

**Indicateur de performance** : Montant total des coûts de transport pour la navigation commerciale.

**Groupe de travail technique** : Navigation commerciale.

**Recherche** :

**Modélisation** : Innovation Maritime, en collaboration avec :  
HLB Decision Economics Inc.  
Lauga and Associates Consulting Ltd  
J. D. Pace and Associates Inc.  
et les organismes respectifs des membres du GTT sur la navigation commerciale (GTTNC).

**Activité représentée par l'indicateur** : Coût<sup>1</sup> total du transport lié à la navigation commerciale entre Bécancour (Québec) et Port Weller (Ontario), abstraction faite des droits de port et des frais portuaires de manutention.

**Lien avec les niveaux d'eau** : La colonne d'eau disponible dans tous les secteurs préoccupants a un lien direct avec la quantité de fret susceptible d'être chargée à bord, déduction faite des profondeurs d'eau sous quille adéquates lorsque les navires sont en route. Si le niveau d'eau est trop bas, la capacité de chargement est moindre et les navires doivent alléger leur charge ou réduire leur vitesse, voire s'immobiliser, toutes manœuvres qui augmentent le coût total du transport. Si le niveau d'eau est trop élevé, on peut réduire la vitesse du navire pour atténuer l'érosion des rives dans les secteurs sensibles.

**Importance** : Ce moyen de transport est important pour les économies des deux provinces et huit États des Grands Lacs. Il a aussi une importance environnementale; en effet, d'après certaines études, il émet moins de particules par tonne-kilomètre que les autres moyens de transport. La navigation commerciale évolue dans un marché extrêmement concurrentiel. La moindre variation des coûts du fret peut avoir une incidence sur le moyen de transport (ferroviaire ou maritime) utilisé pour livrer les marchandises. La croissance soutenue du commerce par cargo porte-conteneurs a le potentiel de réduire l'encombrement des autoroutes.

**Paramètres de l'indicateur** : Montant total des coûts de transport en dollar américain en fonction du niveau d'eau, par secteur géographique (3), par quart de mois.

**Validité temporelle** : On établit la courbe du coût total du transport pour chaque quart de mois. Les devis estimatifs ont été élaborés à partir de la circulation maritime commerciale de 1995-1999; ils sont censés représenter les activités commerciales, bâtiments et cargaisons confondus. Au cours de la période à l'étude (1995-1999), le réseau de la voie maritime fonctionnait à environ 45 % de sa capacité en matière d'achalandage.

---

<sup>1</sup> Dans le contexte des indicateurs, le coût du transport commercial comprend uniquement les frais d'investissement et d'exploitation du navire, les frais en carburant, les frais de péage de la voie maritime, les droits de pilotage et les frais afférents à la Garde côtière canadienne (droits des services à la navigation maritime et droits des services de dragage d'entretien).

**Validité spatiale** : Valide pour le bas Saint-Laurent, de Bécancour (Québec) à Port Weller (Ontario), à l'extrémité ouest du lac Ontario. Les courbes de coûts ont été établies pour trois régions géographiques : le lac Ontario, le fleuve Saint-Laurent et Montréal.

**Liens avec les caractéristiques hydrologiques utilisées pour créer l'algorithme de l'IP** : Le GTTNC a recensé 42 paramètres au total. La plupart de ces paramètres sont des niveaux d'alerte ou des niveaux critiques aux jauges principales de chaque tronçon (niveau des basses eaux) qui forcent les navires à réduire leur vitesse et même leur tirant d'eau. À certains endroits clés, on a aussi défini des paramètres correspondant au niveau des hautes eaux auquel les navires doivent réduire leur vitesse afin d'atténuer l'érosion des rives. D'autres paramètres servent à établir la pente d'écoulement maximale entre des jauges adjacentes; au-delà de ce seuil, la force du courant rend la navigation dangereuse, et les navires de passage doivent s'immobiliser. Le lac et le fleuve sont envisagés comme un continuum où seule la présence de niveaux et de courants favorables permet d'éviter des hausses de coûts.

**Algorithme** : Des courbes de coûts ont été établies en fonction d'une fourchette de niveaux d'eau pour chacune des grandes régions géographiques :

- le lac Ontario (de Port Weller au cap Vincent);
- la Voie maritime (du cap Vincent à l'entrée de la Voie maritime);
- de Montréal à Batiscan (de l'entrée de la Voie maritime à Batiscan).

Les courbes de coûts du transport par eau utilisées dans le modèle de la vision commune ont été établies à partir des coûts de transport associés à certains transits de navires qui ont eu lieu de 1995 à 1999 dans toute la zone d'étude. On a converti les niveaux d'eau par quart de mois en niveaux d'eau quotidiens en supposant une interpolation linéaire entre les points de données par quart de mois. La date de départ de chaque navire a servi à déterminer la fourchette des niveaux d'eau que celui-ci allait rencontrer. La charge maximale que le navire pouvait transporter était fonction de ces niveaux d'eau. La capacité de chargement d'un navire a été établie d'après le plus bas niveau d'eau sur son parcours. On a comparé les niveaux d'eau aux paramètres du secteur géographique que le navire allait traverser. Ces paramètres indiquaient si le navire devait ralentir ou s'immobiliser en cours de route. On a compilé un résumé de la durée totale du parcours de chaque bâtiment. Ces temps de passage ont ensuite été convertis en coûts, compte tenu du coût de fonctionnement quotidien de différents types de navire. On a établi le coût d'exploitation de 26 types de navire.

Plusieurs exercices de simulation ont été effectués afin d'isoler trois ordres de coûts de la navigation commerciale : les coûts de transit, qui dépendent du tonnage transporté compte tenu des niveaux d'eau disponibles; les coûts associés à la présence de courants; les coûts associés aux retards causés par de fortes pentes d'écoulement.

Les coûts de transit attribuables au chargement compte tenu des niveaux d'eau présents ont été reportés dans trois feuilles de calcul, dont chacune indique les coûts de transit d'un navire commercial dans un secteur géographique spécifique. Chaque feuille est disposée comme suit :

- La première colonne présente les niveaux d'eau adéquats dans la sous-zone. Ainsi, il y a autant de lignes de données que de niveaux d'eau. Les niveaux d'eau sont exprimés en mètres, en ordre décroissant, et mesurés au centimètre près. La fourchette des niveaux d'eau varie selon le secteur géographique.
- Les 48 autres colonnes de la feuille de calcul correspondent à chaque quart de mois de l'année.
- Chaque cellule de la feuille de calcul représente le coût total de transit pour un niveau et un quart de mois donnés.

Par ailleurs, d'autres données ont permis de calculer les coûts de transit associés aux courants et aux pentes d'écoulement selon le niveau d'eau. Les courants rencontrés en cours de route influent sur la vitesse du navire et donc sur la durée totale du transit. Il en va de même pour la pente d'écoulement. Au-delà d'un certain seuil, le navire devra s'immobiliser jusqu'à ce que la pente d'écoulement redevienne inférieure à la valeur seuil.

**Validation :** À partir de déplacements réels de navires transportant des cargaisons sur divers trajets pour la période 1995-1999, nous avons déterminé le coût total du transport en fonction de l'élévation du niveau d'eau, selon le secteur géographique et le quart de mois.

#### **Bibliographie :**

1. GTT sur la navigation commerciale. 2003. *Planning Objectives and Performance Metrics for evaluating impacts of Lake Ontario Outflow Regulation Plans on Commercial Navigation.*
2. Innovation Maritime. Juillet 2004. *Impact Evaluation Model for Commercial Navigation on the St. Lawrence and Lake Ontario*, projet de rapport définitif.

**Évaluation des risques et des incertitudes :** L'utilisation de cet indicateur de performance exige un certain nombre de mises en garde.

1. La base de données de navires ayant servi à élaborer cet IP (mouvements de navires de 1995 à 1999) n'est représentative que de la flotte, des volumes et des parcours habituels de marchandises dans les limites de la Voie maritime dans un avenir prochain (de 3 à 5 ans environ).
2. La composition de la flotte qui fréquente le port de Montréal révèle déjà une évolution vers des navires à tonnage plus élevé.
3. Les données sur les niveaux d'eau ont été produites tous les quarts de mois. Cependant, les répercussions sur les mouvements et les chargements des navires sont associées au niveau d'eau quotidien ou même horaire. Les données par quart de mois tendent à « niveler » les répercussions et entraînent une sous-estimation des coûts de transport.
4. L'IP peut servir à différencier une bonne année d'une mauvaise en ce qui concerne les niveaux d'eau. Cependant, son utilité pour déterminer la valeur relative des plans est problématique. Deux plans donnant le même coût de transport n'ont pas nécessairement la même valeur. On préférera un plan qui présente des niveaux d'eau plus stables à un plan présentant des fluctuations extrêmes des niveaux. Pour transporter des marchandises par eau, il faut planifier le chargement et le calendrier de manière à assurer aux navires des profondeurs d'eau propres à leur faciliter le passage tout au long de leur transit. On préférera un plan qui présente des niveaux d'eau plus uniformes, en

supposant que les niveaux suffisent à maintenir le tirant d'eau actuel ou permettent de l'augmenter, à un autre qui prévoit des fluctuations extrêmes du niveau d'eau.

5. L'IP est également sensible à la saisonnalité. Un plan offrant de meilleurs tirants d'eau, de juin à décembre par exemple, l'emportera sur le plan initial. C'est en effet la période de l'année où les niveaux d'eau sont généralement en baisse et où les mouvements de marchandise sont les plus intenses.