

Estimation des coûts unitaires du transport maritime au Canada

Présenté à :

Transports Canada

TP 14660F

Par :



En collaboration avec :



Robert Reford

29 janvier 2007

Ce document est formaté pour impression recto verso

Remerciements :

La présente étude n'aurait pu être complétée sans l'intervention de différents partenaires. Innovation maritime tient donc à remercier particulièrement les entreprises suivantes pour leurs précieux conseils :

- Compagnie minière IOC
- Continental Conveyor & Machine Works Ltd.
- Commission canadienne des grains
- Fednav
- Groupe CSL
- Groupe maritime Verreault (Les Méchins)
- Hewitt Équipements de Baie-Comeau
- James Richardson International
- Kone Cranes (Finlande)
- Les Élévateurs des Trois-Rivières Ltée
- Louis Dreyfus
- Logistec Arrimage
- Port de Montréal
- Port Weller Dry Docks
- Robert Reford Inc.
- SNC-Lavalin
- Transports Canada
- Ville de Québec

Abréviations et sigles :

AAC	Association des armateurs canadiens
BAIIA	Bénéfices avant impôts, intérêts et amortissement
CDN	Canadien
C&M	Coque et machinerie
DADS	Data acquisition display system
g/kWh	Grammes par kilowattheure
GCC	Garde côtière canadienne
HP	Chevaux-vapeur
J.R.I.	James Richardson International
Kg/cyl. 24h	Kilogramme par cylindre par 24 heures
M	Méga
k	Kilo
MDO	Diesel marin
P&I Club	Protection and Indemnity Club
RPM	Tours par minute
SCTM	Services de communications et trafic maritimes
S.W.P.	Saskatchewan Wheat Pool
TJB	Tonne de jauge brute
TPL	Tonne de port en lourd
U.G.G.	United Grain Growers
US	États-Unis

Résumé

Au début 2004, Transports Canada a lancé un examen portant sur la totalité des coûts des transports avec la participation des ministères des Transports provinciaux et territoriaux. Des représentants de ces ministères ont collaboré à cet examen au sein d'un comité de direction, lui-même sous l'égide du Comité de soutien à la planification et aux politiques du Conseil des sous-ministres responsables des transports et de la sécurité routière.

Cet examen de la totalité des coûts des transports comprend les coûts financiers et sociaux détaillés qui se rattachent aux infrastructures, aux services, aux véhicules et au transport des marchandises et des passagers. Les coûts sociaux désignent les coûts reliés aux accidents, au bruit, aux retards dus à la congestion et aux dommages environnementaux.

Ces estimations de coûts permettront notamment de faire des comparaisons intermodales réalistes, ainsi que de dresser un portrait des intervenants qui supportent les coûts afférents au transport. Dans le cas du mode maritime, les trajets à l'étude concernent le transport en charge pour les combinaisons origine-destination-produit suivantes :

Scénario	Marchandise	Origine	Destination
1	Sel	Windsor	Toronto
2	Blé	Thunder Bay	Québec
3	Blé	Thunder Bay	Montréal
4	Blé	Thunder Bay	Port Colborne

L'estimation des coûts unitaires comprend les coûts de voyage des navires, ainsi que les coûts de manutention portuaire. Par le biais d'entrevues, de traitement de bases de données et de recherches bibliographiques, Innovation maritime a estimé les coûts de transport maritime à environ 9,79 \$/tonne, 29,15 \$/tonne, 30,39 \$/tonne et 34,35 \$/tonne, respectivement pour les scénarios 1 à 4. Il est à noter que l'estimation demandée relève davantage du calcul économique que d'une évaluation exacte des taux pour le transport de marchandises.

L'estimation du coût de transport met ainsi en exergue l'importance des coûts en capital des infrastructures maritimes céréalières. Cette importance est d'ailleurs amplifiée par la sous-utilisation des infrastructures, elle-même causée par la chute des trafics de céréales ces dernières années. Dans le cas du sel, les infrastructures en cause sont moins élaborées tout en ayant un taux d'utilisation plus élevé.

Au cours de l'analyse de sensibilité, nous observons que lorsque le taux de chargement baisse, les coûts de transport au voyage, eux, ne baissent pas pour autant. De plus, le coût de transport à la

tonne tend inévitablement à augmenter, mais pas aussi rapidement que la baisse du taux de remplissage.

Par ailleurs, une approximation de l'impact des voyages à vide sur le coût de transport de chacun des trajets porte les coûts de transport à la tonne à 15,65 \$/tonne, 38,91 \$/tonne, 40,90 \$/tonne et 42,34 \$/tonne respectivement, pour les scénarios 1 à 4.

En terminant, Innovation maritime a estimé la majeure partie des coûts d'opérations à partir de données obtenues auprès de différents partenaires de l'industrie maritime. Or, l'estimation de la valeur en capital des infrastructures et de l'équipement s'est avérée un défi en soi. En effet, l'âge, l'état et le peu de renouvellement fait aux infrastructures et à l'équipement par l'industrie pour l'année 2000 et au cours des années précédentes augmentent l'imprécision de ces estimations. Pour minimiser la marge d'erreur, Innovation maritime a fixé différentes balises à partir de données historiques, de données provenant du marché international ainsi qu'en tenant compte d'investissements faits après 2000. Les résultats des estimations des coûts de transport maritime au Canada doivent être utilisés dans les limites du présent mandat.

Table des matières

Remerciements :	i
Abréviations et sigles :	iii
1. Introduction et contexte.....	1
2. Méthodologie	3
2.1. Première étape : collecte et traitement des informations relatives aux transits visés	3
2.2. Deuxième étape : établissement des coûts	3
2.3. Troisième étape : évaluation des coûts portuaires	5
2.4. Quatrième étape : élaboration de l'outil de calcul des coûts	6
3. Présentation des trajets retenus.....	7
3.1. Marchandises.....	8
3.2. Navires.....	9
3.3. Installations et équipements portuaires	10
3.4. Les compagnies	10
4. Coûts du transport maritime.....	11
4.1. Coûts portuaires et coûts des services maritimes.....	11
4.2. Coûts des navires	12
4.2.1. Coûts de main-d'œuvre	12
4.2.2. Coûts de carburant	14
4.2.3. Coût d'opportunité du capital et de l'amortissement.....	16
4.2.4. Gestion, administration et assurances	21
4.2.5. Entretien et cale sèche.....	22
4.3. Coûts de chargement et de déchargement.....	23
4.4. Coûts d'entreposage.....	31
5. Coûts unitaires du transport maritime au Canada.....	33
5.1. Analyse de sensibilité	37

6.	Discussion	41
7.	Références.....	43
	Annexe 1: Estimation des coûts, taux du capital à 6 %.....	45

Liste des tableaux

Tableau 1	Trajets faisant l'objet du mandat pour l'analyse des coûts unitaires du transport maritime	3
Tableau 2	Poste de coûts et méthode d'évaluation.....	4
Tableau 3	Description des voyages	7
Tableau 4	Poids de la cargaison (en tonnes) – Scénario 4	9
Tableau 5	Caractéristique de la coque des navires	9
Tableau 6	Coûts de services maritimes (\$ par voyage).....	12
Tableau 7	Gages des équipages des scénarios 1, 2 et 3.....	13
Tableau 8	Gages de l'équipage du scénario 4.....	13
Tableau 9	Salaire journalier des membres d'équipage	14
Tableau 10	Exemple de consommation de moteurs marins	15
Tableau 11	Prix moyen du carburant et du lubrifiant en 2000	16
Tableau 12	Estimation des valeurs en capital	18
Tableau 13	Évolution du TJB de la flotte de l'Association des armateurs canadiens (milliers).....	19
Tableau 14	Taux d'occupation des lacquiers	20
Tableau 15	Coût en capital et amortissement des navires (\$/voyage)	20
Tableau 16	Estimation des frais d'administration (milliers de \$/an)	21
Tableau 17	Primes d'assurance coque et machinerie et P&I (\$/jour)	22

Tableau 18 Dépenses d'entretien et cale sèche (\$/jour)	23
Tableau 19 Extraits des rapports annuels d'Agricore United	24
Tableau 20 Valeur en capital des éleveurs.....	24
Tableau 21 Tarifs et coûts variables pour la manutention de céréales (\$/tonne)	25
Tableau 22 Répartition des dépenses d'un éleveur à céréales	25
Tableau 23 Coût chargement/déchargement du blé (\$/voyage)	26
Tableau 24 Données servant aux estimations pour le chargement de sel.....	28
Tableau 25 Estimation des coûts d'entreposage et de manutention de sel (\$/voyage).....	30
Tableau 26 Répartition des autres dépenses d'entreposage et de manutention de sel.....	31
Tableau 27 Manutention versus entreposage du blé	31
Tableau 28 Manutention versus l'entreposage du sel	32
Tableau 29 Coût au voyage	33
Tableau 30 Coût à la tonne	34
Tableau 31 Coût à la tonne-kilomètre.....	36
Tableau 32 Coût en fonction des taux de chargement	39
Tableau 33 Variation des coûts en fonction des taux de chargement	39
Tableau 34 Estimation des coûts (taux du capital à 6 %).....	47
Tableau 35 Estimation des coûts – (taux du capital à 6 %).....	48
Tableau 36 Coûts en fonction du taux de chargement (taux du capital à 6 %).....	49
Tableau 37 Variation des coûts en fonction du taux de chargement (taux du capital à 6 %).....	49

Liste des figures

Figure 1 Configuration remorqueur/barge utilisée sur les Grands Lacs	17
Figure 2 Installations de sel à Windsor	27
Figure 3 Chargeuse à godets	29
Figure 4 Chargeur de navire mobile	29
Figure 5 Système d'autodéchargeur (élévation)	30
Figure 6 Coût au voyage en fonction du taux de chargement	37
Figure 7 Coût à la tonne en fonction du taux de chargement	38
Figure 8 Coût à la tonne-kilomètre en fonction du taux de chargement.....	38

1. Introduction et contexte

Au début 2004, Transports Canada a lancé un examen portant sur la totalité des coûts des transports avec la participation des ministères des Transports provinciaux et territoriaux. Des représentants de ces ministères ont collaboré à cet examen au sein d'un comité de direction, lui-même sous l'égide du Comité de soutien à la planification et aux politiques du Conseil des sous-ministres responsables des transports et de la sécurité routière.

Cet examen de la totalité des coûts des transports comprend les coûts financiers et sociaux détaillés qui se rattachent aux infrastructures, aux services, aux véhicules et au transport des marchandises et des passagers. Les coûts sociaux désignent les coûts reliés aux accidents, au bruit, aux retards dus à la congestion et aux dommages environnementaux.

Ces estimations de coûts permettront notamment de faire des comparaisons intermodales réalistes, ainsi que de dresser un portrait des intervenants qui supportent les coûts des transports.

Pour ce faire, l'examen se fait selon un plan de travail en cinq phases¹. Ces phases sont :

1. Estimations nationales des coûts et des revenus des principaux réseaux de transports (routier, aérien, ferroviaire et maritime).
2. Estimations par province et par territoire des coûts et des revenus des principaux réseaux de transport.
3. Répartition des coûts et des revenus entre les modes de transport de passagers et de marchandises.
4. Évaluation quantitative des coûts sociaux et répartition par mode.
5. Estimation des coûts marginaux par mode et par catégorie de véhicules ou de services.

Le présent mandat consiste à fournir des estimations des coûts du transport maritime pour quatre scénarios de transport maritime. Ces estimations seront nécessaires à la dernière phase du projet. Les résultats obtenus pourront également servir à peaufiner la répartition des coûts et des revenus du transport maritime de marchandises, définie à la phase 3.

¹ Transports Canada, 2005

2. Méthodologie

La méthodologie adoptée pour atteindre les objectifs du mandat comprend quatre étapes principales. Les lignes qui suivent présentent ces étapes.

2.1. Première étape : collecte et traitement des informations relatives aux transits visés

Les trajets de transport à l'étude concernent le transport maritime avec charge entre les origines et les destinations présentées dans le Tableau 1. Innovation maritime a utilisé sa propre base de données sur le transport maritime de marchandises afin de quantifier les trafics de blé ou de sel transportés sur ces trajets. Les données utilisées sont celles compilées par Statistique Canada pour l'année 2000 et publiées annuellement dans *Le transport maritime au Canada*².

Tableau 1
Trajets faisant l'objet du mandat pour l'analyse des coûts unitaires du transport maritime

Scénario	Marchandise	Origine	Destination
1	Sel	Windsor	Toronto
2	Blé	Thunder Bay	Québec
3	Blé	Thunder Bay	Montréal
4	Blé	Thunder Bay	Port Colborne

L'étape suivante a consisté à déterminer quels ont été les navires qui ont effectué ces trajets en 2000. Ces données proviennent d'une base de données sur le trafic maritime compilée par les Services de communications et trafic maritimes (SCTM) de la Garde côtière canadienne (GCC). Une fois les navires identifiés, l'ensemble des informations relatives aux navires (âge, dimensions, propulsion, etc.) ont été colligées auprès des répertoires professionnels appropriés et au besoin, auprès des armateurs eux-mêmes.

2.2. Deuxième étape : établissement des coûts

Tout au long de la présente étude, l'année 2000 sert de référence à moins d'indication contraire. L'année 2000 a été choisie par Transports Canada pour fins de comparaison avec les résultats d'études antérieures portant sur les autres modes de transports.

² N° du catalogue: 54-205-XIF

À partir de l'obtention des données sur les quantités de marchandises transportées entre les ports et l'analyse des types de navires ayant effectué le plus fréquemment ces voyages, l'étape suivante a donc consisté en l'identification des coûts de transport. Pour y arriver, l'agence maritime Robert Reford Inc. a calculé les coûts de voyages, incluant les coûts portuaires, de pilotage, d'éclusage et des services maritimes de la Garde côtière canadienne. Robert Reford a également utilisé les types de navires précédemment identifiés par Innovation maritime. Cette tâche a été facilement exécutée par Robert Reford, puisque l'agence a effectué ce genre d'estimation pour plus de 1 000 voyages de navires annuellement.

En parallèle, Innovation maritime a évalué d'autres coûts de voyage, tels que décrits dans le Tableau 2, en suivant pour chacun une méthode appropriée.

Tableau 2
Poste de coûts et méthode d'évaluation

Poste de coûts	Méthode d'évaluation
Carburants	Puissance des moteurs, consommation à partir de navires similaires
Lubrifiants	En pourcentage de la consommation de combustible
Main-d'œuvre	Rôle d'équipage réglementé en fonction du type de navire, de sa taille et de sa zone de navigation
Entretien et provision pour cale sèche	Revue de littérature et entrevues avec des représentants de chantiers maritimes
Assurance coque et machinerie ainsi que l'assurance P&I	Revue de littérature
Frais de gestion et administration	En pourcentage des coûts d'opération du navire. Revue de littérature
Le coût du capital	Revue de littérature et entrevues
L'amortissement	Amortissement linéaire sur une période résiduelle représentative

L'évaluation de la majeure partie de ces coûts s'est faite à partir des caractéristiques générales du navire, de sa zone de navigation et des coûts publiés sur les biens et services nécessaires à l'exécution du voyage. Toutefois, le coût en capital et l'amortissement demeurent beaucoup plus difficiles à évaluer. Innovation maritime a tout d'abord procédé par déduction. En effet, il est possible de savoir, par le biais de marchands de céréales et de sel, quels sont les taux de fret pour transporter ces marchandises sur les trajets en question. Connaissant la majeure partie des coûts inclus dans ces taux de fret, il a alors été possible de déduire les postes de coûts, tels que le coût en capital, l'amortissement et la marge de profit. Cette déduction a ensuite été peaufinée en fonction d'estimations faites à partir d'informations secondaires provenant de rapports et de littérature

spécialisée, axée sur les coûts d'exploitation de navires. Ces estimations tiennent compte des réalités opérationnelles du système Saint-Laurent – Grands Lacs, telles que l'exploitation partielle des navires en eau douce et le caractère saisonnier de l'activité. La méthode du coût du capital a été harmonisée avec celle utilisée par Transports Canada pour les autres modes. On pense ici en particulier à l'utilisation des taux d'opportunité sociale du capital de 6 % et de 8,6 %. Afin d'alléger la présentation des résultats, seuls les calculs considérant un taux d'opportunité de 8,6 % est présenté dans ce rapport. Toutefois, les résultats avec un taux de 6 % sont disponibles en annexe.

2.3. Troisième étape : évaluation des coûts portuaires

L'évaluation des coûts pour la manipulation des céréales aux ports de Thunder Bay, Port Colborne, Montréal et Québec a été faite en croisant deux sources d'informations. La première est le rapport annuel 2005 d'Agricore United, qui différencie les revenus et les coûts de manipulation des céréales des autres secteurs d'activité. Agricore United est un important groupe impliqué dans le secteur agricole et qui possède plusieurs élévateurs dans les Prairies, dans les ports de la Côte Ouest et à Thunder Bay. Par la suite, ces coûts d'exploitation ont été répartis entre les différents postes tels que :

- Salaires et avantages sociaux
- Entretien et réparations
- Énergie (carburant et électricité)
- Amortissement des immobilisations
- Taxes foncières
- Assurances
- Administration
- Autres

Innovation maritime a pu, par la suite contacter les exploitants d'élévateurs à céréales, pour obtenir les données sur la répartition des dépenses.

En ce qui concerne les chargements de sel, la méthodologie suivante a été préconisée. Premièrement, les infrastructures nécessaires au chargement, au port de Windsor, ont été identifiées. Deuxièmement, des contacts avec des fournisseurs de chargeuses et de convoyeurs ont été établis afin d'obtenir des prix budgétaires pour le renouvellement des actifs, ainsi que pour les coûts d'opération. Compte tenu de l'usure des équipements actuels, leur valeur en capital est estimée à 50 % du prix budgétaire. L'hypothèse selon laquelle les équipements sont rendus, en moyenne, à leur demi-vie d'utilisation justifie cette approximation.

La valeur en capital des terrains a été déterminée à l'aide d'une recherche effectuée en collaboration avec l'Association immobilière du Canada. Il est ainsi possible d'estimer une valeur raisonnable pour les terrains utilisés pour l'entreposage du sel.

Enfin, les dépenses de manutention et d'entreposage pour chacune des infrastructures impliquées sont divisées par la quantité totale manipulée du cargo en question. Ce ratio, pour le coût à la tonne entreposée et manutentionnée par l'infrastructure, est par la suite multiplié par le tonnage de cargo transporté dans le scénario. C'est la méthode préconisée pour allouer la bonne portion du coût économique de chacune des infrastructures portuaires au scénario de transport s'y rattachant.

2.4. Quatrième étape : élaboration de l'outil de calcul des coûts

Innovation maritime a ensuite procédé à l'élaboration de l'outil de calcul des coûts. Cet outil estime le coût par tonne-kilomètre pour chacun des scénarios présentés au Tableau 1 et à partir des données obtenues aux étapes 2 et 3. Il permet également d'estimer le coût marginal pour chaque voyage supplémentaire, ainsi que la sensibilité de ces coûts en fonction du taux de chargement.

Les hypothèses propres aux navires types, aux voyages et à la marchandise ont été résumées dans l'outil de calcul. Par la suite, l'estimation des coûts unitaires de transport est fournie pour chacun des postes de dépenses.

L'ensemble de la méthodologie se base sur le coût par voyage. Ce coût au voyage sert à déduire le coût à la tonne-kilomètre, en fonction de la distance entre ces ports. Il faut également noter que les coûts de voyage incluent les temps d'attente du navire, que cela soit au port ou pour transiter par les écluses.

Dans tous les cas, le taux de chargement influence le coût au voyage et à la tonne-kilomètre. La grille de calcul permet d'effectuer différents scénarios de chargement et d'en évaluer la sensibilité sur les coûts. Il est ainsi possible de faire une analyse approfondie de la sensibilité des coûts de transport maritime en fonction du taux de chargement des navires.

3. Présentation des trajets retenus

Pour chacun des scénarios à l'étude, le tableau suivant montre le détail des caractéristiques propres à chaque voyage.

Tableau 3
Description des voyages

	Scénario				Unités
	1	2	3	4	
Origine	Windsor	Thunder Bay	Thunder Bay	Thunder Bay	
Destination	Toronto	Québec	Montréal	Port Colborne	
Distance	257	1 191	1 052	735	Miles nautiques
Temps de chargement	1,75	1,27	1,73	1,08	Jours
Temps de transit	1,80	6,24	5,73	4,38	Jours
Temps de navigation	0,84	3,68	3,09	2,45	Jours
Temps d'attente	0,96	2,56	2,64	1,93	Jours
Temps de déchargement	0,95	(transit)	(transit)	1,50	Jours
Temps total	4,50	7,51	7,46	6,96	Jours
Poids cargaison	26 709	23 903	23 672	19 637	tonnes
Cargaison	Sel	Blé	Blé	Blé	

Sources : Innovation maritime, DADS, divers

Le temps de transit correspond à la différence entre la fin et le début du voyage, tel qu'enregistré par les Services de communications et trafic maritimes (SCTM). Le temps de navigation est, quant à lui, estimé à partir de la vitesse maximale moyenne des navires types pour parcourir la distance entre les ports. Compte tenu des délais causés par les limites de vitesse, et notamment à l'éclusement, le temps d'attente est égal à la différence entre le temps de transit et le temps de navigation normal pour couvrir cette distance.

Pour les temps de chargement et de déchargement, les SCTM comptabilisent distinctement les temps de chargement et de déchargement, dans la mesure où les postes à quai pour le chargement et le déchargement sont différents. À Thunder Bay, les terminaux de céréales ne font que charger des navires. À Port Colborne, Montréal et Québec, les navires doivent changer de poste à quai pour charger d'autres marchandises. Le même cas se produit pour les ports de Windsor et de Toronto face au transport du sel. Conséquemment, les temps de chargement estimés n'incluent pas le temps pour le déchargement du voyage précédent. Nous en arrivons à la même conclusion pour l'estimation du temps de déchargement, qui n'inclut pas le temps de chargement du voyage suivant. De cette façon, il n'y a pas de confusion quant au temps à quai des voyages précédents et suivants.

L'inscription des temps de voyages par les SCTM pour les ports de Québec et Montréal est cependant différente. En effet, le temps de déchargement sur le Saint-Laurent est inclus dans le temps de voyage en partance de Thunder Bay. Par conséquent, les temps de déchargement pour les scénarios 2 et 3

sont inclus dans le temps d'attente. De plus, si l'on additionne les temps d'attente et de déchargement des scénarios 1 et 4, nous nous apercevons que ces derniers ont le même ordre de grandeur que le temps d'attente des voyages se terminant sur le Saint-Laurent.

Ainsi, le fait que les temps de déchargement des scénarios 2 et 3 soient inclus dans le temps d'attente n'influence pas significativement le calcul des coûts de transport. En effet, que le navire soit en attente de l'éclusage ou que la marchandise soit déchargée, ces situations occasionnent sensiblement les mêmes coûts du point de vue du navire.

3.1. Marchandises

Le poids de la cargaison au Tableau 3 représente l'estimation des poids réels transportés par voyage, pour chacun des scénarios. Ce calcul est effectué de différentes manières, dépendamment du scénario utilisé. Pour le sel, le poids de la cargaison est estimé à partir du taux de chargement moyen des navires transportant du sel entre Toronto et Windsor. En 2000, le taux de chargement moyen des navires du scénario de sel a été de 87 %.

Pour certains ports, tels que celui de Québec et de Montréal, la quantité de blé déchargée en provenance de Thunder Bay est supérieure à la capacité de transport des navires ayant fait la route sans escale.

Pour pallier ce problème, une autre approche a été utilisée. Des discussions auprès des différents intervenants permettent d'estimer que, lors du transport du blé, les navires sont majoritairement remplis à pleine capacité. Compte tenu du faible ratio d'encombrement³ du blé, il a fallu utiliser la capacité volumétrique du navire type. Considérant un ratio d'encombrement du blé entre 1,31 et 1,70 m³/tonne⁴, donc une moyenne de 1,505 m³/tonne, il devient dès lors aisé de déduire le tonnage transporté.

Dans le cas du scénario de transport entre Thunder Bay et Port Colborne, nous avons pris en compte une combinaison de lacquiers et de remorqueurs/barges ayant effectué les voyages. Comme les trois-quarts des voyages ont été faits par des remorqueurs et des barges, seuls ces voyages ont été considérés. Ainsi, l'estimation de la cargaison transportée par voyage est donc égale à la portion du total de marchandises transportées par barge entre Thunder Bay et Port-Colborne, divisé par le nombre de voyages. Le tableau suivant expose les données utilisées pour le calcul.

³ Le ratio d'encombrement est l'espace qu'occupe une tonne de marchandise en m³/tonne.

⁴ Transport Information Service Online : http://www.tis-gdv.de/tis_e/misc/staumass.htm

Tableau 4
Poids de la cargaison (en tonnes) – Scénario 4

Total transporté	242 893	
Vracquiers	69 088	28%
Remorqueurs et barges	173 805	72%
Nombre de voyage par barge	8	
Chargement / barge	21 726	

Sources : Innovation maritime, DADS, divers

3.2. Navires

En recensant les différents navires ayant effectué les trajets entre les ports des différents scénarios, il a été possible de déduire le navire type pour chacun de ces ports. Les caractéristiques des navires types correspondent à la moyenne pondérée des caractéristiques des navires ayant effectué les voyages. Le navire type tient donc compte du fait que certains navires ont effectué plusieurs voyages pour un scénario donné. Le Tableau 5, expose les caractéristiques définissant le navire type pour chacun des scénarios.

Tableau 5
Caractéristique de la coque des navires

	Scénario					
	1	2	3	4		Unités
Type de navire	Lacquier	Lacquier	Lacquier	Remorqueur	Barge	
Longueur hors-tout	219,69	222,51	221,91	46,78	181,45	mètres
Largeur	22,99	23,05	22,96	11,81	22,01	mètres
Creux sur quille	13,37	12,08	12,30	6,70	11,43	mètres
Tirant d'eau	8,66	8,37	8,40	6,45		mètres
Jauge nette	15 178	12 453	13 187	350,00	13 848	tonneaux
Jauge brute	20 711	18 278	17 947	880,00	14 708	tonneaux
Port en lourd	31 059	28 011	28 417		23 573	tonnes métriques
Poids lège	5 409	4 878	4 949	-	4 105	tonnes métriques
Volume de cale		35 974	35 626		29 553	mètres cubes
Classe de glace	Aucune	Aucune	Aucune	LR Ice III		
Puissance	8 612	8 874	10 224	7 200		hp
Vitesse	12,8	13,5	14,2	12,5		nœuds
Âge	24	33	33,5	30 et +		années

Sources : Innovation maritime, DADS, divers

Ainsi, pour les scénarios 1, 2 et 3, le navire le plus communément utilisé est un lacquier auto-déchargeur ou conventionnel. Pour la plupart d'entre eux, ces navires sont en service depuis de nombreuses années. Les lacquiers ont été conçus spécialement pour optimiser l'utilisation de la voie maritime, de même que pour les besoins en matière de transport de vrac.

Phénomène intéressant, c'est une combinaison remorqueur et barge qui a transporté la majeure partie du blé entre Thunder Bay et PortColborne en 2000. En fait, la barge utilisée est la partie avant d'un lacquier, dont l'arrière a été modifié spécialement pour pouvoir être poussé par un remorqueur.

3.3. Installations et équipements portuaires

Le sel qui circule entre Windsor et Toronto est transporté pour le compte de la Compagnie canadienne de sel. Le chargement du sel à Windsor est fait à l'aide de convoyeurs. Le déchargement, quant à lui, est fait à l'aide des navires autodéchargeurs.

En matière de transport du blé, l'ensemble des ports impliqués possède les installations portuaires nécessaires. C'est-à-dire que, bien que certains vraquiers autodéchargeurs aient transporté du blé, les terminaux céréaliers ont tout de même effectué les opérations de déchargement des navires.

3.4. Les compagnies

Le Groupe CSL, Algoma Central Corporation, Upper Lakes Group, Groupe Desgagnés et Atlantic Towing Limited sont les principales compagnies maritimes impliquées dans les transports des marchandises des différents scénarios à l'étude.

La Compagnie canadienne de sel, une division de Rohm and Haas Company Inc., fait transporter du sel entre Windsor et Toronto. À Thunder Bay, il existe plusieurs élévateurs qui appartiennent à des entreprises telles que :

- United Grain Growers
- James Richardson International
- Canada Malting
- Parrish & Heimbecker Ltd.
- Western Grain By-Products Ltd.
- Cargill

Sur le Saint-Laurent, l'élévateur de Québec appartient à Bunge, celui de Montréal, au Port de Montréal et ceux de Port Colborne à différents groupes, dont Robin Hood.

4. Coûts du transport maritime

4.1. Coûts portuaires et coûts des services maritimes

Il faut distinguer les coûts portuaires des coûts relevant de la manutention de la marchandise. Les coûts portuaires sont ceux payés par les armateurs pour avoir le droit d'amarrer le navire au port. Ces derniers sont facturés par l'autorité portuaire.

Les coûts générés par les services maritimes sont ceux qui se rattachent principalement à l'éclusage, le pilotage et les frais reliés à la Garde côtière canadienne. Tous les coûts des services maritimes ont été évalués par Robert Reford Inc. La documentation de référence utilisée est le Manual of Port Expenses, produit par la Fédération maritime du Canada (Fédération)⁵.

Au niveau du pilotage, la majeure partie des navires peut compter sur des capitaines possédant une licence, ce qui les exempte du pilotage en amont de l'écluse de Saint-Lambert. Par contre, le pilotage en aval de Saint-Lambert est obligatoire et il a été calculé pour les voyages en direction de Montréal et de Québec.

Ce sont les membres d'équipage qui, dans la majorité des ports et des écluses, amarrent les navires. Donc, aucun coût pour l'obtention de lamaneurs n'a été pris ici en considération. Tout comme pour l'amarrage, les navires en question font rarement appel à des remorqueurs pour assister la manœuvre d'accostage au port.

Les coûts restant à être calculés se rapportent aux droits de port, de quayage et d'éclusage, aux coûts perçus par la Fédération maritime, ainsi que les coûts rattachés aux frais de services maritimes et de pilotage sur le Saint-Laurent.

⁵ <http://www.shiptfed.ca/eng/services/index.html>

Tableau 6
Coûts de services maritimes (\$ par voyage)

	Windsor / Toronto	Thunder Bay / Québec	Thunder Bay / Montréal	Thunder Bay / Port Colborne
	Coût / voyage	Coût / voyage	Coût / voyage	Coût / voyage
Coûts au port de chargement				
Droits de ports	- \$	576 \$	592 \$	491 \$
Frais sur cargo	801 \$	1 305 \$	1 292 \$	1 186 \$
Frais de la Fédération maritime	85 \$	85 \$	85 \$	85 \$
Coûts de voyage				
Pilotage	- \$	3 740 \$	982 \$	- \$
Voie maritime (écluses)	22 174 \$	34 689 \$	34 541 \$	9 107 \$
Frais de la Garde côtière canadienne	896 \$	4 359 \$	3 913 \$	
Coûts au port de déchargement				
Droits de quaiage	1 450 \$	932 \$	1 713 \$	- \$
Droits de ports	- \$	495 \$	494 \$	- \$
Frais de la Fédération maritime	85 \$	85 \$	85 \$	85 \$
Total frais de services maritimes	25 491 \$	46 266 \$	43 697 \$	10 954 \$

Source : Rodert Reford, Fédération maritime du Canada.

Les frais d'éclusement représentent, et de loin, la principale portion des frais liés aux services maritimes. En général, les frais des services maritimes constituent environ 20 % des coûts du transport maritime pour les trajets empruntant l'ensemble des écluses.

4.2. Coûts des navires

4.2.1. Coûts de main-d'œuvre

Le traitement des coûts liés à la main-d'œuvre diffère, selon qu'il s'adresse à un lacquier ou à une combinaison remorqueur/barge. En effet, les membres d'équipage à bord des lacquiers sont nombreux et bénéficient de solides conventions collectives. Quant aux équipages des remorqueurs, ces derniers sont peu nombreux et les conditions des employés sont négociées majoritairement au cas par cas. La différence entre le nombre de membres d'équipage entre un lacquier et un remorqueur/barge est liée au *Règlement sur l'armement en équipage des navires de la Loi sur la marine marchande du Canada*. L'effectif minimal du navire autopropulsé est autrement supérieur à celui exigé pour un remorqueur. À titre de comparaison, un lacquier nécessitera un équipage de plus de 20 personnes, alors qu'un remorqueur, même s'il pousse une barge en permanence, n'utilisera qu'une dizaine de personnes pour effectuer un transport équivalent.

Dans le cadre du présent mandat, les navires types des trois premiers scénarios sont des lacquiers. Le Tableau 7 montre les coûts de la main-d'œuvre par voyage, pour chacun des scénarios. Dans ce cas-ci, les membres d'équipage travaillent 8 heures par jour.

Tableau 7
Gages des équipages des scénarios 1, 2 et 3

Poste	#	Scénarios			Unités
		1	2	3	
Capitaine	1	2 231 \$	3 720 \$	3 697 \$	\$/voyage
1er Maître	1	1 685 \$	2 810 \$	2 792 \$	\$/voyage
2e Maître	1	1 445 \$	2 408 \$	2 393 \$	\$/voyage
3e Maître	1	1 204 \$	2 007 \$	1 994 \$	\$/voyage
Timoniers	3	3 501 \$	5 837 \$	5 800 \$	\$/voyage
Matelots	3	3 183 \$	5 306 \$	5 272 \$	\$/voyage
Chef mécanicien	1	1 968 \$	3 282 \$	3 261 \$	\$/voyage
Électricien	1	1 935 \$	3 227 \$	3 206 \$	\$/voyage
2e Mécanicien	1	2 337 \$	3 895 \$	3 871 \$	\$/voyage
3e Mécanicien	1	1 563 \$	2 607 \$	2 590 \$	\$/voyage
4e Mécanicien	1	1 544 \$	2 575 \$	2 558 \$	\$/voyage
Huileurs	3	4 140 \$	6 902 \$	6 858 \$	\$/voyage
Tunnel Man	2	3 174 \$	5 291 \$	5 258 \$	\$/voyage
Cuisinier	1	1 328 \$	2 214 \$	2 200 \$	\$/voyage
Assistant cuisiner	1	1 021 \$	1 702 \$	1 691 \$	\$/voyage
Sous-total		32 259 \$	53 782 \$	53 440 \$	\$/voyage
Avantages sociaux (15%)		4 839 \$	8 067 \$	8 016 \$	\$/voyage
Total	22	37 098	61 849	61 456	\$/voyage

Sources : Innovation maritime, divers

De son côté, l'équipage du remorqueur voyageant entre Thunder Bay et Port Colborne travaille en moyenne 12 heures par jour. Le Tableau 8 montre les coûts de main-d'œuvre du scénario 4.

Tableau 8
Gages de l'équipage du scénario 4

Poste	#	Scénarios	
		4	Unités
Capitaine	1	2 088 \$	\$/voyage
1er Maître	1	1 670 \$	\$/voyage
Timoniers	1	1 253 \$	\$/voyage
Matelots	1	1 114 \$	\$/voyage
Chef mécanicien	1	1 949 \$	\$/voyage
2e Mécanicien	1	1 670 \$	\$/voyage
Cuisinier	1	1 002 \$	\$/voyage
Sous-total		10 746 \$	\$/voyage
Avantages sociaux (15%)		1 612 \$	\$/voyage
Total	7	12 358	\$/voyage

Sources : Innovation maritime, divers

Le Tableau 9 expose le salaire journalier moyen, en fonction du poste occupé.

Tableau 9
Salaire journalier des membres d'équipage

Poste	Lacquier	Remorqueur
Capitaine	495 \$	300 \$
1er Maître	374 \$	240 \$
2e Maître	321 \$	- \$
3e Maître	267 \$	- \$
Timoniers	259 \$	180 \$
Matelots	236 \$	160 \$
Chef mécanicien	437 \$	280 \$
Électricien	430 \$	- \$
2e Mécanicien	519 \$	240 \$
3e Mécanicien	347 \$	- \$
4e Mécanicien	343 \$	- \$
Huileurs	306 \$	- \$
Tunnel Man	352 \$	- \$
Cuisinier	295 \$	144 \$
Assistant cuisiner	227 \$	- \$

Sources : Innovation maritime, divers

Dans le cas des lacquiers, Innovation maritime a compilé les salaires effectivement versés par des entreprises canadiennes aux membres d'équipage. Ces salaires tiennent compte des heures supplémentaires. C'est pourquoi le 2^e mécanicien gagne en moyenne plus que le chef mécanicien. Sur des navires âgés tels que les lacquiers, le niveau d'entretien requis est plus élevé et les bris mécaniques sont plus fréquents. La base de données utilisée pour les salaires s'applique à des années ultérieures à 2000. Donc, un ajustement à la baisse, équivalent à 2 % par année, a été appliqué pour ramener les salaires à leur niveau de 2000.

Les salaires pour l'équipage du remorqueur sont estimés en fonction de l'expérience provenant de membres de l'équipe d'Innovation maritime. Certains membres de l'équipe ont en effet navigué en tant qu'officiers supérieurs sur des remorqueurs, sur le Saint-Laurent, entre 1995 et 1998.

4.2.2. Coûts de carburant

À l'heure actuelle, la consommation d'un moteur diesel marin neuf varie entre 177 et 183 g/kWh. Le Tableau 10 indique également la consommation d'huile pour certains types de moteurs.

Tableau 10
Exemple de consommation de moteurs marins

Puissance	RPM	# de cylindre	Mazout	Consommation Huile pour cylindre	Huile de lubrification	Fabricant
5300 à 16 000 HP	176	4 à 12	177 g/kWh	3 à 4 kg/cyl. 24h	0,7 à 1,2 g/kWh	MAN Diesel
5 800 à 8 680 HP	550	6 à 9	183 g/kWh		0,8 g/kWh	MAN Diesel
3 800 à 6 000 HP	600	6 à 9	177 g/kWh		0,3 à 0,9 g/kWh	MaK

Sources : Innovation maritime, divers

Compte tenu de l'âge des navires en question (entre 24 et 34 ans en 2000), leur consommation de carburant est donc supérieure à celle d'un moteur neuf. Une étude réalisée en mars 2006 estime la consommation de carburant de différents moteurs marins à 233 g/kWh⁶. Il en ressort donc que les moteurs usagés consomment au moins 30 % de plus que les moteurs neufs. Ce même ratio sera également utilisé pour majorer la consommation d'huile de lubrification.

Les génératrices à bord des navires sont en marche la majorité du temps. Leur taux d'utilisation ne varie pas énormément entre les temps d'attente, de chargement ou de déchargement et celui passé à naviguer. Normalement, la puissance nécessaire est, en moyenne, de 400 kW. Toutefois, la plupart des lacquiers recensés possèdent des génératrices pouvant produire jusqu'à 2 MW. En y regardant de plus près, ces navires s'avèrent être des autodéchargeurs. Les besoins en énergie, pour utiliser le système d'autodéchargement, oscillent généralement entre 1,5 et 2,0 MW.

En 2003, Hewitt Equipement Ltd. a réalisé une étude sur la rentabilité découlant du remplacement des génératrices sur des lacquiers. Les relevés de la consommation moyenne des génératrices en service étaient de 248 g/kWh. Les relevés de consommation ont été faits lors de différentes conditions d'utilisation des moteurs.

ICS Petroleum et Petro-Canada ont fourni les données nécessaires pour estimer le coût des carburants et du lubrifiant en 2000.

⁶ Levelton, 2006

Tableau 11
Prix moyen du carburant et du lubrifiant en 2000

Produit	Prix
Mazout (CST 380)	235,75 \$ /tonnes
Mazout (CST 180)	243,51 \$ /tonnes
Diesel (MDO)	433,99 \$ /tonnes
Huile de lubrification	1 195,65 \$ /tonnes

Sources : Innovation maritime, ICS Petroleum et Petro-Canada

4.2.3. Coût d'opportunité du capital et de l'amortissement

Innovation maritime remarque qu'il y a une certaine corrélation entre les prix des vraquiers sur les marchés internationaux et les lacquiers, en ce qui concerne les coûts en capital et de l'amortissement. En effet, The Research and Traffic Group a examiné le coût de construction de certains lacquiers. Le coût environnait 7 M\$ CA en 1965 et 29 M\$ CA en 1983. Drewry Shipping Consultants Ltd. (Drewry) estime qu'en 1983, le prix moyen pour construire un vraquier de 25 000 tonnes, sur la scène internationale est de 14,5 M\$ US. En tenant compte des droits de douanes (25 %) et d'un taux de change (1,23 \$ CA/\$ US en 1983), le coût canadien aurait été de 22,3 M\$. Il existe tout de même un écart de 6,7 M\$ entre les deux estimations. Toutefois cet écart est réduit lorsqu'on ajoute les taxes de vente sur le navire importé, ainsi que le coût pour l'ajout d'un système d'autodéchargement. Entre 1982 et 1988, le prix des navires neufs sur les marchés internationaux ont été généralement inférieurs à la moyenne. De plus, la volatilité des prix pour un vraquier usagé est telle qu'en 1981, un navire de 8 ans se revendait en moyenne 9,5 M\$ US, alors qu'en 1985, un navire du même âge valait moins de 2,5 M\$ US⁷.

Malgré la volatilité des prix des navires sur la scène internationale, il n'en demeure pas moins qu'en utilisant les données de Research Traffic Group, la construction d'un lacquier au Canada en 1971 aurait coûté environ 11,2 M\$. En se basant sur les données de construction et d'entretien de plusieurs lacquiers, Research Traffic Group estimait qu'en 1994, le coût en capital réaliste pour un lacquier serait de 4 350 \$ CA par jour d'exploitation ou bien 0,61 \$/kilotonne-km. Donc, en prenant comme référence une saison de navigation de 275 jours et une durée de vie du navire de 25 ans, la valeur moyenne d'un lacquier neuf, ou remis à neuf serait donc de 30 M\$ CA en 1994. En ajustant ce prix et en tenant compte d'un taux d'inflation annuel de 2 %, la valeur à neuf d'un lacquier serait donc estimée à 33,8 M\$ CA.

⁷ Drewry Shipping Consultant Ltd, 1990

Le Groupe CSL a, depuis 1999, mis en branle un programme de reconstruction de l'avant de quatre lacquiers. Le coût total de l'opération a été de 130 M\$, soit 32,5 M\$ par navire. La reconstruction de l'avant du navire s'est faite à partir de la cloison de la salle des machines et incluait l'installation d'un système d'autodéchargement. Ces travaux ont été faits à l'intérieur d'un programme de rajeunissement de la flotte de 225 M\$. En considérant que quatre navires sur 15 ont nécessité des travaux de 130 M\$, il reste donc 95 M\$ pour rénover les 11 autres.

En 1996, Drewry a estimé le prix de construction d'un vraquier de 27 000 tonnes à 20 M\$ US sur les marchés internationaux. En tenant compte du taux de change (1,36 \$ CA/\$ US en 1996), des droits de douanes (25 %), des taxes (15 %) et du surcoût pour le système d'autodéchargement, on détermine alors un coût de construction à plus de 39 M\$ CA.

Donc, que cela se rapporte à l'importation d'un navire neuf, la reconstruction presque entière de navires ou à des travaux majeurs sur d'autres navires en meilleur état, il demeure raisonnable d'estimer la valeur en capital d'un lacquier autodéchargeur entre 20 M\$ et 30 M\$ CA en 2000.

La valeur d'un remorqueur et d'une barge tels qu'utilisés dans le scénario 4 devrait être similaire. Dans ce scénario, la barge utilisée est en fait la partie avant d'un lacquier, dont la salle des machines a été envoyée à la casse. L'arrière de la barge a donc été modifié pour accueillir le remorqueur.

Figure 1
Configuration remorqueur/barge utilisée sur les Grands Lacs



Source : Boatnerd

Des modifications sur la partie avant du remorqueur s'avèrent également nécessaires. Ces modifications, en plus de l'installation du système d'accouplement, nécessitent des investissements supplémentaires. Si le remorqueur et la barge sont conçus, à la construction, pour travailler ensemble, une analyse du Lloyd's Register Americas Inc.⁸ évalue que le coût en capital est moindre que pour la construction d'un navire conventionnel équivalent. Les raisons expliquant cette affirmation sont les suivantes :

- L'échantillonnage exigé des matériaux pour une barge est moindre que pour celui d'un navire conventionnel
- L'équipement requis est moins important.

Toujours selon Lloyd's, construire, aux États-Unis, un remorqueur et une barge de 30 000 tonnes de port en lourd⁹ coûtait environ 38 M\$ US en 2003. Bien que similaires, les conditions de construction navale aux États-Unis diffèrent de celles du Canada. Toutefois, l'ordre de grandeur des coûts de construction d'un remorqueur et d'une barge demeure comparable avec celui d'un lacquier d'une capacité équivalente.

Tableau 12
Estimation des valeurs en capital

	Scénario			
	1	2	3	4
Type de navire	Lacquier	Lacquier	Lacquier	Remorqueur et barge
Port en lourd	31 059	28 011	28 417	23 573
Valeur en capital	27 965 764 \$	25 221 052 \$	25 587 070 \$	21 225 464 \$
Âge	24	33	33,5	30 et +

Sources : Innovation maritime, DADS, divers

Le Tableau 12 présente les valeurs en capital utilisées pour chacun des navires types en utilisant une valeur en capital moyenne de 900 \$/TPL.

Or, cette méthode considère que, bien qu'âgés, les navires sont en bon état et leur durée de vie pourrait être d'environ 15 ans. Ceci implique un coût en capital supérieur et un amortissement proportionnel à la durée de vie des navires. Ceci ne reflète toutefois pas exactement la situation sur les Grands Lacs, puisque ce marché intérieur, relativement captif, est une anomalie comparativement au marché du transport international de vrac. En 2000, 80 % des vraquiers sur la scène internationale ne dépassaient pas 20 ans, alors que la moyenne d'âge des navires type est de 27 ans.

⁸ Lloyd's Register Americas Inc., 2003

⁹ Le port en lourd correspond à la capacité de charge en tonne d'un navire. (cargo, combustible, équipage et passagers)

Tableau 13
Évolution du TJB de la flotte de l'Association des armateurs canadiens (milliers)

	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Vraquiers	737	645	643	626	572	590	555	485	370	369
Auto déchargeurs	568	610	618	637	686	668	647	667	652	676
Total	1 306	1 255	1 261	1 263	1 258	1 258	1 203	1 152	1 022	1 045

Source : Association des armateurs canadiens

Comme le montre le Tableau 13, la flotte des lacquiers conventionnels est en chute libre. La moitié d'entre eux a disparu en 10 ans. Ces navires, construits spécialement pour les Grands Lacs, n'ont pu trouver preneur et poursuivre leur carrière sur les mers du monde. Ces navires ont donc été soit démolis, soit leur salle des machines récupérée, pour que l'avant soit entièrement reconstruit avec un système d'autodéchargement. Malgré tout, le tonnage de la flotte des Grands Lacs a diminué de 20 % en 10 ans.

Ce genre de situation ne peut perdurer à plus long terme. Le programme d'investissement de 225 M\$ du Groupe CSL en est un exemple. L'année 2000 marquerait la fin d'un cycle où les investissements sur les navires ont été au plus bas sur les Grands Lacs. Pour maintenir les opérations, les armateurs se doivent de mettre en branle d'importants programmes d'investissement, à moins d'envoyer leurs navires à la casse.

Estimer la valeur en capital pour les navires représentatifs de la situation en 2000 implique un coût en capital très faible, puisque plusieurs navires se retrouvaient soit sur le point d'être envoyés à la casse, soit d'être presque entièrement reconstruits. Cette approche n'est pas réaliste et ne représente pas ce qu'est, en moyenne, une saine flotte de lacquiers.

Par conséquent, les estimés de la valeur en capital des navires, en 2000, sont ceux pour qui la durée de vie restante de la flotte serait d'une quinzaine d'années en moyenne. Ces estimés tendent donc à hausser la valeur en capital par rapport à la situation réelle. Toutefois, considérant que plusieurs navires ont, dès 2001, soit été envoyés à la casse, soit complètement refaits, la valeur en capital des navires est, dès lors, plus représentative d'une industrie saine et à maturité.

Le calcul de l'amortissement et du coût en capital du navire, pour chacun des scénarios, doit prendre en compte les éléments tels que le nombre de jours de navigation, ainsi que la proportion de jours travaillés par rapport au nombre de jours en lest. En 2000, les écluses de la Voie maritime du Saint-Laurent sont demeurées ouvertes pendant 275 jours¹⁰.

¹⁰ La Corporation de Gestion de la Voie maritime du Saint-Laurent, 2001

Tableau 14
Taux d'occupation des lacquiers

	Jours	Proportion
Autodéchargeurs		
En charge	4 329	61%
En lest	2 763	39%
<i>Sous-total</i>	<i>7 092</i>	<i>100%</i>
Conventionnel		
En charge	3 087	54%
En lest	2 607	46%
<i>Sous-total</i>	<i>5 694</i>	<i>100%</i>
Tous les types		
En charge	7 415	58%
En lest	5 370	42%
Total	12 785	100%

Sources : Innovation maritime, à partir de données des SCTM (GCC)

Le Tableau 14 montre le taux d'occupation des navires en 2000. En moyenne les lacquiers canadiens, conventionnels ou autodéchargeurs, ont transporté des marchandises pendant 58 % du temps. Ces mêmes navires ont donc passé 42 % du temps à se repositionner pour obtenir d'autres marchandises.

Tableau 15
Coût en capital et amortissement des navires (\$/voyage)

	Windsor / Toronto	Thunder Bay / Québec	Thunder Bay / Montréal	Thunder Bay / Port Colborne
Coût / voyage				
Coûts du navire				
Coût en capital	67 216 \$	101 063 \$	101 877 \$	78 827 \$
Amortissement	49 117 \$	73 850 \$	74 445 \$	57 602 \$

Sources : Innovation maritime, divers

Le Tableau 15 expose le coût en capital relié aux voyages à l'étude. Un taux d'opportunité du capital de 8,6 % a été utilisé tout au long de l'étude. En annexe, les mêmes estimations de coûts de transport sont présentées, mais en considérant un taux de 6 % pour l'ensemble du capital. Quant à l'amortissement, ce dernier est calculé en tenant compte de la valeur en capital, de la valeur à la casse du navire et de la durée de vie restante du navire.

La valeur résiduelle du navire a été évaluée en ajustant ce qui sera payé pour sa démolition, à la fin de sa vie utile. De 1989 à 2001, c'est en Inde et au Pakistan que sont payés les meilleurs prix pour la démolition, soit 148,40 \$ US¹¹ par tonne lège en 2000. En assumant un taux de change constant et un taux d'inflation de 2 %, le prix à la tonne lège en 2015 sera d'environ 296,55 \$ CA.

¹¹ ISL, 2002

4.2.4. Gestion, administration et assurances

La portion des dépenses allouées en gestion et en administration a été estimée en fonction d'informations similaires provenant de différentes sources.

Tableau 16
Estimation des frais d'administration (milliers de \$/an)

Compagnie	Pays	Navires	Année	Dépenses (000)	Administration (000)	%
Océanex	Canada	Conteneurs	2005	110 096 \$	7 330 \$	6,66%
Océanex	Canada	Conteneurs	2004	98 433 \$	6 835 \$	6,94%
Belships	Norvège	Vracquier	2001	40 078 \$	4 913 \$	12,26%
Belships	Norvège	Vracquier	2000	68 837 \$	4 831 \$	7,02%
Belships	Norvège	Vracquier	1999	46 495 \$	5 255 \$	11,30%
Genco Shipping	États-Unis	Vracquier	2005	48 160 \$	6 416 \$	13,32%
Association des armateurs canadiens	Canada	Divers	1990	176 073 \$	22 094 \$	12,55%
Association des armateurs canadiens	Canada	Divers	1991	178 623 \$	11 434 \$	6,40%
Moyenne						9,56%

Sources : Innovation maritime, divers

Le Tableau 16 montre qu'indépendamment des navires sous gestion, de l'année de référence ou bien du lieu géographique, les frais de gestion représentent environ 9,5 % des dépenses d'exploitation. Les données recueillies varient entre 6 % et 13 %. Bien que les données datent de quelques années déjà, celles de l'Association des armateurs canadiens (AAC) correspondent à celles plus récentes.

Une approche similaire a été adoptée pour établir les coûts en assurances. En transport maritime, l'assurance se divise en deux catégories. La première concerne la coque et la machinerie, alors que la deuxième est une assurance responsabilité. La différence majeure entre les deux est que la première est offerte par des compagnies d'assurances alors que la deuxième est offerte par des mutuelles d'assurances appelées P&I Club.

Le calcul des primes d'assurance dépend de facteurs tels que :

- Le lieu de navigation
- L'âge du navire
- Le nombre de navires à assurer
- L'historique de réclamation de l'assuré
- Le déductible
- La valeur du bien assuré

Les prévisions de Drewry touchant les primes d'assurance en 2000 sont de 60 000 \$ US¹² par année pour le P&I et de 140 000 \$ US pour la coque et machinerie (C&M), soit un total de 550 \$ US/jour. Ces prévisions concernent des vraquiers relativement modernes, âgés de 5 à 9 ans, de 26 à 28 000 TPL et naviguant un peu partout dans le monde. Moore Stephens compile, quant à eux, les données de dépenses des armateurs internationaux opérant des navires océaniques. Dans leur enquête OpCosts 2003, le total des primes d'assurance était de 308 \$ US/jour. L'échantillonnage est de 104 navires sur 2 150 existants. Le navire moyen a une capacité de 27 708 TPL et il est âgé de 14 ans.

Une troisième source d'information en ce domaine provient de l'AAC. Les membres de l'AAC ont donc payé plus de 1 000 \$ CA/jour d'exploitation pour assurer leurs navires.

Tableau 17
Primes d'assurance coque et machinerie et P&I (\$/jour)

Sources	Pays	Navires	Année	Age	Prime d'assurances
Drewry	Monde	Vraquiers	2000	5-9 ans	814 \$
Moore Stephens	Monde	Vraquiers	2002	19 ans	410 \$
Moore Stephens	Monde	Vraquiers	2003	14 ans	456 \$
Association des armateurs canadiens	Canada	Divers	1990	?	1 045 \$
Association des armateurs canadiens	Canada	Divers	1991	?	1 023 \$

Sources : Innovation maritime, divers

On voit très bien que les primes d'assurance sur les marchés internationaux sont, en moyenne, inférieures à celles que les armateurs canadiens paient sur les Grands Lacs. Malgré que le marché mondial de l'assurance maritime varie sensiblement d'une année à l'autre, la prime d'assurance considérée pour les scénarios est celle présentée par l'AAC, mais actualisée pour tenir compte de l'inflation. La prime sera donc équivalente à 1 261,08 \$ par jour d'opération.

4.2.5. Entretien et cale sèche

Le calcul du coût d'entretien pour les navires types pose également problème. Les travaux d'entretien varient beaucoup d'une entreprise à l'autre. Certaines se cantonnent dans un entretien strictement minimal alors que d'autres en font davantage. Ces dépenses varient également en fonction des incidents survenus et vont aussi varier d'année en année.

Au cours des ans, les navires ne nécessitent pas le même effort d'entretien. Les premières et les dernières années sont celles où l'entretien du navire est au plus bas. Évidemment, l'entretien d'un navire neuf est au minimum. Toutefois, l'armateur se doit de monter un inventaire de pièces de

¹² Drewry Shipping Consultants Ltd, 2003

rechange au cours des premières années. L'entretien d'un navire, en fin de vie utile, est également minimal, puisque les armateurs entendent s'en départir incessamment. Ce sont les navires en milieu de vie utile qui reçoivent donc le plus d'entretien¹³.

Tableau 18
Dépenses d'entretien et cale sèche (\$/jour)

Sources	Pays	Navires	Année	Âge	Dépenses d'entretien (\$/jours)
Drewry	Monde	Vraquiers	2000	5-9 ans	1 376 \$
Moore Stephens	Monde	Vraquiers	2003	14 ans	904 \$
Association des armateurs canadiens	Canada	Divers	1990		1 492 \$
Association des armateurs canadiens	Canada	Divers	1991		2 085 \$

Sources : Innovation maritime, divers

Le Tableau 18 présente les dépenses d'entretien moyennes selon différentes sources. Tel que mentionné par Drewry dans son rapport de 1997, il demeure très difficile de prédire les dépenses que les armateurs consacreront à l'entretien de leur navire, compte tenu de la grande variabilité des montants investis d'une année à l'autre. On constate également que les dépenses d'entretien des membres de l'AAC sont supérieures à celles encourues par les propriétaires de navires internationaux. Donc, pour les fins de l'étude, la moyenne des montants de 1990 et 1991 fournis par l'AAC, et indexée au coût de la vie, sera retenue. Le montant d'entretien sera alors de 2 046 \$ par jour.

Pour confirmer que ce montant demeure raisonnable, Innovation maritime a contacté quelques chantiers maritimes au Canada. Dans certains cas, le coût moyen des cales sèches est inférieur à 1 M\$. Pour d'autres chantiers, qui ont plus régulièrement effectué des cales sèches pour des lacquiers, le coût moyen est de l'ordre de 1,5 M\$. Donc, le coût journalier d'une cale sèche quadriennale varie entre 909 \$ et 1 363 \$ par jour d'exploitation. Ces montants laissent donc une portion variant entre 682 \$ et 1 137 \$ par jour, pour l'entretien régulier.

4.3. Coûts de chargement et de déchargement

Les données opérationnelles et financières dans le secteur des élévateurs à céréales sont très difficiles à obtenir. Premièrement, peu d'entreprises exploitent uniquement des élévateurs portuaires. De plus, ces entreprises privées ne sont pas tenues de divulguer de l'information financière. Agricore United est une coopérative qui offre différents services dans le domaine des céréales, de Vancouver à Thunder Bay, en passant naturellement par les Prairies. L'information publiée dans les rapports financiers

¹³ Moore Stephens, 2003

d'Agricore United présente des données divisées par type d'opération tel que la manipulation de céréales.

Le Tableau 19 présente des extraits et les ratios tirés des rapports annuels d'Agricore United. Les principaux ratios utilisés ont trait à la marge bénéficiaire et aux montants d'actifs en infrastructures, par tonne de capacité d'entreposage. Malheureusement, les données financières pour la manipulation des céréales pour l'année 2000 ne sont pas disponibles. La part de marché en 2004 et 2005 d'Agricore United est d'environ 34 %, ce qui démontre que les ratios utilisés sont représentatifs de ce secteur.

Tableau 19
Extraits des rapports annuels d'Agricore United

	2005	2004	2003	2002	Moyenne
Revenu (k\$)	211 446 \$	213 567 \$	155 000 \$	208 700 \$	197 178 \$
BAIIA (k\$)	67 477 \$	68 700 \$	18 599 \$	56 760 \$	52 884 \$
Marge bénéficiaire	31,91%	32,17%	12,00%	27,20%	26,82%
Infrastructures (k\$)	340 622 \$	505 393 \$	369 508 \$	408 953 \$	406 119 \$
Tonnes manutentionnées (kTonnes)	9 945	10 007	7 411	8 797	9 040
Roulement	7,83	8,30	6,10	6,21	7,11
Actifs (infrastructures) / tonnes de capacité	268,18 \$	419,18 \$	304,37 \$	288,81 \$	319,50 \$
Parts de marché	34,50%	34,70%			34,60%

Sources : Innovation maritime, Agricore United

Dans le cas d'Agricore, le ratio de la valeur des actifs, en infrastructures de manutention par tonne de capacité d'entreposage, est de 319,50 \$ la tonne. La valeur des actifs tient compte des investissements passés, moins l'amortissement cumulé. L'utilisation de ce ratio servira à évaluer la valeur nette des actifs liés à l'entreposage et à la manutention. Il est donc possible d'évaluer la valeur en capital des élévateurs en question, à partir de leur capacité d'entreposage.

Tableau 20
Valeur en capital des élévateurs

	Capacité (tonnes)	Valeur en capital	Coût en capital	Tonnage manutentionné (Tonnes)	Taux de roulement
Thunder Bay	1 338 770	427 730 464 \$	36 784 820 \$	6 390 924	4,77
Montréal	260 000	83 068 728 \$	7 143 911 \$	1 183 290	4,55
Québec	225 000	71 886 399 \$	6 182 230 \$	1 595 329	7,09
Port Colborne	147 000	46 965 781 \$	4 039 057 \$	341 183	2,32

Sources : Innovation maritime, divers

Le Tableau 20 expose l'estimation de la valeur en capital des installations de Thunder Bay, Montréal, Québec et Port Colborne. Il est à noter que comparativement à Agricore, les taux de roulement des infrastructures à l'étude sont équivalents, voire nettement inférieurs. Cette situation a pour effet d'augmenter le coût en capital par tonne chargée ou déchargée.

Le deuxième ratio d'importance, tiré des rapports annuels d'Agricore, est la marge bénéficiaire avant intérêts, impôts et amortissement. Pour les années 2002 à 2005, il a été de 27 % en moyenne pour le créneau manipulation de céréales. Ce ratio sera utilisé pour extraire les autres coûts de chargement et de déchargement du blé. La Commission canadienne des grains publie à chaque année les taux des éleveurs.

Tableau 21
Tarifs et coûts variables pour la manutention de céréales (\$/tonne)

	Manutention		Entreposage		Total	
	Tarifs	Coût	Tarifs	Coût	Tarifs	Coût
Agricore Ltd - Thunder Bay	6,83 \$	5,00 \$	1,62 \$	1,19 \$	8,45 \$	6,18 \$
Cargill Limited - Thunder Bay	7,00 \$	5,12 \$	1,80 \$	1,32 \$	8,80 \$	6,44 \$
Parrish & Heimbecker - Thunder Bay	6,80 \$	4,98 \$	1,62 \$	1,19 \$	8,42 \$	6,16 \$
J.R.I. Terminals - Thunder Bay	6,85 \$	5,01 \$	1,62 \$	1,19 \$	8,47 \$	6,20 \$
S.W.P. - Thunder Bay	6,70 \$	4,90 \$	1,62 \$	1,19 \$	8,32 \$	6,09 \$
U.G.G. - thunder Bay	6,80 \$	4,98 \$	1,62 \$	1,19 \$	8,42 \$	6,16 \$
<i>Moyenne</i>	<i>6,83 \$</i>	<i>5,00 \$</i>	<i>1,65 \$</i>	<i>1,21 \$</i>	<i>8,48 \$</i>	<i>6,21 \$</i>
Bungee -Québec	3,82 \$	2,80 \$	1,41 \$	1,03 \$	5,23 \$	3,83 \$
Montréal	4,02 \$	2,94 \$	1,47 \$	1,08 \$	5,49 \$	4,02 \$
<i>Moyenne</i>	<i>3,92 \$</i>	<i>2,87 \$</i>	<i>1,44 \$</i>	<i>1,05 \$</i>	<i>5,36 \$</i>	<i>3,92 \$</i>

Sources : Commission canadienne des grains, Innovation maritime

Le Tableau 21 expose ici les tarifs facturés par les éleveurs pour la manipulation et l'entreposage du blé pour une période de 30 jours. En appliquant à ces tarifs le ratio de marge bénéficiaire d'Agricore, on obtient un estimé des coûts avant intérêts, impôts et amortissement pour l'opération d'un terminal céréalier. Par la suite, il faut estimer comment ces coûts se répartissent entre les différents postes de dépenses des opérateurs d'éleveurs à grain.

Des discussions avec des opérateurs de terminaux ont permis de déterminer la répartition des dépenses d'opération. Les résultats sont résumés au Tableau 22.

Tableau 22
Répartition des dépenses d'un éleveur à céréales

	Répartition moyenne
Salaires et avantages sociaux	43%
Entretien et réparations	20%
Energie	7%
Amortissement des immobilisations	10%
Taxes foncières	6%
Assurances	3%
Administration	4%
Autres dépenses	7%
Total	100%

Sources : Innovation maritime, divers

Les salaires et les avantages sociaux constituent les principales dépenses d'opération des éleveurs à céréales. Ensuite, suivent les dépenses d'entretien et d'amortissement. Les dépenses énergétiques et

les autres dépenses comptent pour 7 % du total. Il faut noter que les taxes foncières peuvent grandement différer d'une installation à une autre. En effet, les élévateurs appartenant au Gouvernement du Canada, ou à l'une de ses sociétés, ne paient pas de taxes municipales proprement dites. Les taxes foncières sont remplacées par un paiement forfaitaire tenant lieu de taxes. Ce montant est généralement moins élevé que celui qui serait normalement déboursé par un propriétaire privé.

En croisant les informations des Tableau 21 et Tableau 22, il est dès lors possible de déduire les coûts variables et l'amortissement pour l'opération des terminaux céréaliers. Le Tableau 23 expose les estimés de coût pour la manutention et l'entreposage des scénarios impliquant le transport de blé. Bien que le poids des marchandises transportées soit sensiblement le même, le coût en capital varie grandement d'une infrastructure à une autre. En effet, le taux de roulement des élévateurs est un indicateur de leur taux d'utilisation. Comme le taux de roulement de Port Colborne est très inférieur à la moyenne, il en ressort un coût d'opportunité du capital plus élevé à la tonne manutentionnée.

Tableau 23
Coût chargement/déchargement du blé (\$/voyage)

	Thunder Bay / Québec	Thunder Bay / Montréal	Thunder Bay / Port Colborne
Entreposage et chargement			
Coût en capital	68 790 \$	68 125 \$	56 512 \$
Salaires et avantages sociaux	64 072 \$	63 453 \$	52 637 \$
Entretien et réparations	30 169 \$	29 877 \$	24 784 \$
Energie	9 736 \$	9 642 \$	7 998 \$
Amortissement des immobilisations	15 115 \$	14 969 \$	12 417 \$
Taxes foncières	8 438 \$	8 356 \$	6 932 \$
Assurances	4 884 \$	4 837 \$	4 012 \$
Administration	5 933 \$	5 876 \$	4 874 \$
Intérêts	804 \$	796 \$	660 \$
Autres dépenses	9 676 \$	9 582 \$	7 949 \$
Sous-total	217 617 \$	215 513 \$	178 777 \$
Déchargement et entreposage			
Coût en capital	34 188 \$	66 988 \$	207 936 \$
Salaires et avantages sociaux	39 516 \$	41 080 \$	33 270 \$
Entretien et réparations	18 607 \$	19 343 \$	15 666 \$
Energie	6 005 \$	6 242 \$	5 056 \$
Amortissement des immobilisations	9 322 \$	9 691 \$	7 848 \$
Taxes foncières	5 204 \$	5 410 \$	4 381 \$
Assurances	3 012 \$	3 131 \$	2 536 \$
Administration	3 659 \$	3 804 \$	3 081 \$
Intérêts	496 \$	515 \$	417 \$
Autres dépenses	5 967 \$	6 204 \$	5 024 \$
Sous-total	125 977 \$	162 408 \$	285 216 \$
Total manutention et entreposage	343 593 \$	377 921 \$	463 993 \$

Sources : Innovation maritime, divers

En ce qui a trait au chargement du sel à Windsor, les installations utilisées sont montrées par la photo aérienne suivante.

Figure 2
Installations de sel à Windsor



Les installations minimales servant au chargement du navire sont :

1. Une aire d'entreposage de 45 000 m²
2. Une chargeuse sur pneus grande capacité
3. Une trémie de réception (hopper)
4. Un ensemble de convoyeurs d'environ 370 mètres de long
5. Un bras fixe de chargement du navire

La capacité du système est d'environ 1 500 t/heure. Pour charger les différentes cales du navire, c'est le navire qui est déplacé, puisque le bras de chargement est fixe.

Les estimations du coût d'acquisition et d'exploitation de ce genre d'installation ont été fournies par Continental Conveyors & Machine Works Ltd et Hewitt Équipements Limitée de Baie-Comeau. Les discussions ont fait ressortir les informations présentées au Tableau 24.

Tableau 24
Données servant aux estimations pour le chargement de sel

Actifs		
Matériel		
1 chargeuse sur roue (CAT 992G)	1,50	M\$
1 Trémie (hopper)	0,15	M\$
5 convoyeurs de 30m	1,90	M\$
1 convoyeur de 220 m	2,20	M\$
1 flèche de chargement fixe (23 m de porte-à-faux)	0,75	M\$
Terrain de 45000m2 (Windsor)	1,31	M\$
Terrain de 22700m2 (Toronto)	3,06	M\$
Main-d'œuvre	10,87	
Chargeuse	1	Employé
Convoyeur	3	Employés
Entretien	15	jours/an
Salaires moyens	50	\$/heure
Autres		
Puissance du convoyeur	450	kW
Pièces de rechanges	100 000	\$/an
Capacité moyenne du convoyeur	1 000	t/heure
Expédition annuelle de sel à Windsor	1 548 434	Tonnes

Sources : Innovation maritime, divers

La superficie des terrains a été estimée à partir de photos prises par satellite. Quant à la valeur de ces derniers, une recherche de terrains comparables a été faite à l'aide du site Internet de l'Association canadienne de l'immeuble (www.sia.ca). Cette recherche a permis d'estimer la valeur d'un terrain industriel dans la région de Windsor à environ 2,70 \$ le pied carré et à 12,50 \$ dans la région de Toronto.

Innovation maritime est entrée en contact avec la Compagnie minière IOC de Sept-Îles pour en savoir davantage sur l'opération d'installations de chargement de vrac par convoyeurs. À la suite de ses discussions, Innovation maritime a conclu que les installations d'IOC n'avaient rien à voir avec celles utilisées pour le chargement du sel. En effet, la capacité, à Sept-Îles, des convoyeurs est de 7 500 t/heure. Pour maintenir un tel rythme, la Compagnie minière IOC est équipée d'une chargeuse à godets mobile, ainsi que d'un chargeur de navire mobile.

Figure 3
Chargeuse à godets



Sources : Compagnie minière IOC

Figure 4
Chargeur de navire mobile

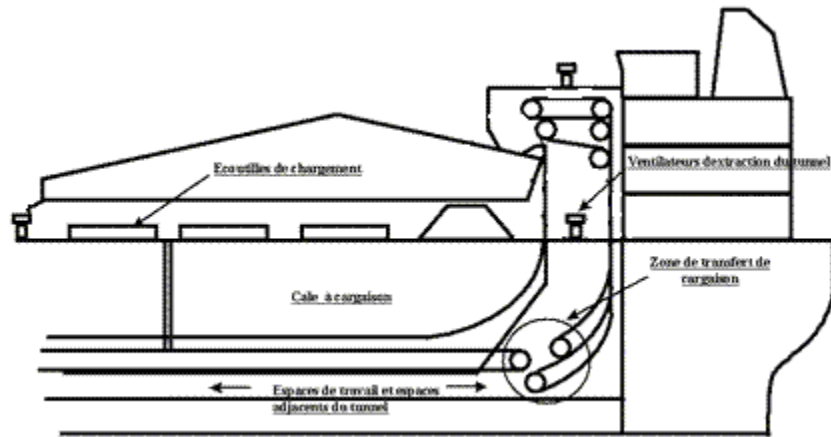


Sources : Compagnie minière IOC

Des installations du type que possède la Compagnie minière IOC excèdent donc, selon eux, les 100 M\$.

Autre comparatif, la construction d'un système d'autodéchargement à bord d'un navire est estimée à 10 M\$ CA selon l'armateur contacté. Le coût inclut le convoyeur en fond de cale, le convoyeur d'élévation ainsi que le mât de déchargement.

Figure 5
Système d'autodéchargeur (élévation)



Sources : Transports Canada

La capacité de déchargement de ces systèmes est d'environ 2 000 à 3 000 t/heure. Or, bien que leur conception soit similaire, la construction d'un système d'autodéchargement sur un navire est tout de même très différente de celle d'un système terrestre.

Les coûts estimés pour l'entreposage et la manutention du sel sont résumés au Tableau 25.

Tableau 25
Estimation des coûts d'entreposage et de manutention de sel (\$/voyage)

	Windsor / Toronto
Entreposage et chargement	
Coût en capital	6 760 \$
Salaires et avantages sociaux	5 876 \$
Entretien et réparations	1 828 \$
Energie	1 297 \$
Amortissement des immobilisations	3 737 \$
Taxes foncières	903 \$
Assurances	522 \$
Administration	635 \$
Intérêts	86 \$
Autres dépenses	1 035 \$
Sous-total	22 626 \$
Déchargement et entreposage	
Coût en capital	29 264 \$
Salaires et avantages sociaux	
Entretien et réparations	
Energie	
Amortissement des immobilisations	
Taxes foncières	
Assurances	
Administration	
Intérêts	
Autres dépenses	
Sous-total	29 264 \$
Total manutention et entreposage	51 890 \$

Sources : Innovation maritime, divers

L'estimation des coûts des salaires, d'entretien et d'énergie pour le chargement est faite à partir des données transmises à la suite de discussions avec les fournisseurs d'équipement. Pour ce qui est des taxes foncières, des assurances, des frais d'administration, d'intérêts et des autres dépenses, l'estimation a été faite à partir des pourcentages que ces derniers représentent pour les élévateurs à céréales.

Tableau 26
Répartition des autres dépenses d'entreposage
et de manutention de sel

	Répartition moyenne
Taxes foncières	6%
Assurances	3%
Administration	4%
Autres dépenses	7%
Total	100%

Sources : Innovation maritime, divers

À Toronto, il n'y a aucune infrastructure en tant que telle, puisque les navires autodéchargeurs empilent le sel directement sur l'aire d'entreposage.

À Windsor, les coûts d'amortissement et de capital sont très faibles. La manutention de plus de 1,5 million de tonnes de sel en 2000 explique cette situation.

4.4. Coûts d'entreposage

À la section précédente, les coûts de chargement et de déchargement du blé incluaient la manutention et l'entreposage pour 30 jours. Pour extraire les coûts de manutention, il faut d'abord connaître leur part dans les coûts de chargement et de déchargement. Le Tableau 21 permet de déterminer cette proportion, qui est transcrite au Tableau 27.

Tableau 27
Manutention versus entreposage du blé

	Manutention	Entreposage
Chargement		
Thunder Bay	81%	19%
Déchargement		
Québec	73%	27%
Montréal	73%	27%
Port-Colborne	73%	27%

Sources : Innovation maritime, divers

Nous constatons donc que pour être en mesure de ne considérer que les coûts relatifs à la manutention, il faut réduire de 19 % les coûts de chargement et de 27 % les coûts de déchargement du blé.

Dans le cas du sel, les coûts d'entreposage se résument aux coûts en capital liés aux terrains utilisés à cette fin. Cette estimation doit toutefois assumer que, soit le transbordement se fait en intermodalité parfaite, soit les coûts d'entreposage doivent être calculés dans un autre ensemble de coût. On entend par intermodalité parfaite le transbordement direct entre les modes, sans rupture de charge nécessitant un entreposage. À partir de la photo aérienne du terminal de Windsor, la portion du coût en capital des terrains utilisés pour l'entreposage est estimée à 75 % de la superficie. En effet, même sans entreposage, des terrains sont nécessaires pour y installer les équipements de transbordement.

Tableau 28
Manutention versus l'entreposage du sel

Actifs	Coût en capital	Pourcentage
1 chargeuse sur roue (CAT 992G)	665 \$	9,8%
1 Trémie (hopper)	67 \$	1,0%
5 convoyeurs de 30m	843 \$	12,5%
1 convoyeur de 220 m	976 \$	14,4%
1 flèche de chargement fixe (23 m de porte-à-faux)	333 \$	4,9%
Terrain de 45000m2 (Windsor)	1 160 \$	17,2%
Terrain de 22700m2 (Toronto)	2 717 \$	40,2%
Sous-total manutention	3 853 \$	57,0%
Sous-total entreposage	2 908 \$	43,0%
Total	6 760 \$	100,0%

Sources : Innovation maritime, divers

L'estimation de la répartition des coûts de transbordement de sel faite au Tableau 28 montre que 57 % des coûts sont imputables aux activités de manutention. La valeur élevée des terrains servant à l'entreposage au centre-ville de Toronto, par rapport aux faibles valeurs en capital des équipements de manutention, explique le peu d'écart entre l'entreposage et la manutention.

Ainsi, en appliquant le facteur de correction correspondant, il est aisé de considérer uniquement les coûts de chargement et de déchargement se rapportant uniquement à la manutention.

5. Coûts unitaires du transport maritime au Canada

Les tableaux suivants présentent les résultats obtenus pour chacun des scénarios. Les coûts de déchargement à Port Colborne sont nettement supérieurs à ceux des autres élévateurs à céréales. La raison en est que Port Colborne, au fil des ans, manutentionne de moins en moins de céréales. Cette situation augmente donc sensiblement le coût en capital pour le blé qui y transite.

Tableau 29
Coût au voyage

	Windsor / Toronto	Thunder Bay / Québec	Thunder Bay / Montréal	Thunder Bay / Port Colborne
	Coût / voyage	Coût / voyage	Coût / voyage	Coût / voyage
Entreposage et chargement				
Coût en capital	6 760 \$	68 790 \$	68 125 \$	56 512 \$
Salaires et avantages sociaux	5 876 \$	64 072 \$	63 453 \$	52 637 \$
Entretien et réparations	1 828 \$	30 169 \$	29 877 \$	24 784 \$
Energie	1 297 \$	9 736 \$	9 642 \$	7 998 \$
Amortissement des immobilisations	3 737 \$	15 115 \$	14 969 \$	12 417 \$
Taxes foncières	903 \$	8 438 \$	8 356 \$	6 932 \$
Assurances	522 \$	4 884 \$	4 837 \$	4 012 \$
Administration	635 \$	5 933 \$	5 876 \$	4 874 \$
Intérêts	86 \$	804 \$	796 \$	660 \$
Autres dépenses	1 035 \$	9 676 \$	9 582 \$	7 949 \$
Sous-total	22 626 \$	217 617 \$	215 513 \$	178 777 \$
Coûts au port de chargement				
Droits de ports	- \$	576 \$	592 \$	491 \$
Frais sur cargo	801 \$	1 305 \$	1 292 \$	1 186 \$
Frais de la Fédération maritime	85 \$	85 \$	85 \$	85 \$
Sous-total	886 \$	1 966 \$	1 969 \$	1 762 \$
Coûts de voyage				
Carburant et lubrifiants	14 504 \$	27 893 \$	27 207 \$	24 696 \$
Main-d'œuvre et provisions	38 585 \$	64 328 \$	63 918 \$	13 089 \$
Pilotage	- \$	3 740 \$	982 \$	- \$
Voie maritime (écluses)	22 174 \$	34 689 \$	34 541 \$	9 107 \$
Frais de la Garde côtière canadienne	896 \$	4 359 \$	3 913 \$	- \$
Sous-total	76 159 \$	135 008 \$	130 562 \$	46 892 \$
Coûts du navire				
Coût en capital	67 216 \$	101 063 \$	101 877 \$	78 827 \$
Amortissement	49 117 \$	73 850 \$	74 445 \$	57 602 \$
Gestion et administration	6 543 \$	11 433 \$	11 165 \$	5 023 \$
Entretien et cale sèche	9 216 \$	15 365 \$	15 267 \$	14 241 \$
Assurances	5 681 \$	9 470 \$	9 410 \$	8 777 \$
Sous-total	137 774 \$	211 182 \$	212 165 \$	164 470 \$
Coûts au port de déchargement				
Droits de quai	1 450 \$	932 \$	1 713 \$	- \$
Droits de ports	- \$	495 \$	494 \$	- \$
Frais de la Fédération maritime	85 \$	85 \$	85 \$	85 \$
Sous-total	1 535 \$	1 513 \$	2 292 \$	85 \$
Déchargement et entreposage				
Coût en capital	29 264 \$	34 188 \$	66 988 \$	207 936 \$
Salaires et avantages sociaux		39 516 \$	41 080 \$	33 270 \$
Entretien et réparations		18 607 \$	19 343 \$	15 666 \$
Energie		6 005 \$	6 242 \$	5 056 \$
Amortissement des immobilisations		9 322 \$	9 691 \$	7 848 \$
Taxes foncières		5 204 \$	5 410 \$	4 381 \$
Assurances		3 012 \$	3 131 \$	2 536 \$
Administration		3 659 \$	3 804 \$	3 081 \$
Intérêts		496 \$	515 \$	417 \$
Autres dépenses		5 967 \$	6 204 \$	5 024 \$
Sous-total	29 264 \$	125 977 \$	162 408 \$	285 216 \$
Total	268 244 \$	693 262 \$	724 909 \$	677 202 \$

Sources : Innovation maritime, divers

Donc, advenant le cas d'une rationalisation des infrastructures, à Port Colborne, pour en arriver à un taux de roulement de 7, le coût en capital serait alors de l'ordre de grandeur des autres.

Tableau 30
Coût à la tonne

	Windsor / Toronto	Thunder Bay / Québec	Thunder Bay / Montréal	Thunder Bay / Port Colborne
	Coût/tonne	Coût/tonne	Coût/tonne	Coût/tonne
Entreposage et chargement				
Coût en capital	0,25 \$	2,91 \$	2,85 \$	2,88 \$
Salaires et avantages sociaux	0,22 \$	2,68 \$	2,68 \$	2,68 \$
Entretien et réparations	0,07 \$	1,26 \$	1,26 \$	1,26 \$
Energie	0,05 \$	0,41 \$	0,41 \$	0,41 \$
Amortissement des immobilisations	0,14 \$	0,63 \$	0,63 \$	0,63 \$
Taxes foncières	0,03 \$	0,35 \$	0,35 \$	0,35 \$
Assurances	0,02 \$	0,20 \$	0,20 \$	0,20 \$
Administration	0,02 \$	0,25 \$	0,25 \$	0,25 \$
Intérêts	0,00 \$	0,03 \$	0,03 \$	0,03 \$
Autres dépenses	0,04 \$	0,40 \$	0,40 \$	0,40 \$
<i>Sous-total</i>	<i>0,60 \$</i>	<i>9,11 \$</i>	<i>9,06 \$</i>	<i>9,08 \$</i>
Coûts au port de chargement				
Droits de ports		0,02 \$	0,02 \$	0,03 \$
Frais sur cargo	0,03 \$	0,06 \$	0,05 \$	0,06 \$
Frais de la Fédération maritime	0,00 \$	0,00 \$	0,00 \$	0,00 \$
<i>Sous-total</i>	<i>0,03 \$</i>	<i>0,08 \$</i>	<i>0,08 \$</i>	<i>0,09 \$</i>
Coûts de voyage				
Carburant et lubrifiants	0,54 \$	1,18 \$	1,14 \$	1,26 \$
Main-d'œuvre et provisions	1,44 \$	2,72 \$	2,67 \$	0,67 \$
Pilotage		0,16 \$	0,04 \$	- \$
Voie maritime (écluses)	0,83 \$	1,47 \$	1,45 \$	0,46 \$
Frais de la Garde côtière canadienne	0,03 \$	0,18 \$	0,16 \$	- \$
<i>Sous-total</i>	<i>2,85 \$</i>	<i>5,70 \$</i>	<i>5,46 \$</i>	<i>2,39 \$</i>
Coûts du navire				
Coût en capital	2,52 \$	4,27 \$	4,26 \$	4,01 \$
Amortissement	1,84 \$	3,12 \$	3,11 \$	2,93 \$
Gestion et administration	0,24 \$	0,48 \$	0,47 \$	0,26 \$
Entretien et cale sèche	0,35 \$	0,65 \$	0,64 \$	0,73 \$
Assurances	0,21 \$	0,40 \$	0,39 \$	0,45 \$
<i>Sous-total</i>	<i>5,16 \$</i>	<i>8,92 \$</i>	<i>8,88 \$</i>	<i>8,38 \$</i>
Coûts au port de déchargement				
Droits de quaiage	0,05 \$	0,04 \$	0,07 \$	- \$
Droits de ports	- \$	0,02 \$	0,02 \$	- \$
Frais de la Fédération maritime	0,00 \$	0,00 \$	0,00 \$	0,00 \$
<i>Sous-total</i>	<i>0,06 \$</i>	<i>0,06 \$</i>	<i>0,10 \$</i>	<i>0,00 \$</i>
Déchargement et entreposage				
Coût en capital	1,10 \$	1,44 \$	2,80 \$	10,59 \$
Salaires et avantages sociaux		1,65 \$	1,74 \$	1,69 \$
Entretien et réparations		0,78 \$	0,82 \$	0,80 \$
Energie		0,25 \$	0,26 \$	0,26 \$
Amortissement des immobilisations		0,39 \$	0,41 \$	0,40 \$
Taxes foncières		0,22 \$	0,23 \$	0,22 \$
Assurances		0,13 \$	0,13 \$	0,13 \$
Administration		0,15 \$	0,16 \$	0,16 \$
Intérêts		0,02 \$	0,02 \$	0,02 \$
Autres dépenses		0,25 \$	0,26 \$	0,26 \$
<i>Sous-total</i>	<i>1,10 \$</i>	<i>5,27 \$</i>	<i>6,82 \$</i>	<i>14,51 \$</i>
Total	9,79 \$	29,15 \$	30,39 \$	34,45 \$

Sources : Innovation maritime, divers

Dans les scénarios de blé, le coût relatif à la manutention représente environ 50 % des coûts de transport. En effet, comparativement au sel, le blé nécessite d'imposantes infrastructures de stockage qui, à l'heure actuelle ne sont pas utilisées à leur plein potentiel. Les élévateurs de Québec réussissent à manutentionner plus de céréales, compte tenu des arrivages par voie ferroviaire et des réexpéditions vers les marchés internationaux.

Autre information intéressante, certains armateurs ont mentionné le fait que les taux de fret, pour le transport du grain entre Thunder Bay et le Saint-Laurent, étaient de l'ordre des 14 \$ la tonne. En considérant uniquement les coûts du transport maritime des scénarios vers Québec et Montréal, on obtient des coûts variant entre 14 \$ et 15 \$ la tonne. Les coûts économiques sont donc supérieurs aux taux de frets maritimes. Or, on se souviendra que la valeur en capital des navires a été majorée pour pouvoir estimer la valeur d'une flotte en bon état.

En adoptant la même approche avec les tarifs de manutention du blé, le Tableau 21 montre que ces tarifs sont d'environ 14 \$ la tonne pour chacun des scénarios. Pour les terminaux de Québec et Montréal, le coût économique varie entre 14 \$ et 16 \$ la tonne. Dans le cas de Port-Colborne, le coût dépasse les 23 \$ la tonne. Ainsi, tout comme pour la portion navire, les coûts de la portion portuaire semblent inclure une surestimation du coût en capital.

La faiblesse des coûts de chargement du sel s'explique également par le fait que les infrastructures de Windsor ont manutentionné plus de 1,5 million de tonnes en 2000 et que ses infrastructures de chargement sont relativement simples.

Avec une perspective de coût à la tonne-kilomètre, la manutention du sel à Toronto est sensiblement équivalente aux coûts de déchargement des céréales à Québec.

Tableau 31
Coût à la tonne-kilomètre

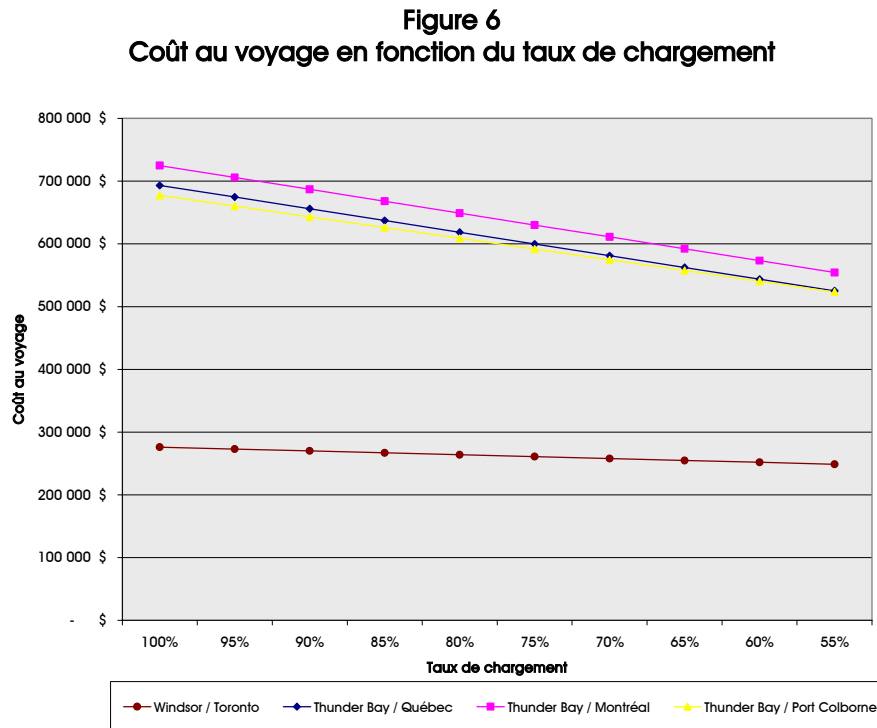
	Windsor / Toronto	Thunder Bay / Québec	Thunder Bay / Montréal	Thunder Bay / Port Colborne
	Coût/tonne - kilomètre	Coût/tonne - kilomètre	Coût/tonne - kilomètre	Coût/tonne - kilomètre
Entreposage et chargement				
Coût en capital	0,0005 \$	0,0013 \$	0,0014 \$	0,0021 \$
Salaires et avantages sociaux	0,0005 \$	0,0012 \$	0,0014 \$	0,0020 \$
Entretien et réparations	0,0001 \$	0,0006 \$	0,0007 \$	0,0009 \$
Energie	0,0001 \$	0,0002 \$	0,0002 \$	0,0003 \$
Amortissement des immobilisations	0,0003 \$	0,0003 \$	0,0003 \$	0,0005 \$
Taxes foncières	0,0001 \$	0,0002 \$	0,0002 \$	0,0003 \$
Assurances	0,0000 \$	0,0001 \$	0,0001 \$	0,0002 \$
Administration	0,0001 \$	0,0001 \$	0,0001 \$	0,0002 \$
Intérêts	0,0000 \$	0,0000 \$	0,0000 \$	0,0000 \$
Autres dépenses	0,0001 \$	0,0002 \$	0,0002 \$	0,0003 \$
<i>Sous-total</i>	<i>0,0013 \$</i>	<i>0,0042 \$</i>	<i>0,0046 \$</i>	<i>0,0068 \$</i>
Coûts au port de chargement				
Droits de ports	- \$	0,0000 \$	0,0000 \$	0,0000 \$
Frais sur cargo	0,0001 \$	0,0000 \$	0,0000 \$	0,0000 \$
Frais de la Fédération maritime	0,0000 \$	0,0000 \$	0,0000 \$	0,0000 \$
<i>Sous-total</i>	<i>0,0001 \$</i>	<i>0,0000 \$</i>	<i>0,0000 \$</i>	<i>0,0001 \$</i>
Coûts de voyage				
Carburant et lubrifiants	0,0012 \$	0,0005 \$	0,0006 \$	0,0009 \$
Main-d'œuvre et provisions	0,0031 \$	0,0012 \$	0,0014 \$	0,0005 \$
Pilotage		0,0001 \$	0,0000 \$	- \$
Voie maritime (écluses)	0,0018 \$	0,0007 \$	0,0008 \$	0,0003 \$
Frais de la Garde côtière canadienne	0,0001 \$	0,0001 \$	0,0001 \$	- \$
<i>Sous-total</i>	<i>0,0061 \$</i>	<i>0,0026 \$</i>	<i>0,0029 \$</i>	<i>0,0018 \$</i>
Coûts du navire				
Coût en capital	0,0054 \$	0,0019 \$	0,0022 \$	0,0030 \$
Amortissement	0,0039 \$	0,0014 \$	0,0016 \$	0,0022 \$
Gestion et administration	0,0005 \$	0,0002 \$	0,0002 \$	0,0002 \$
Entretien et cale sèche	0,0007 \$	0,0003 \$	0,0003 \$	0,0005 \$
Assurances	0,0005 \$	0,0002 \$	0,0002 \$	0,0003 \$
<i>Sous-total</i>	<i>0,0110 \$</i>	<i>0,0041 \$</i>	<i>0,0047 \$</i>	<i>0,0062 \$</i>
Coûts au port de déchargement				
Droits de quaiage	0,0001 \$	0,0000 \$	0,0000 \$	- \$
Droits de ports	- \$	0,0000 \$	0,0000 \$	- \$
Frais de la Fédération maritime	0,0000 \$	0,0000 \$	0,0000 \$	0,0000 \$
<i>Sous-total</i>	<i>0,0001 \$</i>	<i>0,0000 \$</i>	<i>0,0001 \$</i>	<i>0,0000 \$</i>
Déchargement et entreposage				
Coût en capital	0,0023 \$	0,0007 \$	0,0015 \$	0,0079 \$
Salaires et avantages sociaux		0,0008 \$	0,0009 \$	0,0013 \$
Entretien et réparations		0,0004 \$	0,0004 \$	0,0006 \$
Energie		0,0001 \$	0,0001 \$	0,0002 \$
Amortissement des immobilisations		0,0002 \$	0,0002 \$	0,0003 \$
Taxes foncières		0,0001 \$	0,0001 \$	0,0002 \$
Assurances		0,0001 \$	0,0001 \$	0,0001 \$
Administration		0,0001 \$	0,0001 \$	0,0001 \$
Intérêts		0,0000 \$	0,0000 \$	0,0000 \$
Autres dépenses		0,0001 \$	0,0001 \$	0,0002 \$
<i>Sous-total</i>	<i>0,0023 \$</i>	<i>0,0024 \$</i>	<i>0,0036 \$</i>	<i>0,0108 \$</i>
Total	0,0209 \$	0,0133 \$	0,0158 \$	0,0257 \$

Sources : Innovation maritime, divers

Les infrastructures de Toronto reçoivent près du cinquième du sel manutentionné à Windsor. De plus, la relativement courte distance du scénario de sel augmente le coût du transport à la tonne-kilomètre.

5.1. Analyse de sensibilité

L'analyse de sensibilité a été réalisée en variant le taux de chargement des navires. On se souviendra d'abord du scénario de transport de sel à un taux de remplissage à 87 % de la capacité en tonne du navire. Quant à eux, les navires transportant du grain sont à pleine capacité en terme de volume, mais non en terme de poids.

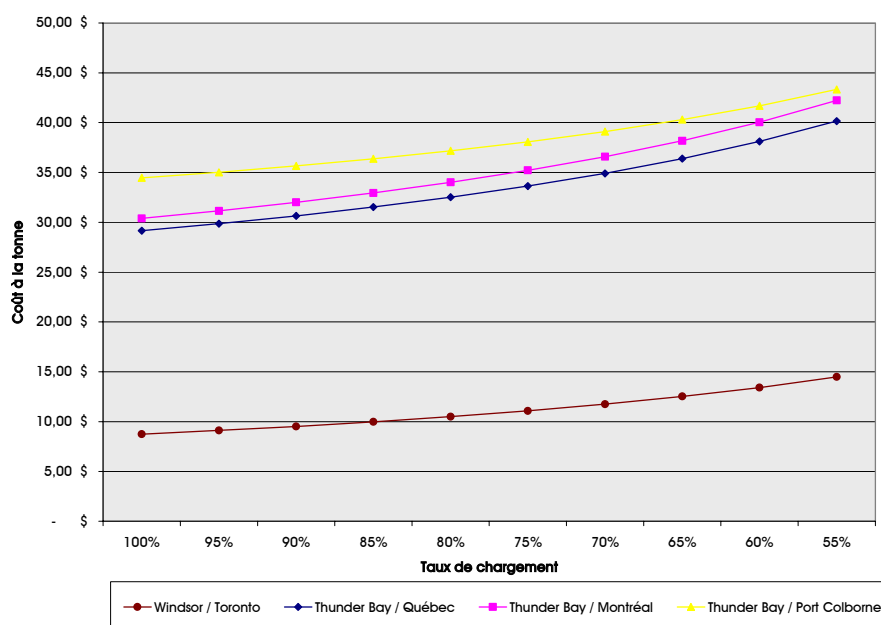


Sources : Innovation maritime, divers

Il est évident que le coût par voyage diminue lorsque le taux de chargement est moindre. En effet, les frais d'entreposage, de manutention et certains péages des écluses sont fonction de la quantité de cargo. Malgré des voyages pleins à 55 %, les coûts par voyage ne diminuent pas cependant proportionnellement. En fait, chaque baisse de 5 % du taux de chargement implique une diminution d'au plus 3,44 % des coûts de voyage et est inférieure à 1,2 % dans le cas du sel.

D'un autre côté, la diminution de la quantité transportée influence à la hausse les coûts à la tonne. La Figure 7 et la Figure 8 montrent que l'augmentation n'est pas linéaire, mais faiblement exponentielle.

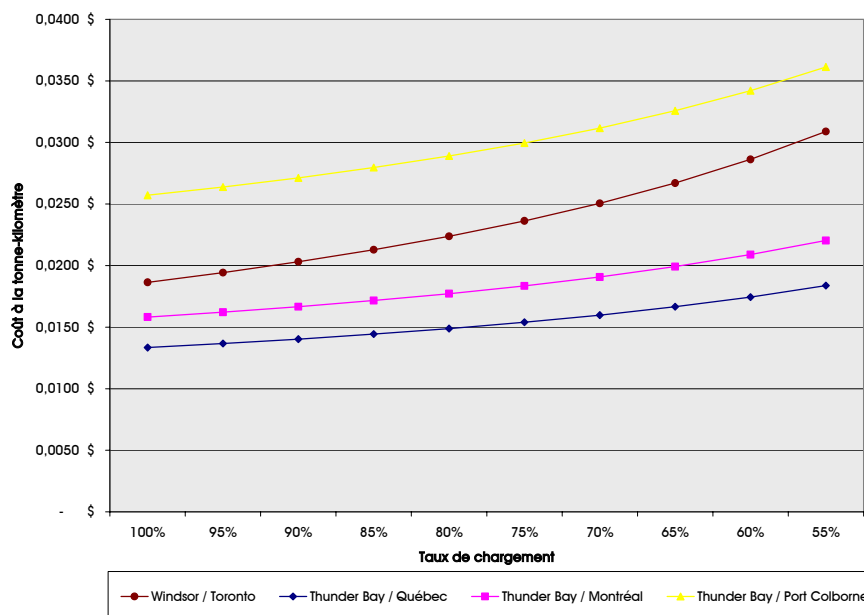
Figure 7
Coût à la tonne en fonction du taux de chargement



Sources : Innovation maritime, divers

On remarque également que plus le trajet est court, plus l'augmentation est marquée. En effet, le Tableau 33 montre que chaque diminution de 5 % du taux de chargement augmente le coût à la tonne-kilomètre du transport du sel de 4 à 8 %.

Figure 8
Coût à la tonne-kilomètre en fonction du taux de chargement



Sources : Innovation maritime, divers

Tableau 32
Coût en fonction des taux de chargement

Windsor / Toronto				Thunder Bay / Québec			Thunder Bay / Montréal			Thunder Bay / Port Colborne		
Taux de chargement	Coût / voyage	Coût/tonne - kilomètre	Coût/tonne	Coût / voyage	Coût/tonne - kilomètre	Coût/tonne	Coût / voyage	Coût/tonne - kilomètre	Coût/tonne	Coût / voyage	Coût/tonne - kilomètre	Coût/tonne
100%	276 830 \$	0,0185 \$	8,66 \$	693 262 \$	0,0133 \$	29,15 \$	724 909 \$	0,0158 \$	30,39 \$	677 202 \$	0,0257 \$	34,45 \$
95%	273 764 \$	0,0192 \$	9,03 \$	674 574 \$	0,0137 \$	29,86 \$	705 943 \$	0,0162 \$	31,15 \$	660 116 \$	0,0264 \$	35,02 \$
90%	270 697 \$	0,0201 \$	9,43 \$	655 886 \$	0,0140 \$	30,65 \$	686 978 \$	0,0167 \$	32,00 \$	643 029 \$	0,0271 \$	35,66 \$
85%	267 630 \$	0,0211 \$	9,89 \$	637 198 \$	0,0144 \$	31,52 \$	668 013 \$	0,0172 \$	32,94 \$	625 943 \$	0,0280 \$	36,37 \$
80%	264 564 \$	0,0222 \$	10,40 \$	618 511 \$	0,0149 \$	32,51 \$	649 048 \$	0,0177 \$	34,01 \$	608 856 \$	0,0289 \$	37,17 \$
75%	261 497 \$	0,0234 \$	10,98 \$	599 823 \$	0,0154 \$	33,63 \$	630 082 \$	0,0183 \$	35,21 \$	591 770 \$	0,0300 \$	38,07 \$
70%	258 430 \$	0,0248 \$	11,64 \$	581 135 \$	0,0160 \$	34,91 \$	611 117 \$	0,0191 \$	36,59 \$	574 684 \$	0,0312 \$	39,11 \$
65%	255 363 \$	0,0264 \$	12,40 \$	562 447 \$	0,0167 \$	36,39 \$	592 152 \$	0,0199 \$	38,18 \$	557 597 \$	0,0326 \$	40,30 \$
60%	252 297 \$	0,0283 \$	13,29 \$	543 759 \$	0,0174 \$	38,11 \$	573 187 \$	0,0209 \$	40,03 \$	540 511 \$	0,0342 \$	41,69 \$
55%	249 230 \$	0,0306 \$	14,34 \$	525 071 \$	0,0184 \$	40,15 \$	554 222 \$	0,0220 \$	42,22 \$	523 424 \$	0,0361 \$	43,34 \$

Sources : Innovation maritime, divers

Tableau 33
Variation des coûts en fonction des taux de chargement

Windsor / Toronto				Thunder Bay / Québec			Thunder Bay / Montréal			Thunder Bay / Port Colborne		
Taux de chargement	Coût / voyage	Coût/tonne - kilomètre	Coût/tonne	Coût / voyage	Coût/tonne - kilomètre	Coût/tonne	Coût / voyage	Coût/tonne - kilomètre	Coût/tonne	Coût / voyage	Coût/tonne - kilomètre	Coût/tonne
100%												
95%	-1,11%	4,22%	4,22%	-2,70%	2,43%	2,42%	-2,62%	2,53%	2,50%	-2,52%	2,61%	1,66%
90%	-1,12%	4,49%	4,49%	-2,77%	2,63%	2,63%	-2,69%	2,74%	2,71%	-2,59%	2,82%	1,81%
85%	-1,13%	4,81%	4,81%	-2,85%	2,87%	2,86%	-2,76%	2,98%	2,95%	-2,66%	3,07%	1,99%
80%	-1,15%	5,16%	5,16%	-2,93%	3,13%	3,13%	-2,84%	3,26%	3,23%	-2,73%	3,35%	2,20%
75%	-1,16%	5,56%	5,56%	-3,02%	3,44%	3,44%	-2,92%	3,58%	3,54%	-2,81%	3,67%	2,43%
70%	-1,17%	6,02%	6,02%	-3,12%	3,80%	3,81%	-3,01%	3,95%	3,91%	-2,89%	4,05%	2,72%
65%	-1,19%	6,55%	6,55%	-3,22%	4,23%	4,23%	-3,10%	4,38%	4,34%	-2,97%	4,49%	3,05%
60%	-1,20%	7,17%	7,17%	-3,32%	4,73%	4,74%	-3,20%	4,90%	4,86%	-3,06%	5,01%	3,45%
55%	-1,22%	7,91%	7,91%	-3,44%	5,34%	5,35%	-3,31%	5,52%	5,47%	-3,16%	5,64%	3,95%

Sources : Innovation maritime, divers

6. Discussion

Les résultats de l'étude permettent de tirer certains constats. Le premier a trait au fait que les dépenses fixes représentent une importante proportion des dépenses d'exploitation. Que le navire soit plein ou vide, les coûts de main-d'œuvre et en capital, notamment, demeurent constants. Les coûts de carburant demeurent également relativement constants. Pour voir le jour, le transport maritime nécessite d'importants investissements en capital. Que ce soit pour les navires, les infrastructures portuaires, les équipements de manutention et d'entreposage ou pour les écluses, toutes ces infrastructures coûtent des millions de dollars avant même qu'une seule tonne de marchandise ne puisse être transportée. En conséquence, lorsque le taux de chargement diminue de moitié, le coût par voyage de transport ne diminue pas d'autant.

Évidemment, les revenus des armateurs sont directement liés au taux de chargement. Alors, bien que les coûts au voyage varient peu, il est crucial pour la rentabilité de l'entreprise de maintenir les navires pleins le plus grand nombre de jours possibles durant l'année.

La sous-utilisation de certains élévateurs à céréales influence à la hausse la part des coûts liés à l'entreposage et à la manutention du blé. Dans le cas du sel, les coûts de manutention et d'entreposage représentent environ 16 % des coûts de transport. Le cas du sel démontre que le transport maritime demeure peu coûteux et ce, même sur de relativement courtes distances (470 km). Cette observation demeure vraie, à condition cependant que les infrastructures maritimes soient réduites à leur plus simple expression, qu'elles servent à pleine capacité et que la demande de transport le soit pour quelques centaines de tonnes annuellement.

À l'opposé, la sous-utilisation des infrastructures mine la rentabilité du transport maritime et ce, même s'il s'effectue sur une plus longue distance. En effet, l'exemple du blé entre Thunder Bay et Port Colborne illustre bien ce phénomène. Malgré les 1 300 kilomètres à parcourir, ce scénario est le plus dispendieux, économiquement, des quatre scénarios, à la tonne-kilomètre.

Tel qu'indiqué au Tableau 14, le taux d'utilisation de la flotte de navires est en moyenne de 58 %. Alors, l'analyse de sensibilité peut, dans une certaine mesure, servir d'approximation de l'influence du taux d'utilisation des navires sur le coût de transport maritime. En effet, au lieu de considérer un navire plein à 100 % pendant 58 % du temps, l'équivalence à considérer serait celle d'un navire plein à 58 %, en tout temps. D'un point de vue navire, ce genre d'approximation est plausible, puisque la majorité des coûts ne dépendent pas de la quantité de marchandise transportée. D'un autre côté, les dépenses au voyage de manutention et d'entreposage dépendent directement de la quantité de

marchandise. Dès lors, en utilisant le coût à la tonne, il est possible d'avoir une approximation raisonnable de l'influence des jours de lest sur les coûts du transport maritime. En effet, le coût à la tonne pour la manutention est constant puisque, à la base, il est calculé par tonne manutentionnée. Ensuite, le coût à la tonne du transport maritime est directement influencé par le taux de chargement, compte tenu du fait que les coûts de voyage sont plus ou moins constants. Donc, en diminuant le taux de chargement à 58 %, le coût à la tonne augmente en conséquence.

Dans les analyses de sensibilité, le coût à la tonne peut donc servir d'approximation de l'influence des voyages à vide sur le coût de transport, puisqu'il est le seul à rencontrer les critères nécessaires à l'obtention d'une approximation plausible.

Par conséquent, en assumant que seulement 58 % des temps de voyage sont payants, les voyages à lège des navires augmentent, pour leur part, de 1,4 à 1,6 fois le coût du transport maritime.

7. Références

- Corporation de Gestion de la Voie maritime du Saint-Laurent, 2001. *Rapport annuel*, Document web.
http://www.grandslacs-voiemaritime.com/fr/pdf/slsmc_ar01_nar_fr.pdf.
- Drewry Shipping Consultants Ltd, 1990. *Ship Costs : Their structure and significance*. Drewry, London, 177 pages.
- Drewry Shipping Consultants Ltd, 1997. *Ship Costs : The Economics of Ship Acquisition and Operation*. Drewry, London, pp 7-24.
- Fédération maritime du Canada, 2000. *Manual of Port Expenses*. En ligne,
<http://www.shipfed.ca/fr/services/index.html>.
- Garde côtière canadienne, 2000. *Données sur le trafic maritime sur le Saint-Laurent et les Grands Lacs*. Ottawa.
- Hewitt Equipment Ltd, 2003. *Re-Engining of generator sets – Maritech 2003*. Canadian Institute of Marine Engineering, Mari-Tech 2003 proceedings.
- Institute of Shipping Economics and Logistics, 2002. *Shipping Statistics Yearbook 2002*. Institute of Shipping Economics and Logistics, Bremen, 456 pages.
- Levelton, 2006. *Marine Emission Inventory Study – Eastern Canada and Great Lakes*. Transportation Development Center, Ottawa.
- Lloyd's Register Americas Inc. 2003. *Tug –Barges : an update – A presentation for SNAME Great Lakes / Great Rivers Section*. Enabling a modal shift to Great Lakes/St. Lawrence Seaway 2003, Cleveland, Ohio.
- Moore Stephens, 2003. *OpCost 2003 – Benchmarking vessel running costs*. Moore Stephens, London, 31 pages.
- Statistique Canada, 2000. *Données sur le transport maritime de marchandises au Canada*. Ottawa.
- The Research and Traffic Group, 1995. *Competitiveness of the Great Lakes / Seaway System*. Transport Canada, Ottawa, 88 pages.
- Transport Information Service, 2006. Site Web :
http://www.tisgdv.de/tis_e//ware/getreide/weizen/weizen.htm

Annexe 1 : Estimation des coûts, taux du capital à 6 %

Tableau 34
Estimation des coûts (taux du capital à 6 %)

	Windsor / Toronto			Thunder Bay / Québec		
	Coût / voyage	Coût/tonne - kilomètre	Coût/tonne	Coût / voyage	Coût/tonne - kilomètre	Coût/tonne
Entreposage et chargement						
Coût en capital	5 484 \$	0,0004 \$	0,18 \$	47 993 \$	0,0009 \$	2,03 \$
Salaires et avantages sociaux	6 833 \$	0,0005 \$	0,22 \$	64 072 \$	0,0012 \$	2,68 \$
Entretien et réparations	2 126 \$	0,0001 \$	0,07 \$	30 169 \$	0,0006 \$	1,26 \$
Energie	1 508 \$	0,0001 \$	0,05 \$	9 736 \$	0,0002 \$	0,41 \$
Amortissement des immobilisations	4 346 \$	0,0003 \$	0,14 \$	15 115 \$	0,0003 \$	0,63 \$
Taxes foncières	1 049 \$	0,0001 \$	0,03 \$	8 438 \$	0,0002 \$	0,35 \$
Assurances	607 \$	0,0000 \$	0,02 \$	4 884 \$	0,0001 \$	0,20 \$
Administration	738 \$	0,0001 \$	0,02 \$	5 933 \$	0,0001 \$	0,25 \$
Intérêts	100 \$	0,0000 \$	0,00 \$	804 \$	0,0000 \$	0,03 \$
Autres dépenses	1 203 \$	0,0001 \$	0,04 \$	9 676 \$	0,0002 \$	0,40 \$
Sous-total	23 933 \$	0,0013 \$	0,60 \$	196 820 \$	0,0038 \$	8,23 \$
Coûts au port de chargement						
Droits de ports	- \$	- \$		576 \$	0,0000 \$	0,02 \$
Frais sur cargo	932 \$	0,0001 \$	0,03 \$	1 305 \$	0,0000 \$	0,06 \$
Frais de la Fédération maritime	85 \$	0,0000 \$	0,00 \$	85 \$	0,0000 \$	0,00 \$
Sous-total	1 017 \$	0,0001 \$	0,03 \$	1 966 \$	0,0000 \$	0,08 \$
Coûts de voyage						
Carburant et lubrifiants	14 504 \$	0,0010 \$	0,47 \$	27 893 \$	0,0005 \$	1,18 \$
Main-d'œuvre et provisions	38 585 \$	0,0026 \$	1,24 \$	64 328 \$	0,0012 \$	2,72 \$
Pilotage	- \$			3 740 \$	0,0001 \$	0,16 \$
Voie maritime (écluses)	22 174 \$	0,0015 \$	0,71 \$	34 689 \$	0,0007 \$	1,47 \$
Frais de la Garde côtière canadienne	896 \$	0,0001 \$	0,03 \$	4 359 \$	0,0001 \$	0,18 \$
Sous-total	76 159 \$	0,0052 \$	2,45 \$	135 008 \$	0,0026 \$	5,70 \$
Coûts du navire						
Coût en capital	46 895 \$	0,0032 \$	1,51 \$	70 509 \$	0,0014 \$	2,98 \$
Amortissement	49 117 \$	0,0034 \$	1,58 \$	73 850 \$	0,0014 \$	3,12 \$
Gestion et administration	6 553 \$	0,0004 \$	0,21 \$	11 433 \$	0,0002 \$	0,48 \$
Entretien et cale sèche	9 216 \$	0,0006 \$	0,30 \$	15 365 \$	0,0003 \$	0,65 \$
Assurances	5 681 \$	0,0004 \$	0,18 \$	9 470 \$	0,0002 \$	0,40 \$
Sous-total	117 462 \$	0,0081 \$	3,78 \$	180 628 \$	0,0035 \$	7,63 \$
Coûts au port de déchargement						
Droits de quaiage	1 450 \$	0,0001 \$	0,05 \$	932 \$	0,0000 \$	0,04 \$
Droits de ports	- \$	- \$	- \$	495 \$	0,0000 \$	0,02 \$
Frais de la Fédération maritime	85 \$	0,0000 \$	0,00 \$	85 \$	0,0000 \$	0,00 \$
Sous-total	1 535 \$	0,0001 \$	0,05 \$	1 513 \$	0,0000 \$	0,06 \$
Déchargement et entreposage						
Coût en capital	23 740 \$	0,0016 \$	0,76 \$	23 852 \$	0,0005 \$	1,01 \$
Salaires et avantages sociaux				39 516 \$	0,0008 \$	1,65 \$
Entretien et réparations				18 607 \$	0,0004 \$	0,78 \$
Energie				6 005 \$	0,0001 \$	0,25 \$
Amortissement des immobilisations				9 322 \$	0,0002 \$	0,39 \$
Taxes foncières				5 204 \$	0,0001 \$	0,22 \$
Assurances				3 012 \$	0,0001 \$	0,13 \$
Administration				3 659 \$	0,0001 \$	0,15 \$
Intérêts				496 \$	0,0000 \$	0,02 \$
Autres dépenses				5 967 \$	0,0001 \$	0,25 \$
Sous-total	23 740 \$	0,0016 \$	0,76 \$	115 641 \$	0,0022 \$	4,83 \$
Total	243 845 \$	0,0164 \$	7,68 \$	631 575 \$	0,0122 \$	26,55 \$

Sources : Innovation maritime, divers

Tableau 35
Estimation des coûts – (taux du capital à 6 %)

	Thunder Bay / Montréal			Thunder Bay / Port Colborne		
	Coût / voyage	Coût/tonne - kilomètre	Coût/tonne	Coût / voyage	Coût/tonne - kilomètre	Coût/tonne
Entreposage et chargement						
Coût en capital	47 529 \$	0,0014 \$	1,99 \$	39 427 \$	0,0015 \$	2,01 \$
Salaires et avantages sociaux	63 453 \$	0,0014 \$	2,68 \$	52 637 \$	0,0020 \$	2,68 \$
Entretien et réparations	29 877 \$	0,0007 \$	1,26 \$	24 784 \$	0,0009 \$	1,26 \$
Energie	9 642 \$	0,0002 \$	0,41 \$	7 998 \$	0,0003 \$	0,41 \$
Amortissement des immobilisations	14 969 \$	0,0003 \$	0,63 \$	12 417 \$	0,0005 \$	0,63 \$
Taxes foncières	8 356 \$	0,0002 \$	0,35 \$	6 932 \$	0,0003 \$	0,35 \$
Assurances	4 837 \$	0,0001 \$	0,20 \$	4 012 \$	0,0002 \$	0,20 \$
Administration	5 876 \$	0,0001 \$	0,25 \$	4 874 \$	0,0002 \$	0,25 \$
Intérêts	796 \$	0,0000 \$	0,03 \$	660 \$	0,0000 \$	0,03 \$
Autres dépenses	9 582 \$	0,0002 \$	0,40 \$	7 949 \$	0,0003 \$	0,40 \$
Sous-total	194 917 \$	0,0046 \$	8,19 \$	161 692 \$	0,0061 \$	8,21 \$
Coûts au port de chargement						
Droits de ports	592 \$	0,0000 \$	0,02 \$	491 \$	0,0000 \$	0,03 \$
Frais sur cargo	1 292 \$	0,0000 \$	0,05 \$	1 186 \$	0,0000 \$	0,06 \$
Frais de la Fédération maritime	85 \$	0,0000 \$	0,00 \$	85 \$	0,0000 \$	0,00 \$
Sous-total	1 969 \$	0,0000 \$	0,08 \$	1 762 \$	0,0001 \$	0,09 \$
Coûts de voyage						
Carburant et lubrifiants	27 207 \$	0,0006 \$	1,14 \$	24 696 \$	0,0009 \$	1,26 \$
Main-d'œuvre et provisions	63 918 \$	0,0014 \$	2,67 \$	13 089 \$	0,0005 \$	0,67 \$
Pilotage	982 \$	0,0000 \$	0,04 \$	- \$	- \$	- \$
Voie maritime (écluses)	34 541 \$	0,0008 \$	1,45 \$	9 107 \$	0,0003 \$	0,46 \$
Frais de la Garde côtière canadienne	3 913 \$	0,0001 \$	0,16 \$	- \$	- \$	- \$
Sous-total	130 562 \$	0,0029 \$	5,46 \$	46 892 \$	0,0018 \$	2,39 \$
Coûts du navire						
Coût en capital	71 077 \$	0,0016 \$	2,97 \$	54 996 \$	0,0021 \$	2,80 \$
Amortissement	74 445 \$	0,0016 \$	3,11 \$	57 602 \$	0,0022 \$	2,93 \$
Gestion et administration	11 165 \$	0,0002 \$	0,47 \$	5 023 \$	0,0002 \$	0,26 \$
Entretien et cale sèche	15 267 \$	0,0003 \$	0,64 \$	14 241 \$	0,0005 \$	0,73 \$
Assurances	9 410 \$	0,0002 \$	0,39 \$	8 777 \$	0,0003 \$	0,45 \$
Sous-total	181 365 \$	0,0040 \$	7,59 \$	140 638 \$	0,0053 \$	7,16 \$
Coûts au port de déchargement						
Droits de quaiage	1 713 \$	0,0000 \$	0,07 \$	- \$	- \$	- \$
Droits de ports	494 \$	0,0000 \$	0,02 \$	- \$	- \$	- \$
Frais de la Fédération maritime	85 \$	0,0000 \$	0,00 \$	85 \$	0,0000 \$	0,00 \$
Sous-total	2 292 \$	0,0001 \$	0,10 \$	85 \$	0,0000 \$	0,00 \$
Déchargement et entreposage						
Coût en capital	46 736 \$	0,0010 \$	1,96 \$	145 071 \$	0,0055 \$	7,39 \$
Salaires et avantages sociaux	41 080 \$	0,0009 \$	1,74 \$	33 270 \$	0,0013 \$	1,69 \$
Entretien et réparations	19 343 \$	0,0004 \$	0,82 \$	15 666 \$	0,0006 \$	0,80 \$
Energie	6 242 \$	0,0001 \$	0,26 \$	5 056 \$	0,0002 \$	0,26 \$
Amortissement des immobilisations	9 691 \$	0,0002 \$	0,41 \$	7 848 \$	0,0003 \$	0,40 \$
Taxes foncières	5 410 \$	0,0001 \$	0,23 \$	4 381 \$	0,0002 \$	0,22 \$
Assurances	3 131 \$	0,0001 \$	0,13 \$	2 536 \$	0,0001 \$	0,13 \$
Administration	3 804 \$	0,0001 \$	0,16 \$	3 081 \$	0,0001 \$	0,16 \$
Intérêts	515 \$	0,0000 \$	0,02 \$	417 \$	0,0000 \$	0,02 \$
Autres dépenses	6 204 \$	0,0001 \$	0,26 \$	5 024 \$	0,0002 \$	0,26 \$
Sous-total	142 156 \$	0,0031 \$	5,97 \$	222 352 \$	0,0084 \$	11,31 \$
Total	653 260 \$	0,0147 \$	27,39 \$	573 421 \$	0,0218 \$	29,17 \$

Sources : Innovation maritime, divers

Tableau 36
Coûts en fonction du taux de chargement (taux du capital à 6 %)

Windsor / Toronto				Thunder Bay / Québec			Thunder Bay / Montréal			Thunder Bay / Port Colborne		
Taux de chargement	Coût / voyage	Coût/tonne - kilomètre	Coût/tonne	Coût / voyage	Coût/tonne - kilomètre	Coût/tonne	Coût / voyage	Coût/tonne - kilomètre	Coût/tonne	Coût / voyage	Coût/tonne - kilomètre	Coût/tonne
100%	243 845 \$	0,0164 \$	7,68 \$	631 575 \$	0,0122 \$	26,55 \$	653 260 \$	0,0147 \$	27,39 \$	573 421 \$	0,0218 \$	29,17 \$
95%	241 412 \$	0,0171 \$	8,01 \$	614 444 \$	0,0124 \$	27,19 \$	636 338 \$	0,0151 \$	28,09 \$	560 332 \$	0,0224 \$	29,68 \$
90%	238 978 \$	0,0179 \$	8,38 \$	597 313 \$	0,0128 \$	27,90 \$	619 415 \$	0,0155 \$	28,86 \$	547 243 \$	0,0231 \$	30,24 \$
85%	236 545 \$	0,0187 \$	8,79 \$	580 181 \$	0,0131 \$	28,69 \$	602 492 \$	0,0159 \$	29,72 \$	534 154 \$	0,0239 \$	30,87 \$
80%	234 111 \$	0,0197 \$	9,25 \$	563 050 \$	0,0135 \$	29,58 \$	585 569 \$	0,0164 \$	30,69 \$	521 065 \$	0,0247 \$	31,58 \$
75%	231 678 \$	0,0208 \$	9,77 \$	545 919 \$	0,0140 \$	30,59 \$	568 646 \$	0,0170 \$	31,78 \$	507 976 \$	0,0257 \$	32,38 \$
70%	229 244 \$	0,0221 \$	10,37 \$	528 788 \$	0,0145 \$	31,75 \$	551 724 \$	0,0177 \$	33,04 \$	494 887 \$	0,0268 \$	33,30 \$
65%	226 811 \$	0,0236 \$	11,06 \$	511 656 \$	0,0152 \$	33,09 \$	534 801 \$	0,0184 \$	34,49 \$	481 798 \$	0,0281 \$	34,36 \$
60%	224 377 \$	0,0253 \$	11,87 \$	494 525 \$	0,0159 \$	34,65 \$	517 878 \$	0,0193 \$	36,17 \$	468 710 \$	0,0297 \$	35,60 \$
55%	221 944 \$	0,0273 \$	12,82 \$	477 394 \$	0,0167 \$	36,49 \$	500 955 \$	0,0204 \$	38,17 \$	455 621 \$	0,0315 \$	37,06 \$

Sources : Innovation maritime, divers

Tableau 37
Variation des coûts en fonction du taux de chargement
(taux du capital à 6 %)

Windsor / Toronto				Thunder Bay / Québec			Thunder Bay / Montréal			Thunder Bay / Port Colborne		
Taux de chargement	Coût / voyage	Coût/tonne - kilomètre	Coût/tonne	Coût / voyage	Coût/tonne - kilomètre	Coût/tonne	Coût / voyage	Coût/tonne - kilomètre	Coût/tonne	Coût / voyage	Coût/tonne - kilomètre	Coût/tonne
100%												
95%	-1,00%	4,31%	4,31%	-2,71%	2,41%	2,40%	-2,59%	2,48%	2,53%	-2,28%	2,86%	1,74%
90%	-1,01%	4,59%	4,59%	-2,79%	2,61%	2,61%	-2,66%	2,69%	2,74%	-2,34%	3,09%	1,90%
85%	-1,02%	4,90%	4,90%	-2,87%	2,85%	2,84%	-2,73%	2,93%	2,98%	-2,39%	3,35%	2,08%
80%	-1,03%	5,26%	5,26%	-2,95%	3,11%	3,11%	-2,81%	3,20%	3,26%	-2,45%	3,65%	2,30%
75%	-1,04%	5,66%	5,66%	-3,04%	3,42%	3,42%	-2,89%	3,51%	3,58%	-2,51%	3,99%	2,54%
70%	-1,05%	6,12%	6,12%	-3,14%	3,78%	3,78%	-2,98%	3,88%	3,95%	-2,58%	4,38%	2,84%
65%	-1,06%	6,66%	6,66%	-3,24%	4,20%	4,21%	-3,07%	4,31%	4,38%	-2,64%	4,84%	3,18%
60%	-1,07%	7,28%	7,28%	-3,35%	4,71%	4,71%	-3,16%	4,82%	4,90%	-2,72%	5,39%	3,60%
55%	-1,08%	8,02%	8,02%	-3,46%	5,31%	5,32%	-3,27%	5,44%	5,52%	-2,79%	6,04%	4,10%

Sources : Innovation maritime, divers