tonnes, dont 215 millions de tonnes à des fins intérieures et 223 millions de tonnes pour le commerce de fret international et en transit. Ce volume est constant depuis 1970 avec des variations annuelles maximales de ± 10 %.

Les principaux flux transitent par le Rhin. Depuis 1989, le Rhin affiche un trafic d'environ 300 millions de tonnes par année. Environ 200 millions de tonnes circulent sur les parties allemande et française du Rhin, une situation qui demeure pratiquement inchangée depuis 1978. Les principaux flux sont ceux entre l'Allemagne et les Pays-Bas (108 millions de tonnes), entre la Belgique et les Pays-Bas (56 millions de tonnes), entre la Belgique et l'Allemagne (26 millions de tonnes), entre la France et l'Allemagne (10 millions de tonnes), entre la France et les Pays-Bas (10 millions de tonnes) et entre la Belgique et la France (8 millions de tonnes). Le commerce entre ces quatre pays représente 97 % du commerce international de fret par voie fluviale. Le trafic entre l'Allemagne et les Pays-Bas compte pour 75 % du tonnage de fret fluvial et 85 % en tonnes-kilomètres, notamment en raison du maillage des ports rhénans allemands avec les ports océaniques d'Amsterdam, de Rotterdam et d'Anvers. Mais il importe de souligner que le volume de ce commerce est asymétrique. Environ 82 millions de tonnes sont expédiées des Pays-Bas vers l'Allemagne le long du Rhin, tandis que seulement 26 millions de tonnes sont transportées de l'Allemagne vers les Pays-Bas. Au sein de l'Union européenne, la distance moyenne parcourue pour le transport fluvial de fret intérieur est

d'environ 280 km, soit une distance 2,5 fois plus importante que celle parcourue pour le transport routier (110 km), mais à peine plus grande que pour le transport ferroviaire (250 km).

Le trafic portuaire s'y est accru de 314 millions de tonnes en 1994 à 324 millions de tonnes en 2004 (tableau 20). Plus de 80 % des trafics portuaires s'effectuent dans les ports allemands et néerlandais. Les ports en eaux profondes du delta du Rhin-Scheldt (Meuse), Rotterdam, Anvers et Zeebrugge, jouent un rôle important dans l'approvisionnement et l'écoulement de fret à partir ou en provenance des principaux ports fluviaux de Duisbourg, Cologne, Koblenz, Mainz et Bâle. En outre, ils assurent également les services de transbordement entre les liaisons transocéaniques et fluviales.

2004			1994		
Pays	Trafic en milliers de tonnes	% dans le système portuaire	Pays	Trafic en milliers de tonnes	% dans le système portuaire
Allemagne	159,2	49,0	Allemagne	169,1	53,7
Pays-Bas	114,7	35,3	Pays-Bas	102,0	32,4
Belgique	25,1	7,7	Belgique	23,1	7,3
France	19,9	6,1	France	20,1	6,6
Suisse	5,7	1,9	Suisse	0,0	0,0
Trafic total	324,7	100,00	Trafic total	314,4	100,00

Source : Commission Centrale pour la Navigation du Rhin, 1994-2006.

Tableau 20 Trafic fluvial des pays du système rhénan, 1994-2004

2.4. Le Yangtze

Le trafic de fret joue un rôle majeur dans la structuration du paysage chinois. Ces flux, le long de fleuves caractérisés par les infrastructures de la Chine, reflètent les divisions géographiques entre les ressources, la localisation des grands bassins démographiques et les activités économiques. En Chine, le trafic de marchandises est tributaire en priorité du réseau ferroviaire. Le réseau ferroviaire chinois supporte la densité de trafic la plus importante du monde. Une analyse du partage modal révèle que le transport ferroviaire domine le volume de services de marchandises exprimé en tonnes-kilomètre. Considérant la géographie de la Chine et sa densité de population, il n'existe pas d'autre mode en mesure de répondre aux lourdes charges que peut supporter le système ferroviaire qui enregistre 2 072 milliards de tonnes-kilomètres, soit plus de 50 % de la performance du système de transport chinois. La part du transport routier oscille autour de 20 % (869 millions de tonnes-kilomètres). La performance du transport fluvial augmente régulièrement depuis 1990 pour atteindre 1 112 milliards de tonnes-kilomètres

en 2005, reflétant les conséquences des investissements massifs consentis pour améliorer le réseau de voies navigables (Comtois, 2008).

Une analyse du volume de fret transporté par chaque mode révèle que le transport routier achemine 13 milliards de tonnes (75 %), le transport ferroviaire, 2 milliards de tonnes (15 %) et le transport fluvial, 1 milliard de tonnes (10 %). Alors que depuis 30 ans le taux de croissance annuel moyen du volume de transport de fret est de 5 %, le partage modal du volume de marchandises demeure pratiquement inchangé en Chine. La proportion du volume de fret transporté par voie fluviale varie tout au plus de 7 % à 10 % depuis 1980.

Le Yangtze est le plus important fleuve du monde quant au volume de fret transporté. Le fleuve compte pour 80 % du volume de fret transporté par voie navigable en Chine. La vallée du Yangtze est le principal centre manufacturier du pays avec 38 % de la production nationale d'acier, 40 % des industries pétrochimiques et 47 % de la construction automobile. En 2007, le trafic de fret est estimé à plus de 918 millions de tonnes, dont 802 millions de tonnes de trafic intérieur (87 %) et 116 millions de tonnes de trafic international (13 %). Cette proportion du commerce international est nécessairement plus élevée puisque le trafic en transit dans les ports chinois est considéré comme trafic intérieur.

Le trafic est fortement concentré sur le cours inférieur qui dispose d'un accès à la mer, de meilleures conditions de navigation et une économie locale très dynamique. Le segment navigable entre l'embouchure du Yangtze et Nanjing totalise 604 millions de tonnes, soit 66 % de l'ensemble du trafic fluvial.

Le trafic international sur ce segment compte pour 104 millions de tonnes, soit 90 % des flux internationaux sur le Yangtze. Ce segment comporte 10 ports fluviaux, dont 3 (Nantong, Zhangjiagang et Nanjing) manutentionnent plus de 100 millions de tonnes par année. Le segment fluvial situé dans la province d'Anhui manutentionne 159 millions de tonnes, soit 17 % du trafic. Les flux sont concentrés dans les ports de Maanshan, Wuhu, Tongling, Chizhou et Anjing, qui regroupent 5 types de fret — acier, automobile, cuivre, matériaux de construction et pétrochimie. Le trafic sur ces 2 segments représente 83 % de l'ensemble du trafic fluvial. Les ports aménagés le long du segment d'environ 1 700 km qui constitue la partie amont du Yangtze comptent pour 17 % du trafic portuaire sur le Yangtze (155 millions de tonnes).

Depuis 1990, le système de transport chinois présente de remarquables développements (tableau 21). La distance moyenne parcourue par l'ensemble des réseaux de transport de surface est passée de 184 km à 227 km en 15 ans. En 2005, le réseau routier effectif totalise 1 971 546 km, dont 41 003 km d'autoroutes. La distance moyenne parcourue par le fret sur le réseau routier est de 65 km, suggérant que le trafic intra- ou interurbain de fret est plus important que le trafic interprovincial de marchandises. Depuis 1995, environ 60 % de toutes les dépenses gouvernementales engagées dans les projets d'infrastructures ont été canalisées vers le secteur routier. Par ailleurs, la Chine a construit plus de 500 km de voies ferrées par année depuis les cinq

dernières années. Plusieurs artères ferroviaires sont devenues des lignes à voie double et électrifiées. Le taux de croissance dans la construction ferroviaire est d'environ 2 % dans le contexte d'un pays dont le taux de croissance économique annuel moyen est d'environ 10 %. En 2005, le réseau de chemins de fer en exploitation totalise 62 424 km. Les chemins de fer dominent le transport de fret sur longue distance avec une distance moyenne parcourue de 770 km.

	Rail	Route	Autoroute	Fluvial
1990	53 378	888 250	522	109 200
1995	54 616	942 395	2 141	110 600
2000	58 656	1 028 348	16 314	119 300
2005	62 424	1 930 543	41 003	123 263

Source : Zhongguo Jiaotong Nianjian, 1991-2006.

Tableau 21 Longueur des routes de transport en Chine, 1990-2005

La Chine consentit d'importants investissements pour accroître le potentiel de navigation sur le réseau des voies fluviales. Ainsi, la distance moyenne parcourue par le fret sur voie fluviale a progressé de 488 km à 650 km pour la période 1990-2005. Le programme comprend également la construction ou la modernisation de plus de 200 quais, dont des quais multifonctionnels et des quais à conteneurs à Chongqing, Wanzhou, Wuhan, Wuhu et Maanshan, le long du fleuve Yangtze, dans le but d'augmenter la capacité de manutention des ports fluviaux de 25 millions de tonnes par année.

2.5. Synthèse sur la performance du transport fluvial

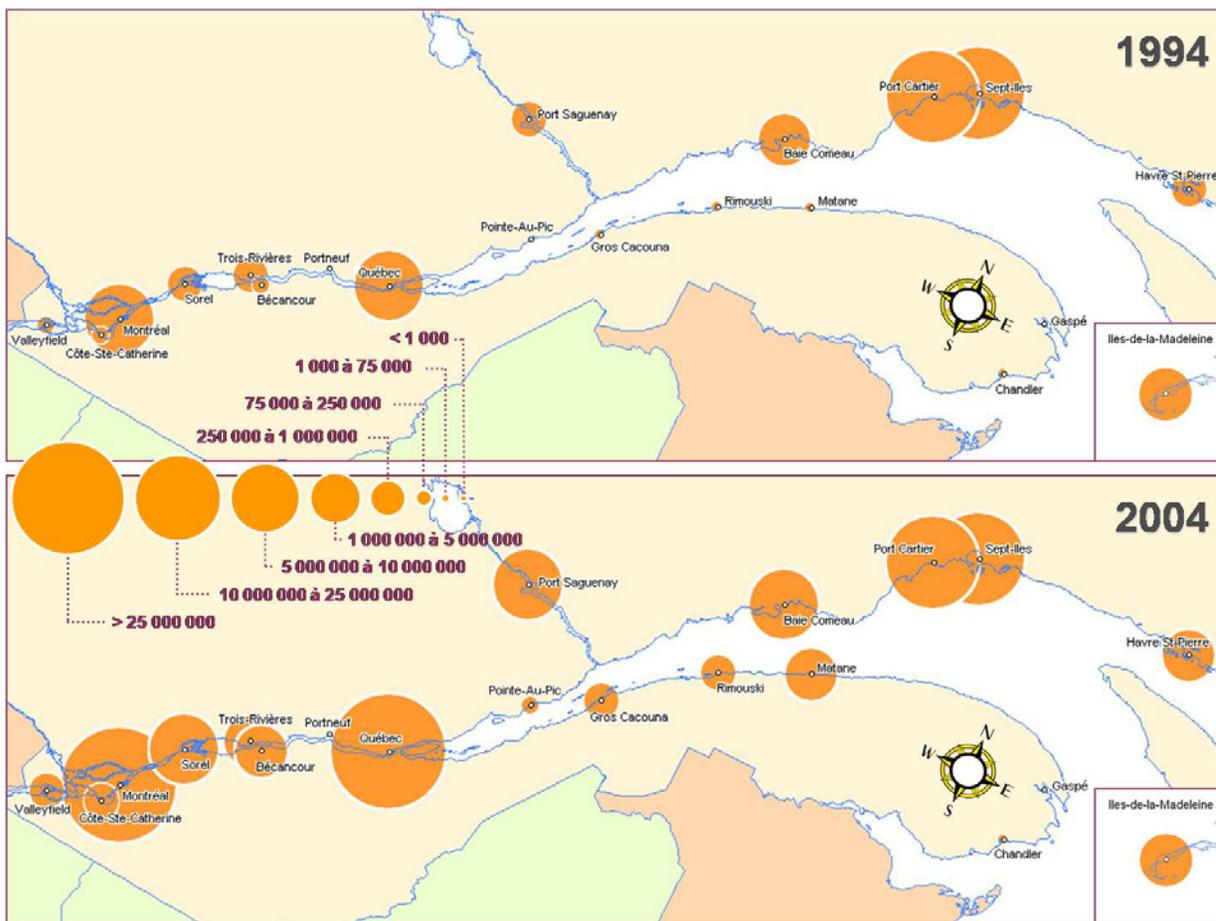
L'analyse de la performance des systèmes de transport du Canada, des États-Unis, de l'Europe et de la Chine démontre que partout la demande de transport de fret augmente plus rapidement que la croissance économique. Le transport fluvial s'accroît en tonnes-kilomètres, mais ce rythme n'est pas aussi prononcé que celui des autres modes. La part du transport fluvial dans l'ensemble des transports de surface diminue. En comparaison du réseau ferroviaire et routier, il est quasi impossible pour les réseaux fluviaux de former de plus grands réseaux. Même lorsque des réseaux fluviaux sont interconnectés, la capacité est faible en raison des conditions d'infrastructure du transport fluvial (écluses, temps de passage, profondeur d'accès ou tirants d'air sous les ponts) qui constituent des obstacles au transport du fret. Le secteur du transport fluvial est fragile.

3. Les produits transportés par voie fluviale

3.1. *Le Saint-Laurent–Grands Lacs*

3.1.1. *Le Saint-Laurent*

Le système Saint-Laurent présente depuis longtemps des avantages comparatifs à l'acheminement des matières premières (carte 11). Il faut reconnaître toutefois que l'industrie portuaire et la navigation maritime sur le Saint-Laurent dépendent fortement des cycles d'affaires à l'échelle internationale. Une analyse du volume de fret transporté sur le Saint-Laurent depuis 1994 révèle que les principaux produits transportés sont le minerai de fer ainsi que les produits pétroliers et chimiques. Ces deux produits de vrac comptent pour près de 50 % du volume de fret manutentionné sur le système Saint-Laurent.



Carte 11 Trafic de vrac sec des ports du Saint-Laurent, 1994-2004

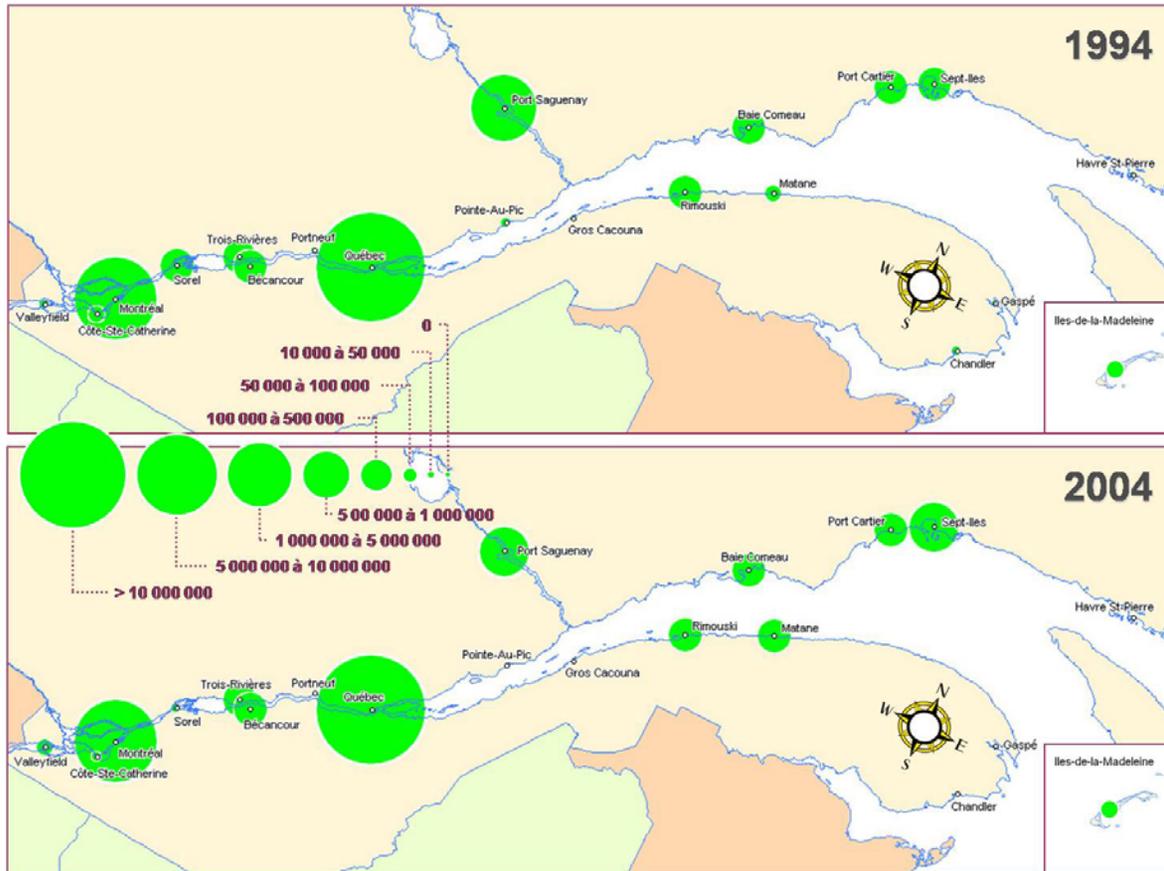
Le fer est l'un des principaux produits à transiter par transport maritime à grande échelle. Il ne s'agit pas d'un produit fini, mais plutôt d'une matière première dont une portion seulement est utilisée. La qualité des gisements de fer varie de 20 % à 30 % pour les sources les plus pauvres et de 60 % à 70 % pour celles présentant de hautes teneurs en minerai. Depuis 30 ans, les producteurs de fer se sont progressivement déplacés des pays de l'hémisphère Nord vers ceux de l'hémisphère Sud, qui ont des réserves considérables de dépôts miniers de première qualité. Quatre pays comptent pour 75 % de la production mondiale : la Chine (520 millions de tonnes), le Brésil (300 millions de tonnes), l'Australie (270 millions de tonnes) et l'Inde (150 millions de tonnes). La teneur en minerai de fer des gisements d'Australie et du Brésil varie de 65 % à 68 %. Le Canada vient au neuvième rang avec une production annuelle de 33 millions de tonnes.

Dans le système Saint-Laurent, plus de 90 % du transport de minerai de fer provient des ports de Sept-Îles et de Port-Cartier. Le minerai est acheminé des mines de l'arrière-pays par chemin de fer vers ces ports. Au Québec, plus de 95 % du minerai est exporté. Une analyse du commerce mondial du fer révèle que les besoins de transport, tels qu'ils sont exprimés en tonnes-kilomètres, augmentent plus rapidement que la demande. L'analyse du commerce du minerai de fer révèle que le Québec s'inscrit dans cette tendance. Depuis 10 ans, la part des exportations du minerai de fer vers les marchés outre-mer d'Europe, d'Asie de l'Est et d'Afrique a progressé de 53 % à 71 %. Les investissements consentis pour découvrir et exploiter de nouveaux gisements dans le Nord-du-Québec, couplés au processus de pelletisation⁹, sont un atout pour les sidérurgies qui requièrent de plus en plus de gisements à haute teneur en minerai ou de produits semi-finis pour approvisionner leurs fonderies. Le marché du fer demeure fragile, car il est soumis aux aléas et aux processus de regroupement des grands producteurs d'acier mondiaux (c.-à-d. ArcelorMittal, Corus Steel, ThyssenKrupp Steel).

Le transport maritime est responsable de l'acheminement de 25 millions de tonnes de produits pétroliers et chimiques, dont 20 millions de tonnes d'importations et 5 millions de tonnes d'exportations. Le Québec est fortement dépendant des importations pour son approvisionnement en hydrocarbures. Plus de 75 % du volume d'importations maritimes provient des marchés d'outre-mer, en hausse de 10 % depuis 1994. Le commerce maritime transfrontalier d'hydrocarbures compte pour moins de 15 %, tandis que les échanges maritimes intérieurs de combustibles liquides sont en baisse et n'affichent que 10 % du volume de produits pétroliers et chimiques, reflétant l'effet de la mise en place de pipelines. Les ports les plus importants pour le trafic du vrac liquide sont ceux de Montréal et de Québec (carte 12). Ces ports ont deux fonctions : raffiner le pétrole et assurer la distribution ou la redistribution de combustibles ou de produits finis vers les marchés intérieurs, transfrontaliers et outre-mer.

⁹ Le processus de pelletisation consiste à séparer le minerai de sa gangue et à l'agglomérer sous forme de petites boules.

Ces complexes industrialo-portuaires possèdent un fort potentiel d'attraction du vrac liquide. Ceci est concomitant des grandes tendances du trafic maritime international d'hydrocarbures, où les économies d'échelle soutenues par des investissements importants dans les infrastructures portuaires et les équipements de manutention hautement mécanisés du pétrole favorisent une concentration de trafic au sein de quelques carrefours industriels, notamment en raison de la difficulté à construire de nouvelles raffineries.



Carte 12 Trafic de vrac liquide des ports du Saint-Laurent, 1994-2004

Depuis 10 ans, le trafic des minéraux a pris une ampleur considérable relativement au transport maritime sur le système Saint-Laurent, affichant un taux de croissance annuel moyen de plus de 15 %. Ce commerce est essentiellement composé de matériaux de construction (ciment, gypse, sel, granit) visant à assurer l'approvisionnement des chantiers d'infrastructures. Le commerce est relativement équilibré entre importations et exportations. Toutefois, il faut reconnaître que le système fluvio-maritime Saint-Laurent est fortement sollicité pour répondre aux besoins d'approvisionnement et d'écoulement alors que plus de 95 % du trafic s'effectue à l'échelle intérieure entre les marchés de l'Ontario et du Canada atlantique.

Le trafic de céréales a longtemps été un important commerce au Canada. L'essentiel de la production céréalière provient des provinces centrales du Canada. Depuis 20 ans, le volume de céréales en provenance des Prairies plafonne à 60 millions de tonnes. Mais il faut reconnaître une diversification des cultures. La production de blé et de céréales fourragères diminue tandis que celle des graines oléagineuses et des cultures spécialisées (lentilles, pois chiches, etc.) augmente. L'essentiel du trafic est acheminé vers les États-Unis (par train) et vers l'Asie par le port de Vancouver. En 2004, le commerce de céréales du système portuaire du Saint-Laurent compte pour 9 millions de tonnes, soit une baisse de 4 millions de tonnes depuis 1994. Les céréales des Prairies sont d'abord transportées par rail jusqu'à Thunder Bay, puis expédiées vers les ports de Montréal, Québec, Baie-Comeau et Port-Cartier, par la Voie maritime du Saint-Laurent, pour être acheminées vers les marchés d'Europe et d'Afrique.

Toutefois, il importe de souligner que, depuis quelques années, les producteurs céréaliers du Québec contribuent aux échanges internationaux de céréales. Environ 15 % du volume d'exportations (environ 800 000 tonnes) provient du Québec, notamment des producteurs de soya et de maïs de la Montérégie qui acheminent une partie de leur récolte à partir du port de Montréal.

Les métaux représentent le quatrième produit en importance manutentionné dans les ports du Saint-Laurent. Les métaux tels que le cuivre, le zinc, l'alumine et le manganèse entrent dans la composition d'alliages utilisés dans les domaines aérospatial, aéronautique, chimique et médical. Certains métaux sont également utilisés dans la fabrication de machineries et d'équipements de transport. Le système Saint-Laurent affiche une forte croissance des importations de métaux, notamment quant à ceux en provenance des marchés d'outre-mer qui comptent désormais pour 70 % du trafic.

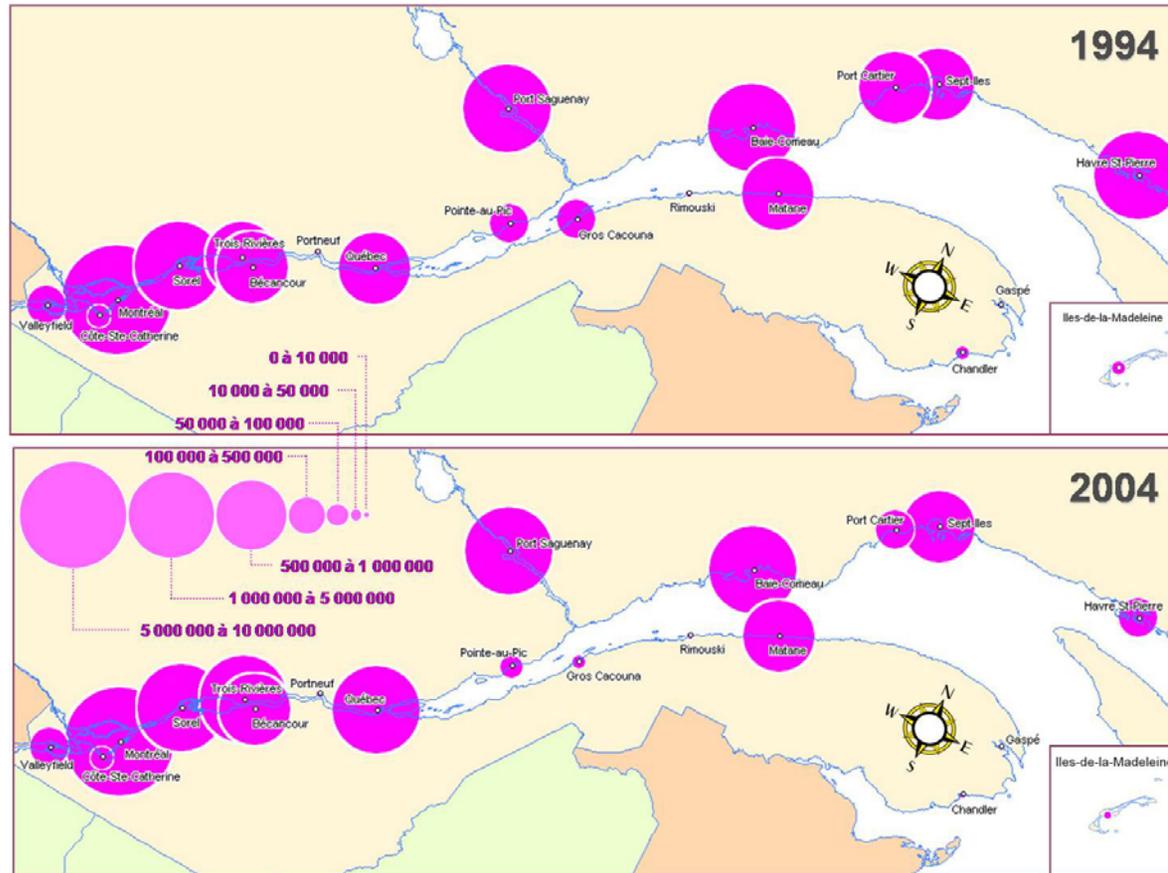
Le secteur des produits agricoles présente des gains modestes et il est fortement lié à l'industrie agroalimentaire de la Montérégie. Il faut reconnaître que cette dernière est très dynamique puisque plus de 50 % des échanges de la Montérégie dans le secteur agroalimentaire sont bidirectionnels (Europe-Québec) et qu'environ 650 000 t sont importées et 1 200 000 t, exportées.

Le charbon compte pour 25 % de la demande mondiale en énergie. Cette demande provient essentiellement des centrales thermiques, des cimenteries et des sidérurgies. En effet, il faut 600 kg de coke pour fabriquer une tonne d'acier. En 2005, les réserves mondiales de charbon étaient estimées à 848 milliards de tonnes. Les réserves de charbon sont concentrées dans six pays qui possèdent plus de 80 % des réserves mondiales : les États-Unis (29 %), la Russie (19 %), la Chine (14 %), l'Australie (9 %), l'Inde (7 %) et l'Afrique du Sud (6 %).

La production mondiale de charbon s'est accrue de 3,5 à 4,9 milliards de tonnes durant la période 1990-2005. Cette demande de charbon devrait s'accroître. Les difficultés d'accès et la hausse des prix du pétrole et du gaz naturel influencent la production mondiale de charbon, qui est mieux répartie dans le monde et moins onéreuse par unité d'énergie produite que le pétrole et le gaz naturel. Mais la combustion de charbon émet une grande quantité de CO₂ qui contribue au réchauffement climatique. Ces préoccupations écologiques ont entraîné de nouvelles percées technologiques dont la gazéification du charbon qui permet de produire de l'hydrogène et de capturer puis d'injecter du CO₂ dans les gisements de pétrole pour améliorer l'extraction d'hydrocarbures.

Le système Saint-Laurent participe au commerce mondial de charbon dans le cadre d'échanges avec l'Europe, l'Afrique et les États-Unis. Le commerce est relativement équilibré entre importations et exportations. Plus de 40 % du transport de charbon sur le système Saint-Laurent s'effectue dans les ports de Montréal et de Québec. Ces ports servent soit au transit du charbon à destination des Grands Lacs ou encore à alimenter la demande locale des industries lourdes dans le domaine de la sidérurgie et de la chimie.

L'ensemble des produits manufacturés compte pour moins de 10 % du trafic total du système Saint-Laurent. Le ratio entre importations et exportations est de 1,6 à 1,0. Une analyse des trafics empruntant le système Saint-Laurent révèle que 68 % des biens manufacturés, 98 % de la machinerie, 44 % des produits métalliques, 59 % des produits forestiers et 43 % des pâtes et papiers sont manutentionnés au port de Montréal. Le poids de Montréal dans la manutention du fret général devrait s'accroître (carte 13).



Carte 13 Trafic de fret des ports du Saint-Laurent, 1994-2004

3.1.2. La Voie maritime du Saint-Laurent

Une analyse des produits transportés sur la Voie maritime du Saint-Laurent révèle que le transport de vrac demeure très important. Deux tendances semblent se manifester. Les changements dans la direction du marché du grain des Prairies canadiennes vers les marchés asiatiques réduisent le volume de céréales transportées. Le trafic de fer quant à lui demeure stable, mais il pourrait diminuer en raison de la rationalisation des activités des aciéries de la compagnie Dofasco Inc., située Hamilton, à la suite de son acquisition par ArcelorMittal en 2006.

3.1.3. Les Grands Lacs du Canada

Un examen des produits transportés sur les Grands Lacs canadiens en 2005 met en évidence l'importance du trafic de vrac sec et de combustibles fossiles (tableau 22). De façon plus marquée, ce volume de produits est extrêmement concentré. Environ 48 % du volume de minéraux est manutentionné dans trois ports (Hamilton, Nanticoke et Sault-Sainte-Marie), 50 % du trafic de charbon s'effectue au port de Nanticoke et 78 % du chargement de céréales est concentré au port de Thunder Bay.

Produits	Volume	%
Minéraux	24 828 214	31,47
Charbon	18 479 008	23,42
Produits agricoles	8 616 438	10,92
Produits pétroliers et chimiques	6 574 141	8,33
Biens manufacturés	2 212 332	2,80
Produits métalliques primaires	1 907 429	2,42
Produits forestiers	85 161	0,11
Machines et équipement de transport	23 437	0,03
Autres produits (déchets et matériaux de construction)	16 170 435	20,50
Total	78 896 595	100,00

Source : Statistique Canada, 2006.

Tableau 22 Types de fret manutentionnés dans les ports des Grands Lacs au Canada, 2005

3.1.4. Les Grands Lacs des États-Unis

L'analyse des données disponibles pour les Grands Lacs du Canada est concomitante des tendances observées dans le système des Grands Lacs aux États-Unis (tableau 23).

Produit	2004	%	1994	%
Minerai de fer	54 130 000	35,95	69 111 000	40,97
Charbon	42 876 000	27,69	39 699 000	23,53
Minéraux	30 544 000	19,72	24 913 000	14,77
Produits pétroliers et chimiques	9 204 000	5,94	9 699 000	5,75
Biens manufacturés	6 459 000	4,17	5 051 000	2,99
Produits métalliques primaires	5 206 000	3,36	9 286 000	5,50
Céréales	4 005 000	2,59	8 129 000	4,82
Produits agricoles	1 805 000	1,17	2 208 000	1,31
Machines et équipement de transport	289 000	0,19	441 000	0,26
Produits forestiers	284 000	0,18	83 000	0,05
Pâtes et papiers	34 000	0,02	14 000	0,01
Autres produits	34 000	0,02	53 000	0,03
Total	154 870 000	100,00	168 687 000	100,00

Source : USACE, 1995-2005.

Tableau 23 Types de fret manutentionnés dans les ports des Grands Lacs aux États-Unis, 1994-2004

L'examen des produits transportés sur les Grands Lacs des États-Unis durant la période 1994-2004 révèle une concentration accrue dans le mouvement de volumes de minerais (fer et autres) et de charbon, qui affichent désormais plus de 80 % du volume de produits manutentionnés. Déjà, la demande de minerai de fer est influencée par les mutations du secteur sidérurgique et par l'émergence du Brésil, de l'Australie et de l'Afrique du Sud à titre de principaux acteurs dans l'extraction et la commercialisation du fer. Ces acteurs concurrencent les États-Unis et le Canada sur les marchés et imposent de nouvelles routes au transport du fer. Les secteurs économiques des Grands Lacs qui dépendent de ce type de fret (biens manufacturés, produits métalliques, machineries et équipement de transport) affichent au mieux une croissance faible ou marginale.

3.2. Le Mississippi

Une analyse du transport de fret sur le système Mississippi démontre la prépondérance du transport de vrac. Le charbon, les matériaux de construction et les céréales sont les plus importants des vracs secs quant aux volumes transportés, alors que les vracs liquides sont dominés par les flux des hydrocarbures. Ces quatre produits comptent désormais pour plus de 85 % du volume de fret sur le Mississippi.

Le charbon compte pour plus du tiers du volume de fret transporté sur le Mississippi. Le transport du charbon est vital aux activités économiques des États-Unis. Les ports intérieurs du Mississippi sont des carrefours essentiels au transit du charbon en provenance du Kentucky et de la Virginie, à destination des centrales thermiques et des usines des grands marchés du Midwest américain. La baisse de la demande d'environ 10 millions de tonnes pour la période 1994-2004 s'explique par un changement dans les sources d'approvisionnement favorisant le charbon du Wyoming, dont les coûts sont moindres et lequel est transporté par voie ferrée.

Le transport de produits pétroliers et chimiques représente une des filières de base de l'activité économique du Mississippi en raison de la forte présence de raffineries. Le transport d'hydrocarbures est stable à 111 millions de tonnes, soit environ le cinquième du volume de fret transporté sur le fleuve. Considérant l'atteinte du pic de production de pétrole sur le territoire des États-Unis, c'est la prospection et l'exploitation des gisements pétroliers et gaziers du golfe du Mexique qui permet aux États-Unis de diversifier et de sécuriser ses approvisionnements en brut et d'alimenter les complexes pétrochimiques dans les villes portuaires du delta du Mississippi.

La troisième catégorie de produits transportés sur le Mississippi concerne les matériaux de construction, notamment le sable, le gravier et la pierre calcaire. Ces produits devraient afficher une forte croissance en raison des investissements massifs que le gouvernement des États-Unis va consentir au secteur des travaux publics, notamment à l'aménagement et à la modernisation des infrastructures portuaires.

Le transport fluvial de céréales et de produits agroalimentaires permet aux ports du delta de se situer au premier rang mondial dans ce secteur. Le Mississippi est le débouché des exportations de céréales des États-Unis. Les ports du delta sont en effet parmi les leaders mondiaux dans la manutention de produits agricoles et céréaliers. Ils ont l'avantage comparatif de constituer les portes d'écoulement de la production agricole du Midwest américain. Cette activité dépend surtout de la production de maïs et de soja dont la demande devrait connaître une croissance constante, et ce, en raison des marchés asiatiques. La production de soja est surtout destinée à l'alimentation des animaux d'élevage. Or, la hausse marquée du trafic céréalier est le résultat d'une augmentation de la consommation de viandes, particulièrement en Asie.

Les produits métalliques, les minerais, les métaux, les biens manufacturés, la machinerie et les équipements de transport affichent un rythme de croissance positif, mais comptent pour moins de 10 % du volume de fret transporté sur le Mississippi. En outre, il faut reconnaître le déclin de tous les ports du Mississippi relativement à la manutention des biens manufacturés, à l'exception des ports de South Louisiana et de La Nouvelle-Orléans qui comptent désormais pour plus de 80 % du trafic de fret maritime dans le système Mississippi.

3.3. Le Rhin

Une analyse du volume de marchandises transportées sur le Rhin depuis 1996 révèle que les principaux produits sont les matériaux de construction, les minerais et les produits métalliques primaires (30 %), les produits pétroliers (17 %), le fer et les déchets métalliques (12 %), et le charbon (10 %). Le commerce de vrac compte pour près de 70 % du trafic rhénan. Le commerce de produits à haute valeur ajoutée (biens manufacturés, machinerie et équipements de transport) ne représente que 6 % des volumes transportés sur le Rhin. La dynamique des produits transportés est très différente.

Le secteur du bâtiment et des travaux publics en Europe, et en Allemagne en particulier, affiche un important besoin en approvisionnements, notamment en sable et en gravier, ce qui assure une demande soutenue du transport maritime intérieur pour approvisionner la construction européenne. Il importe de souligner que plus des deux tiers du transport des matériaux de construction par voie fluviale répond à des besoins intérieurs.

Les services d'approvisionnement et d'écoulement du pétrole en Europe dépendent fortement des voies maritimes. Il en résulte un certain équilibre entre le transport d'hydrocarbures sur le plan international et celui sur le plan intérieur, bien que la baisse des niveaux d'eau sur le Rhin influence le taux d'utilisation des flottes, rendant difficile l'accès aux navires à double coque. En 2005, la consommation de pétrole en Europe est de 688 millions de tonnes. Les prix nuisent à l'approvisionnement tandis que la demande est sous l'effet de phénomènes saisonniers et du comportement des consommateurs. De façon plus marquée, la restructuration des activités de raffinage en cours en Europe influencera à la baisse la demande de transport fluvial d'hydrocarbures.

Le marché du fer et des déchets métalliques est fortement soumis à la consolidation mondiale du secteur de l'acier. L'adoption d'un plan de fermeture de plusieurs industries sidérurgiques européennes par ArcelorMittal devrait toucher le transport du fer sur le Rhin. Par ailleurs, les plus fortes demandes émergent des marchés périphériques de l'axe rhénan, notamment eu égard aux déchets métalliques qui affichent un fort taux de croissance. Pour la période 2003-2008, le prix à la tonne a quadruplé pour atteindre 665 \$US sur

le marché de Rotterdam. Cependant, l'essentiel du trafic est destiné à la Turquie et repose sur le transport maritime sur courte distance.

L'essentiel de la demande de charbon consiste à approvisionner les centrales thermiques (60 %) et les sidérurgies (40 %). La demande européenne de charbon affiche un fort taux de croissance. Elle consiste davantage à alimenter les centrales thermiques tandis que plusieurs pays européens réduisent leur dépendance au pétrole et au nucléaire pour répondre à leurs besoins énergétiques. La demande en charbon est surtout comblée par des approvisionnements outre-mer, notamment d'Afrique du Sud, du Brésil et d'Australie. La plupart des consignataires de charbon sont situés en bordure maritime et 78 % du transport fluvial de charbon en Europe s'effectue sur le Rhin. Les temps de navigation océanique requis, conjugués à la fluctuation des niveaux d'eau du Rhin, poussent les exploitants de terminaux de charbon situés en aval et en amont du fleuve à accroître leur capacité d'entreposage et à solliciter des espaces supplémentaires dans le but d'assurer des réserves de combustibles pour trois mois.

Les produits agricoles, les grains, les phosphates, les produits forestiers et les pâtes et papiers influencent marginalement le volume de transport sur le Rhin.

Le secteur de l'industrie chimique européen affiche un taux de croissance annuel moyen de 2,8 % pour la période 2000-2006. Mais la progression du transport de produits chimiques par voie maritime intérieure est supérieure au rythme de production de l'ensemble du secteur. Le Rhin affiche une croissance de part de marché quant au transport de produits chimiques. Les volumes sont constitués de matières premières et de produits conteneurisés.

3.4. Le Yangtze

Depuis fort longtemps, le Yangtze a servi au transport de vrac, pour lequel les coûts de transport sont plus importants que la vitesse de déplacement. Un grand nombre de sidérurgies, de papeteries, d'industries pétrochimiques et de cimenteries sont installées le long de ses rives. Il en résulte une très forte demande pour le transport de grandes quantités de matières premières tant vers l'aval que vers l'amont du fleuve. Selon les études du Pacific Basin Shipping, le potentiel d'arrière-pays du delta du Yangtze permet de justifier un port de vrac à tous les 50 km.

Une analyse du volume de fret transporté sur le Yangtze en 2007 révèle que les principaux produits sont les matériaux de construction (199,6 millions de tonnes), le charbon (179,2 millions de tonnes), le fer (160 millions de tonnes), les produits pétroliers (66,3 millions de tonnes), les produits métalliques primaires (63,7 millions de tonnes) et les minerais (41,5 millions de tonnes). Les produits agricoles, notamment les grains et les fertilisants, comptent pour une part importante du trafic sur le Yangtze. Plus de 70 % du trafic sur ce fleuve est affecté au transport de vrac sec et liquide. Le volume de biens

manufacturés demeure moins important, mais affiche un fort taux de conteneurisation.

Les processus d'industrialisation de la Chine, conjugués aux investissements dans les infrastructures de transport et dans le secteur immobilier partout au pays, ont stimulé la demande pour les matériaux de construction. Les matériaux de construction, notamment le sable (78 millions de tonnes) et le ciment (69,2 millions de tonnes), constituent les principaux produits transportés sur le Yangtze. Cette demande n'affiche aucun signe de ralentissement. La Chine est le premier producteur et le premier consommateur de ciment dans le monde. En 2007, la Chine en produit 1,35 milliard de tonnes, soit un rythme de croissance de plus de 10 % depuis 2004. Une faible proportion de cette production est destinée au marché d'exportation. En 2007, la Chine a exporté 35 millions de tonnes de matériaux de construction vers les États-Unis, les Émirats arabes unis et l'Europe. Le Yangtze demeure le principal axe fluvial pour l'approvisionnement des marchés d'outre-mer. Mais la demande de transport maritime intérieur est amplifiée en raison du besoin des cimenteries en charbon.

Plus de 80 % de l'électricité de la Chine est produite par des centrales thermiques au charbon. Les centrales thermiques du Yangtze comptent pour 30 % de la production électrique de la Chine. Le charbon compte pour environ 20 % du volume de trafic sur le Yangtze. Mais la géographie du charbon en Chine affiche d'importants déséquilibres. Le charbon se trouve dans le nord et dans l'ouest du pays, alors que les besoins se situent dans le sud et dans l'est. Considérant que la consommation énergétique de la Chine a plus que doublé en 20 ans, la fonction des chemins de fer dans la distribution de combustible fossile s'accroît. De façon générale, le charbon est transporté par rail jusqu'aux terminaux fluviaux de Yixikou à Wuhu, Pukou à Nanjing, Hankou à Wuhan et Zhicheng à Yichang — principaux centres de transbordements du Yangtze — où il est transféré sur des barges organisées en convois à destination des centrales thermiques. Les enquêtes de terrain menées le long du Yangtze confirment que ces centres de chargement affichent une croissance du volume de charbon par rail ainsi qu'une augmentation du trafic maritime, notamment en fonction de l'ouverture de nouvelles mines dans les provinces du Yunnan, du Guizhou et du Sichuan.

La production mondiale d'acier a augmenté de 750 millions de tonnes en 1996 à 1 343 millions de tonnes en 2007 — un taux de croissance annuel moyen de 5 %. Depuis 1996, la Chine demeure le principal moteur de croissance de la production sidérurgique mondiale (figure 7). En 2007, la production chinoise d'acier est de 487 millions de tonnes, soit 36 % des parts du marché mondial. Bien que la Chine soit le troisième producteur mondial de minerai de fer, le taux de croissance de production demeure inégal depuis une décennie en raison de la faible qualité du minerai. Plus de 50 % des besoins de l'industrie sont comblés par des importations. En 2007, la Chine a importé plus de 370 millions de tonnes de fer principalement d'Australie, d'Inde, du Brésil et d'Afrique du Sud. Le transport de minerai de fer compte pour près de 18 % du

volume de trafic de fret sur le Yangtze. Le transport est effectué par des compagnies maritimes chinoises pour les sidérurgies localisées le long du fleuve. Les autres produits nécessaires à l'industrie de l'acier comprennent le nickel, le chrome et le manganèse.

La Chine consomme beaucoup de pétrole et de produits dérivés. Plus de 46 % de ceux-ci sont importés. Mais le transport fluvial de pétrole est en déclin en raison de la construction et de la mise en service de trois oléoducs (Ningbo-Nanjing, Yizheng-Changling et Shandong-Nanjing) servant à approvisionner les six principales raffineries situées le long du Yangtze (Nanjing, Anqing, Jiujiang, Wuhan, Jingmen et Changling). En 2007, le pétrole manutentionné par les ports du Yangtze est de 66 millions de tonnes, soit 7 % du volume total du trafic portuaire.

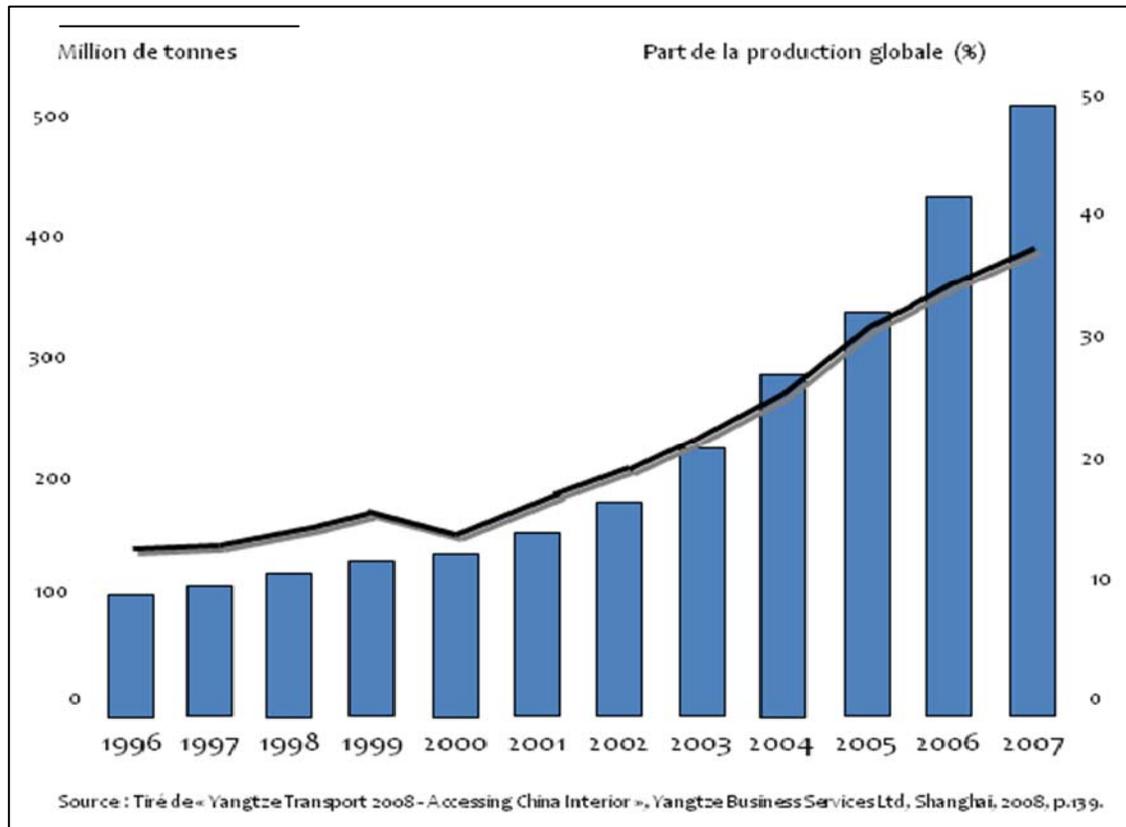


Figure 7 Production d'acier en Chine, 1996-2007

3.5. Synthèse sur les produits transportés par voie fluviale

Les innovations technologiques des systèmes de transport ont facilité la mondialisation des processus de production. L'essor du commerce mondial force l'industrie maritime à accroître la compétitivité du transport maritime en massifiant les flux qui permettent d'abaisser les coûts à l'unité transportée. La compétitivité de l'industrie est de plus en plus déterminée par un système de navigation intérieure qui donne accès aux centres économiques des arrière-pays. Ce processus pousse l'industrie à extraire le potentiel maximum des grandes voies fluviales dans le but d'accroître le coefficient de remplissage des flottes en sécurisant de nouveaux marchés d'approvisionnement et d'écoulement de marchandises très loin à l'intérieur des continents. Le transport fluvial comporte d'ailleurs un avantage certain en ce qui a trait à la réduction des coûts externes. La plupart des produits, à l'exception des biens périssables, peuvent être transportés sur les voies fluviales. Mais la part de marché du transport fluvial ne dépasse pas 10 %. En outre, les expéditeurs considèrent que le transport fluvial n'est adapté qu'à certains produits.

Il faut reconnaître que le transport fluvial se consacre aux chaînes de transport de marchandises en vrac. Ces produits sont liés à des zones de concentration industrielle traditionnelles qui favorisent les vracs sec et liquide. Ce sont les mêmes conditions pour tous les fleuves à l'étude. Le vrac affiche une forte corrélation avec le transport de masse où des prix attrayants sont couplés à une forte capacité. De façon plus marquée, les compagnies de transport fonctionnent depuis longtemps avec les mêmes clients sur une base contractuelle. L'examen des produits transportés par voie fluviale démontre que le commerce du vrac est de plus en plus caractérisé par une certaine forme de permanence dans ses structures d'approvisionnement et d'écoulement ainsi que par une homogénéisation des méthodes de gestion, tant des administrations portuaires que des transporteurs.

