

**TP 13092F**

***Impact de l'introduction des SVCEI sur la  
fluidité du transport maritime sur le Saint-Laurent***

préparé pour le  
Centre de développement des transports  
Sécurité et Sûreté  
Transports Canada

Octobre 1997

par

Centre de formation et de recherche  
en transport maritime et intermodal du Québec (CFoRT)

Les opinions et les vues exprimées dans ce rapport sont celles des auteurs et ne reflètent pas nécessairement celles du Centre de développement des transports.

À moins d'indication contraire dictée par le contexte, le masculin s'entend du féminin et vice-versa.

### **Équipe de recherche**

M. Jacques Paquin, chef de projet

M. Michel Lachance, chercheur

M. Jean Proteau, chercheur

M. Yannick Unvoas, chercheur

An English summary is included before the Table of Contents.



1. Transport Canada Publication No. <b>TP 13092F</b>		2. Project No. <b>9124</b>		3. Recipient's Catalogue No.	
4. Title and Subtitle <b>Impact de l'introduction des SVCEI sur la fluidité du transport maritime sur le Saint-Laurent</b>				5. Publication Date <b>October 1997</b>	
				6. Performing Organization Document No.	
7. Author(s) <b>Jacques Paquin, Michel Lachance, Jean Proteau and Yannick Unvoas</b>				8. Transport Canada File No. <b>ZCD-1460-373</b>	
9. Performing Organization Name and Address <b>Centre de formation et de recherche en transport maritime et intermodal du Québec (CFoRT) 53 Saint Germain Street West Rimouski, Quebec G5L 4B4</b>				10. PWGSC File No. <b>XSD-6-01843</b>	
				11. PWGSC or Transport Canada Contract No. <b>T8200-6-6548/001-XSD</b>	
12. Sponsoring Agency Name and Address <b>Transportation Development Centre (TDC) 800 René Lévesque Blvd. West 6th Floor Montreal, Quebec H3B 1X9</b>				13. Type of Publication and Period Covered <b>Final</b>	
				14. Project Officer <b>A. Taschereau</b>	
15. Supplementary Notes (Funding programs, titles of related publications, etc.) <b>This study was cofunded by the Program of Energy Research and Development (PERD).</b>					
16. Abstract <p>The introduction of Electronic Chart Display and Information System (ECDIS) has had an impact on winter shipping on the St. Lawrence River. As outlined below, ECDIS has led to changes in the flow of ship traffic and generated economic benefits.</p> <p>For the purposes of this study, data was collected on ship characteristics and travel times on various stretches of the river and on water levels and weather conditions between 1993 and 1996. Interviews were also conducted with various players (ship owners, pilots and port terminal employees). In all, 19 ships were selected for the study, of which 10 were equipped with ECDIS (test ships).</p> <p>We determined normal travel times between Les Escoumins and Montreal for each of the 19 ships. We then compared the performances of the 19 ships based on time lags each ship encountered versus their normal times for each trip.</p> <p>It was found that traffic flow on the St. Lawrence had improved since the introduction of ECDIS. There was a decrease in the average length of time lags encountered by the test ships, compared with the control ships (ships not equipped with ECDIS). The test ships also made fewer overnight stops and more overnight transits, compared with the control ships and compared with the situation that existed prior to the introduction of ECDIS.</p> <p>However, ECDIS is not the only factor helping to improve traffic flow. Of the 50 overnight transits upriver made by the test ships during the winters of 1995 and 1996, 14 were made possible by ECDIS. Of the 17 overnight transits downriver, 7 were attributable to ECDIS.</p> <p>In economic terms, ECDIS generated \$257,828 in savings and \$2 million in increased revenues over a two-year period.</p> <p>Although the impact of ECDIS is already significant and expected to grow, it should be noted that it has not settled all of the problems associated with overnight navigation in winter on the St. Lawrence.</p>					
17. Key Words <b>Electronic Chart Display and Information System (ECDIS), St. Lawrence River, shipping, electronic navigation, impact study</b>			18. Distribution Statement <b>Limited number of copies available from the Transportation Development Centre</b>		
19. Security Classification (of this publication) <b>Unclassified</b>	20. Security Classification (of this page) <b>Unclassified</b>	21. Declassification (date) <b>—</b>	22. No. of Pages <b>xvii, 68, apps</b>	23. Price <b>—</b>	



1. N° de la publication de Transports Canada TP 13092F		2. N° de l'étude 9124		3. N° de catalogue du destinataire	
4. Titre et sous-titre Impact de l'introduction des SVCEI sur la fluidité du transport maritime sur le Saint-Laurent				5. Date de la publication Octobre 1997	
				6. N° de document de l'organisme exécutant	
7. Auteur(s) Jacques Paquin, Michel Lachance, Jean Proteau et Yannick Unvoas				8. N° de dossier - Transports Canada ZCD-1460-373	
9. Nom et adresse de l'organisme exécutant Centre de formation et de recherche en transport maritime et intermodal du Québec (CFoRT) 53, rue Saint-Germain Ouest Rimouski, Québec G5L 4B4				10. N° de dossier - TPSGC XSD-6-01843	
				11. N° de contrat - TPSGC ou Transports Canada T8200-6-6548/001-XSD	
12. Nom et adresse de l'organisme parrain Centre de développement des transports (CDT) 800, boul. René-Lévesque Ouest 6 <sup>e</sup> étage Montréal (Québec) H3B 1X9				13. Genre de publication et période visée Final	
				14. Agent de projet A. Taschereau	
15. Remarques additionnelles (programmes de financement, titres de publications connexes, etc.) Cette étude a été cofinancée par le Programme de recherche et développement énergétiques (PRDE).					
16. Résumé <p>Ce document décrit l'impact de l'introduction du SVCEI sur la fluidité du transport maritime en hiver sur le Saint-Laurent au niveau de la circulation des navires et des impacts économiques entre 1993 et 1996.</p> <p>Pour la réalisation de l'étude, des données sur les caractéristiques des navires, sur leur temps de passage à différents endroits sur le fleuve, sur les niveaux d'eau et les conditions météorologiques ont été recueillies et des entrevues ont été réalisées auprès de différents acteurs (armateurs, pilotes, terminaux). Au total, 19 navires, dont 10 équipés du SVCEI (navires tests), ont été retenus pour l'analyse.</p> <p>Pour chacun des 19 navires, nous avons déterminé les durées de passage normal entre Les Escoumins et Montréal. Les performances des 19 navires quant aux retards par rapport à un passage normal ont ensuite été comparées.</p> <p>Il apparaît que la fluidité du trafic sur le fleuve Saint-Laurent s'est améliorée depuis l'installation du SVCEI. La durée moyenne des retards a diminué pour les navires tests et est plus faible que celle des navires témoins (navires non-équipés du SVCEI). Les navires tests réalisent également moins de nuitées et plus de passages nocturnes que les navires témoins et qu'avant l'installation du SVCEI.</p> <p>Cependant, le SVCEI n'est pas le seul facteur qui a favorisé l'amélioration de la fluidité du trafic. Quatorze des cinquante passages nocturnes de navires tests qui ont eu lieu dans le sens montant au cours des hivers 1995 et 1996 peuvent être attribués au SVCEI. Dans le sens descendant, ce sont 7 passages nocturnes hivernaux sur 17 qui sont attribuables au SVCEI.</p> <p>En termes économiques, le SVCEI aurait engendré des économies de 257 828 \$ et des gains de 2 M \$ en deux ans.</p> <p>Toutefois, même si son impact est déjà significatif et devrait aller en grandissant, il est important de noter que le SVCEI n'a pas réglé tous les problèmes liés à la navigation de nuit en hiver sur le Saint-Laurent.</p>					
17. Mots clés SVCEI, Saint-Laurent, transport maritime, navigation électronique, étude d'impact			18. Diffusion Le Centre de développement des transports dispose d'un nombre limité d'exemplaires.		
19. Classification de sécurité (de cette publication) Non classifiée		20. Classification de sécurité (de cette page) Non classifiée		21. Déclassification (date) —	22. Nombre de pages xvii, 68, ann.
				23. Prix —	

## **REMERCIEMENTS**

Les auteurs désirent remercier M. André Taschereau et M. Jacques Laframboise, du Centre de développement des transports, Sécurité et Sûreté, Transports Canada, pour leur soutien et leurs conseils lors de la réalisation de cette étude. Nous aimerions également remercier les personnes que nous avons rencontrées et interrogées. Ces personnes, dont la liste apparaît à l'annexe B, ont su nous éclairer sur les renseignements recherchés avec amabilité. Enfin, nous voulons souligner la collaboration de l'Administration du pilotage des Laurentides, du ministère de l'Environnement du Canada, du Service hydrographique du Canada et des représentants des compagnies maritimes qui nous ont fourni les données indispensables pour la réalisation de nos travaux.



## SOMMAIRE

Il circule annuellement sur le fleuve Saint-Laurent plus de 100 millions de tonnes de marchandises et la compétitivité de ce commerce repose largement sur la fluidité de la circulation des navires, 365 jours par année, 24 heures sur 24. Or, des facteurs tels que la limite de profondeur du chenal en amont de Québec, l'influence des courants et des vents et, surtout, la présence de glaces en hiver, contribuent à rendre difficile la navigation sur le fleuve et peuvent retarder ou interrompre la circulation fluviale.

Afin de surmonter ces difficultés, les cartes électroniques et les systèmes de positionnement global différentiel (DGPS) ont été développés. L'intégration de ces systèmes, par le biais du SVCEI, permet de positionner le navire en tout temps sur une carte électronique. L'implantation de cette technologie amena certains armateurs à juger que l'impact des conditions hivernales comme cause de ralentissement du trafic serait atténué et que la navigation serait plus sécuritaire sur le Saint-Laurent en tout temps.

Après deux ans en service, on peut se demander si le SVCEI a été à la hauteur des espoirs qu'il a suscités et s'il a contribué à rendre la navigation hivernale plus sécuritaire et le trafic plus fluide. L'objectif de cette étude est de répondre à ces questions, en analysant l'évolution de la fluidité du trafic hivernal entre Les Escoumins et Montréal et en déterminant les impacts économiques liés à l'introduction du SVCEI.

Pour ce faire, il a fallu sélectionner des navires et recueillir diverses données les concernant (historique de passages, temps de chaque passage). Parmi la liste des navires fournie par les armateurs, dix-neuf répondaient à nos critères et ont été retenus. Dix d'entre eux, les navires tests, sont équipés du SVCEI. Les neuf autres, les navires témoins, ne sont pas équipés du SVCEI.

Les temps de passage de ces navires n'étaient disponibles qu'à partir de 1993. Nous avons donc étudié les années 1993, 1994, 1995 et 1996. Cela représente un peu plus de 2 000 passages, dont environ 20 p. cent durant la période hivernale. Dans le cadre de cette étude, nous considérons que la période hivernale dure du 15 décembre au 15 mars.

Certains facteurs sur lesquels le SVCEI n'a aucune influence peuvent aussi influencer la durée du passage. C'est notamment le cas du niveau disponible relativement au tirant d'eau du navire, qu'il y ait ou non présence du SVCEI. Les données concernant ces facteurs ont été recueillies et analysées afin d'isoler les passages sur lesquels le SVCEI peut avoir eu une influence.

En se basant sur les données de passage, on a déterminé la durée normale de passage de chaque navire sur trois tronçons de navigation (Les Escoumins - Québec; Québec - Trois-Rivières et Trois-Rivières - Montréal) dans les sens montant et descendant.

Une analyse concernant les principales causes de délai a ensuite été réalisée. Le délai se définit comme une durée de passage qui excède 1,25 fois la durée normale de passage pour un navire et un tronçon donnés.

Les délais liés à un tirant d'eau trop important, aux embâcles, aux limites de vitesse imposées aux navires l'hiver au niveau du lac Saint-Pierre ne peuvent être corrigés par le SVCEI. À l'inverse, d'autres causes de délais, comme les mauvaises conditions météorologiques et les nuitées peuvent être corrigées ou au moins atténuées par le SVCEI.

Sur les 1 620 passages estivaux analysés sur la période étudiée (1993 à 1996 inclusivement), seul 142 délais ont été enregistrés. De plus, seulement 21 de ces délais sont dus à de mauvaises conditions climatiques et auraient donc pu être corrigés par le SVCEI. Ceci nous permet de conclure qu'il n'y a pas, à toutes fins pratiques, de délais l'été et que le SVCEI ne peut jouer qu'un rôle négligeable durant cette saison de navigation.

À l'inverse, 56 p. cent des 413 passages hivernaux ont connu un délai et 94 de ces délais auraient pu être corrigés par le SVCEI.

Pour analyser l'impact de la mise en place du SVCEI sur la fluidité du trafic sur le Saint-Laurent, nous avons établi ensuite, pour chaque navire, le retard par rapport à la durée d'un passage normal sur un passage complet, c'est-à-dire entre Les Escoumins et Montréal. Si un navire arrive après l'heure prévue en théorie, il sera considéré avoir un retard.



Les performances des navires témoins avec celles des navires tests ont ensuite été comparées dans 3 cas de figure :

1. Comparaison des résultats observés en hiver à ceux observés en été pour la famille de navires tests;
2. Comparaison des résultats obtenus avant et après l'installation du SVCEI pour la famille de navires tests;
3. Comparaison des résultats observés pour la famille des navires tests par rapport à ceux obtenus par la famille de navires témoins et ce autant en hiver qu'en été.

Ces trois analyses comparatives conduisent aux conclusions suivantes :

### **Diminution de la durée moyenne des retards**

Les retards bruts, lesquels se définissent comme la somme de tous les retards pour l'ensemble des navires pour la période considérée, sont plus courts depuis l'implantation du SVCEI. Leur durée moyenne est passée de 4,7 heures à 2,7 heures pour l'ensemble des passages (montant et descendant). Cette remarque vaut aussi pour les retards nets, lesquels s'obtiennent en retranchant aux retards bruts, les retards sur lesquels le SVCEI ne peut avoir aucune influence. Pour l'ensemble des passages, la moyenne des retards nets est passée de 2,3 heures avant l'installation à 1,3 heure après l'installation.

### **Diminution de la part des nuitées**

En rapportant le nombre de nuitées au nombre de passages, on s'aperçoit que leur part a diminué. Pour l'ensemble des trafics, le nombre de nuitées était de 15 p. cent, avant l'installation du SVCEI. Depuis l'installation du SVCEI, ce pourcentage s'élève à 7 p. cent.

### **Augmentation de la part des passages nocturnes**

Depuis l'installation du SVCEI, 40 p. cent des passages sont des passages nocturnes, alors qu'avant l'installation, ils ne représentaient que 26 p. cent du total des passages.

Ces conclusions mettent en évidence l'impact du SVCEI. Cependant, il apparaît que les performances des navires non-équipés de SVCEI se sont également améliorées au cours des dernières années. L'implantation des SVCEI n'a fait qu'accélérer ce processus.

Dans le sens montant, nous avons établi que 10 passages nocturnes hivernaux en 1995 et 4 en 1996, soit 14 au total sont attribuables au SVCEI. Cela représente 28 p. cent des passages nocturnes hivernaux observés au cours de cette période.

Pour les navires descendants, il apparaît que 7 des 18 passages nocturnes, soit 3 passages en 1995 et 4 passages en 1996, sont attribuables au SVCEI. Ceci représente 39 p. cent des passages nocturnes effectués par les navires tests en 1995 et 1996.

Ce nombre de passages supplémentaires entraîne des impacts économiques que nous avons déterminé. Des économies de coûts ont été réalisées au niveau des frais de pilotage et de la consommation de carburant ainsi qu'au niveau des terminaux portuaires. Les économies totales atteignent 257 828 \$. Ces économies sont principalement dues à la diminution des coûts de main-d'oeuvre inactive dans les terminaux portuaires (167 027 \$). La diminution des frais de pilotage et de carburant entraîne des économies respectives de 34 801 \$ et de 56 000 \$.

Ce nombre de passages supplémentaires entraîne aussi des gains qui sont liés à l'augmentation de la fréquence de services d'un des opérateurs rencontrés. Ces gains s'élèvent à 2 M \$ en deux ans.

Si on présente les impacts économiques par année et par navire, il apparaît que ces derniers s'élèvent à 12 704 \$ en 1995 et à 13 078 \$ en 1996 pour 8 des 10 navires tests. Les 2 autres navires tests sont des navires qui ont connu une augmentation de la fréquence de services. Pour chacun de ces 2 navires, les impacts économiques annuels s'élèvent à plus de 500 000 \$.

En conclusion, même s'il est clair que cette technologie n'a pas permis une fluidité des passages nocturnes équivalente à celle observée le jour et que le trafic hivernal ne connaît pas la même régularité que le trafic estival, il semble évident que l'impact déjà significatif du SVCEI devrait aller en grandissant.

## **EXECUTIVE SUMMARY**

Every year, over 100 million tonnes of merchandise are carried on the St Lawrence River. The competitiveness of this trade largely depends on the free flow of ship traffic 24 hours per day, 365 days per year. Factors, such as the depth limit of the channel upstream from Quebec City, the effect of water currents and winds, and the presence of ice in winter especially, can make river navigation difficult and delay or halt the flow of river traffic.

To overcome these problems, electronic charts and differential global positioning systems (DGPS) have been developed. ECDIS integrates these systems and makes it possible to track a ship's position continuously on an electronic chart display. Some ship owners expected that the introduction of this technology would curb the traffic-reducing impact of winter conditions and make navigation on the St Lawrence River safer at all times.

The question arises whether ECDIS, after two years in service, has lived up to expectations, made winter navigation safer and increased the flow of river traffic. To find answers to these questions, this study analysed changes in winter traffic flow between Les Escoumins and Montreal and determined the economic impact of ECDIS.

To carry out the study, we selected ships and collected various data (ship transit records and travel times). From the list of ships supplied by ship owners, we chose 19 that met our criteria. Ten of these, the test ships, were equipped with ECDIS. The nine others, the control ships, were not equipped with ECDIS.

Since data on the travel times of these ships were only available as far back as 1993, we studied data for slightly more than 2,000 transits, 20% of them in winter, for the years 1993, 1994, 1995 and 1996. For our study purposes, the winter period was considered to be December 15 to March 15.

A ship's travel time can also be affected by certain factors not influenced by ECDIS, in particular the water level available compared with the ship's draft. Data on these factors were collected and studied so that transits where ECDIS might have had an impact could be isolated.

Using the transit data as a basis, we determined the average time each ship normally took to travel upriver and downriver over three navigation segments (Les Escoumins–Quebec City, Quebec City–Trois Rivières and Trois Rivières–Montreal).

We then studied the principal causes of delays. A delay was defined as being travel time 1.25 times longer than the normal travel time of a given ship over a given navigation segment.

Delays arising when ship drafts were too great or from ice jams or from speed limits imposed on ships travelling in winter on Lake St Pierre could not be corrected using ECDIS. Conversely, other causes of delays, such as adverse weather conditions and overnight stops, could be corrected or at least mitigated using ECDIS.

Only 142 delays were recorded for the 1,620 summer transits in the reporting period (1993 to 1996) under study. Only 21 of the delays were caused by bad weather and could have been corrected using ECDIS. We were thus able to conclude for all practical purposes that no delays were encountered in the summer and that ECDIS had only a minor role to play in the summer navigation season.

Conversely, delays were encountered in 56% of the 413 winter transits and 94 of these delays could have been corrected using ECDIS.

To analyse the impact of ECDIS on the free flow of traffic on the St Lawrence River, we then calculated time lags versus normal travel time for each ship over the full distance between Les Escoumins and Montreal. If a ship took longer than estimated in theory, it was considered as having encountered a time lag.

The following comparative analyses of the performances of the test ships and the control ships were carried out:

1. Comparison of winter and summer performance results of all test ships;
2. Comparison of performance results of all test ships before and after installation of ECDIS;

3. Comparison and cross comparison of winter and summer performance results of all test ships and all control ships.

The comparative analyses led us to the following conclusions:

#### **Decrease in the average length of time lags**

Gross time lags, defined as the total of all time lags encountered by all ships during the reporting period, had become shorter since the introduction of ECDIS. The average time lag for all transits (upriver and downriver) fell from 4.7 to 2.7 hours. A decrease was also observed in net time lags, obtained by subtracting the number of time lags on which ECDIS could not have had an impact from the number of gross time lags. The average net time lag for all transits fell from 2.3 hours before installation of ECDIS to 1.3 hours after installation of ECDIS.

#### **Decrease in percentage of time lags arising from overnight stops**

When we compared the number of overnight stops with the number of transits, we noticed a decrease in the percentage of time lags arising from overnight stops. The percentage of time lags arising from overnight stops reported by all ships was 15% before installation of ECDIS and 7% after installation of ECDIS.

#### **Increase in percentage of overnight transits**

It was found that after the introduction of ECDIS, overnight transits accounted for 40% of all transits, compared with only 26% before its introduction.

These conclusions show that ECDIS has had an impact. However, there seems to have been an improvement in the performance of ships not equipped with ECDIS in recent years. The introduction of ECDIS has merely accelerated this trend.

We found that a total of 14 overnight winter transits upriver – 10 in 1995 and 4 in 1996 – were made possible by ECDIS. The 14 transits accounted for 28% of the overnight winter transits reported during this period.

We found that 7 out of 18 overnight winter transits downriver – 3 in 1995 and 4 in 1996 – were made possible by ECDIS. The 7 transits accounted for 39% of the overnight transits made by the test ships in 1995 and 1996.

We calculated the economic impact generated by these additional transits. Cost savings were generated in pilotage fees and fuel consumption and at port terminals. Total savings amounted to \$257,828, mainly a result of lower inactive employee costs in port terminals (\$167,027). Savings in lower pilotage fees and fuel consumption amounted to \$34,801 and \$56,000 respectively.

The number of additional transits also led to increased sales amounting to \$2 million over two years resulting from the more frequent services provided by one of the operators surveyed.

The economic impact broken down by year and by ship amounted to \$12,704 in 1995 and \$13,078 in 1996 for eight of the ten test ships. The other two test ships reported increases in the frequency of services. The annual economic impact generated by each of the two ships came to more than \$500,000.

Although it is clear that this technology has not boosted the flow of overnight transits to the same level as daytime transits and that winter traffic is not as regular as summer traffic, it seems likely that the already significant impact of ECDIS will continue to grow.

# TABLE DES MATIÈRES

---

<b>1. CONTEXTE DE L'ÉTUDE.....</b>	<b>1</b>
<b>2. OBJECTIFS DE L'ÉTUDE.....</b>	<b>5</b>
<b>3. MÉTHODOLOGIE.....</b>	<b>7</b>
<b>4. DONNÉES DE BASE ET TRAITEMENT .....</b>	<b>9</b>
<b>4.1 Données de base.....</b>	<b>9</b>
4.1.1 Navires .....	9
4.1.2 Temps de passage.....	13
4.1.3 Niveaux d'eau .....	14
4.1.4 Données climatologiques .....	15
<b>4.2 Analyse des données.....</b>	<b>16</b>
4.2.1 Établissement de la durée normale de passage pour chaque tronçon .....	16
4.2.2 Recherche des délais par tronçon.....	17
4.2.3 Identification de la cause probable des délais .....	18
4.2.4 Analyse des délais .....	22
<b>5. IMPACT DE LA MISE EN PLACE DES SVCEI POUR LA     NAVIGATION SUR LE SAINT-LAURENT .....</b>	<b>27</b>
<b>5.1 Impact sur la fluidité.....</b>	<b>27</b>
5.1.1 Temps de passage complet et retards .....	27
5.1.2 Analyse comparative des performances.....	28
5.1.3 Passages nocturnes attribuables au SVCEI.....	43
<b>5.2 Impact économique.....</b>	<b>47</b>
5.2.1 Frais de pilotage et consommation de carburant.....	47
5.2.2 Fréquence de services.....	50
5.2.3 Terminaux portuaires .....	51

5.2.4 Impacts économiques totaux .....	58
5.2.5 Détermination des impacts économiques par navire annuellement.....	60
<b>6. CONCLUSION .....</b>	<b>63</b>
<b>OUVRAGES CITÉS.....</b>	<b>67</b>

## ANNEXES

A. Guides d'entrevue	
B. Liste des personnes rencontrées	
C. Tableau de la durée moyenne de transit par tronçon pour chaque navire (en heures)	
D. Extraits de la Loi sur le pilotage et méthode de calcul des frais de pilotage	
E. Test du Chi carré	
F. Lexique et sigles	

## LISTE DES TABLEAUX

<b>TABLEAU 4.1</b> Caractéristiques des navires retenus.....	12
<b>TABLEAU 4.2</b> Disponibilité des données de temps de passage pour chacun des navires (en mois) .....	14
<b>TABLEAU 4.3</b> Disponibilité des données de niveaux d'eau .....	15
<b>TABLEAU 4.4</b> Passages et délais estivaux pour l'ensemble des navires et des trafics .....	25
<b>TABLEAU 4.5</b> Passages et délais hivernaux pour l'ensemble des trafics .....	26
<b>TABLEAU 5.1</b> Analyse comparative des performances des navires tests.....	29
<b>TABLEAU 5.2</b> Analyse comparative des performances avant et après l'installation du SVCEI sur les navires tests - Été.....	31
<b>TABLEAU 5.3</b> Analyse comparative des performances avant et après l'installation du SVCEI sur les navires tests - Hiver.....	33
<b>TABLEAU 5.4</b> Analyse comparative des performances des navires témoins et des navires tests équipés du SVCEI - Été .....	38
<b>TABLEAU 5.5</b> Analyse comparative des performances des navires témoins et des navires tests équipés du SVCEI - Hiver .....	39
<b>TABLEAU 5.6</b> Répartition des nuitées et des passages nocturnes pour les navires montants non-équipés du SVCEI; 1993-1996.....	41



<b>TABLEAU 5.7</b> Passages nocturnes montants attribuables au SVCEI .....	45
<b>TABLEAU 5.8</b> Passages nocturnes descendants attribuables au SVCEI .....	46
<b>TABLEAU 5.9</b> Données utilisées pour le calcul des frais de pilotage dans le sens montant .....	48
<b>TABLEAU 5.10</b> Durées moyenne, minimale et maximale de la période tampon hivernale pour chacun des navires - (1993-1996) - (en heures)....	56
<b>TABLEAU 5.11</b> Récapitulation des impacts économiques liés à l'implantation du SVCEI (1995-1996) (en dollars).....	59
<b>TABLEAU 5.12</b> Impacts économiques annuels des 8 navires tests ayant conservés la même fréquence de services (par navire - en dollars)..	61
<b>TABLEAU 5.13</b> Impacts économiques annuels des 2 navires tests ayant une fréquence de services raccourcie (par navire - en dollars).....	61

## **LISTE DES FIGURES**

---

<b>FIGURE 3.1</b> Schéma méthodologique .....	8
<b>FIGURE 5.1</b> Heures de départ des navires au port de Montréal - Été .....	36
<b>FIGURE 5.2</b> Heures de départ des navires au port de Montréal - Hiver .....	36



## 1. CONTEXTE DE L'ÉTUDE

Il circule annuellement sur le fleuve Saint-Laurent plus de 100 millions de tonnes de marchandises dont 74 p. cent dans le cadre du commerce extérieur. Le port de Montréal à lui seul génère un trafic d'environ 20 millions de tonnes annuellement et est à l'origine de plus de 5 000 mouvements de navires. La compétitivité de ce commerce et des ports qui en dépendent repose largement sur la fluidité de la circulation des navires, 365 jours par année, 24 heures sur 24.

Or, plusieurs facteurs contribuent à rendre difficile la navigation sur le fleuve. Il y a d'abord la configuration sinueuse du fleuve dont le chenal, que doivent se partager les trafics montant et descendant, n'a que de 250 à 350 mètres de largeur.

Viennent ensuite l'influence des courants et des vents et la limite de profondeur en amont de Québec. L'augmentation de la taille des navires a en effet forcé le dragage d'un chenal entre Québec et Montréal qu'il faut constamment entretenir et approfondir au besoin. Le dernier approfondissement a eu lieu en 1993 pour faire passer la profondeur du chenal de 35 à 36 pieds et une étude d'impact environnemental vient d'être complétée pour mesurer les conséquences d'un approfondissement à 37 pieds (1).

La situation est encore plus difficile au cours de la saison hivernale durant laquelle d'autres facteurs s'ajoutent. La présence des glaces force le remplacement des bouées lumineuses qui délimitent le chenal en été par un nombre plus limité de bouées résistant mieux aux glaces mais non-lumineuses<sup>1</sup>. De plus, l'image radar du dessin des côtes est faussée par l'accumulation d'épaisses couches de glace laissées par le passage répété de la marée. Appelées battures, ces couches de glace d'épaisseurs variables réduisent la fiabilité du positionnement du navire et affectent la fluidité du trafic.

Du fait de ces facteurs, la circulation fluviale hivernale peut être retardée ou interrompue. Ce phénomène entache la compétitivité des ports du Saint-Laurent, particulièrement celui de Montréal. Ce dernier est en effet actif

---

<sup>1</sup> La Garde côtière canadienne étudie actuellement la possibilité de remplacer les bouées réelles par des bouées virtuelles qui apparaîtraient sur les cartes électroniques.

sur le marché hautement concurrentiel du transport des conteneurs où on retrouve des ports comme Hampton Roads et New York, lesquels ne souffrent nullement du problème de la navigation hivernale. La situation entache également la compétitivité des armateurs, particulièrement dans le cadre des services de lignes, lesquels doivent être assurés avec une régularité exemplaire.

De ce fait, de nombreux efforts ont été entrepris afin de surmonter les difficultés de la navigation hivernale. En particulier, il fallait solutionner le problème du positionnement du navire dans le chenal. Considérant la proximité des côtes, l'inertie du navire, le peu de temps de réaction et les conséquences potentiellement désastreuses d'une mauvaise décision, le pilote doit, en effet, pouvoir établir la position exacte du navire dans le chenal en tout temps. Lorsque la mauvaise visibilité rend impossible la navigation à vue (par exemple la nuit, lors d'épais brouillards, de pluies intenses ou de tempêtes de neige), il doit compter exclusivement sur les radars de bord.

Deux technologies, développées au cours des années 1980, sont venues à l'aide du monde maritime. Il s'agit des cartes électroniques et du système de positionnement global (GPS)<sup>2</sup>. La précision du GPS, qui se situe autour de 100 mètres, étant insuffisante au positionnement en eaux restreintes, on a développé l'approche D-GPS (système de positionnement global différentiel), dont la précision se situe entre 2 et 10 mètres. Des stations D-GPS ont été installées le long du Saint-Laurent en 1993 et 1994.

On jugea alors que l'impact des conditions hivernales comme cause de ralentissement de trafic serait atténué et on considéra que le D-GPS pourrait rendre la navigation plus sécuritaire sur le Saint-Laurent en tout temps<sup>3</sup>. L'intégration de ce système, par le biais des systèmes de visualisation de cartes

---

<sup>2</sup> Afin de ne pas alourdir le contenu du texte, les définitions des différents termes techniques et la signification des différents sigles utilisés dans le texte sont présentées en annexe F.

<sup>3</sup> Dans un contexte de réforme de la politique maritime canadienne et de renégociation des contrats des pilotes, on a même soutenu que le SVCEI permettrait aux officiers de pont de procéder eux-mêmes au pilotage sans l'assistance des pilotes. Dans son rapport d'octobre 1994, le sous-comité sur la Voie maritime du Saint-Laurent du Comité permanent des transports de la Chambre des communes, déclarait «*que les récents progrès technologiques comme les systèmes de positionnement global par satellite, conjugués avec la cartographie assistée par ordinateur, rendent la navigation plus précise et plus sûre et pourraient représenter des options technologiquement supérieures au pilotage traditionnel*».

électroniques et d'informations (SVCEI), permet en effet de positionner le navire en tout temps sur une carte électronique dont les contours ne peuvent être affectés par la présence de battures.

Aussi, bien que le cadre juridique et réglementaire des SVCEI ne soit pas encore complètement défini, le développement de cette technologie a suscité beaucoup d'intérêt chez la communauté maritime laurentienne et plus particulièrement montréalaise. Un document de travail élaboré par Transports Canada dans le cadre de la révision de la politique maritime canadienne cite la compagnie Canada Maritime qui a investi plus de 600 000 \$ pour équiper du SVCEI huit de ses navires. Cette société affirme que *«le système peut amener des améliorations et des gains d'efficacité dans des conditions de nuit en hiver, situation où les navires qui ne possèdent pas un tel équipement sont souvent obligés de mouiller l'ancre au prix de retards, et donc de coûts considérables.»* (2).



## 2. OBJECTIFS DE L'ÉTUDE

Mais le SVCEI a-t-il été à la hauteur des espoirs qu'il a suscités? A-t-il contribué à rendre la navigation plus sécuritaire et le trafic plus fluide, particulièrement en hiver? Si oui, quel en a été l'impact sur la productivité du navire et l'activité portuaire? Si non, pourquoi et quelles pourraient être ses retombées à plus long terme? Sans prétendre pouvoir répondre pleinement à ces questions, nous visons à apporter notre contribution au débat qui se poursuit sur le rôle du SVCEI dans le transport maritime sur le Saint-Laurent.

Précisément, nous visons à étudier les deux aspects suivants :

1. Analyser l'évolution de la fluidité du trafic hivernal entre Les Escoumins et Montréal suite à la mise en place des SVCEI.
2. Déterminer les impacts économiques liés à l'introduction des SVCEI. Ces impacts économiques sont de plusieurs ordres. Il y a des économies de coûts liées à la diminution des frais de pilotage, des coûts de carburant et des frais portuaires. Il y a aussi des gains liés à l'augmentation des fréquences de service.





### 3. MÉTHODOLOGIE

La méthodologie utilisée pour répondre à ces objectifs apparaît à la figure 3.1. Dans une première partie, il s'agissait de sélectionner des navires tests et témoins et de collecter diverses données les concernant (caractéristiques des navires, historique de passages, temps de chaque passage, conditions météorologiques et de niveau d'eau au moment des passages) auprès de différentes institutions. Nous avons également obtenu des données primaires auprès des pilotes, des armateurs et des terminaux lors d'entrevues<sup>4</sup>. L'ensemble de ces données sont ensuite traitées de façon à déterminer le temps de passage normal par tronçon, et ce pour chaque navire.

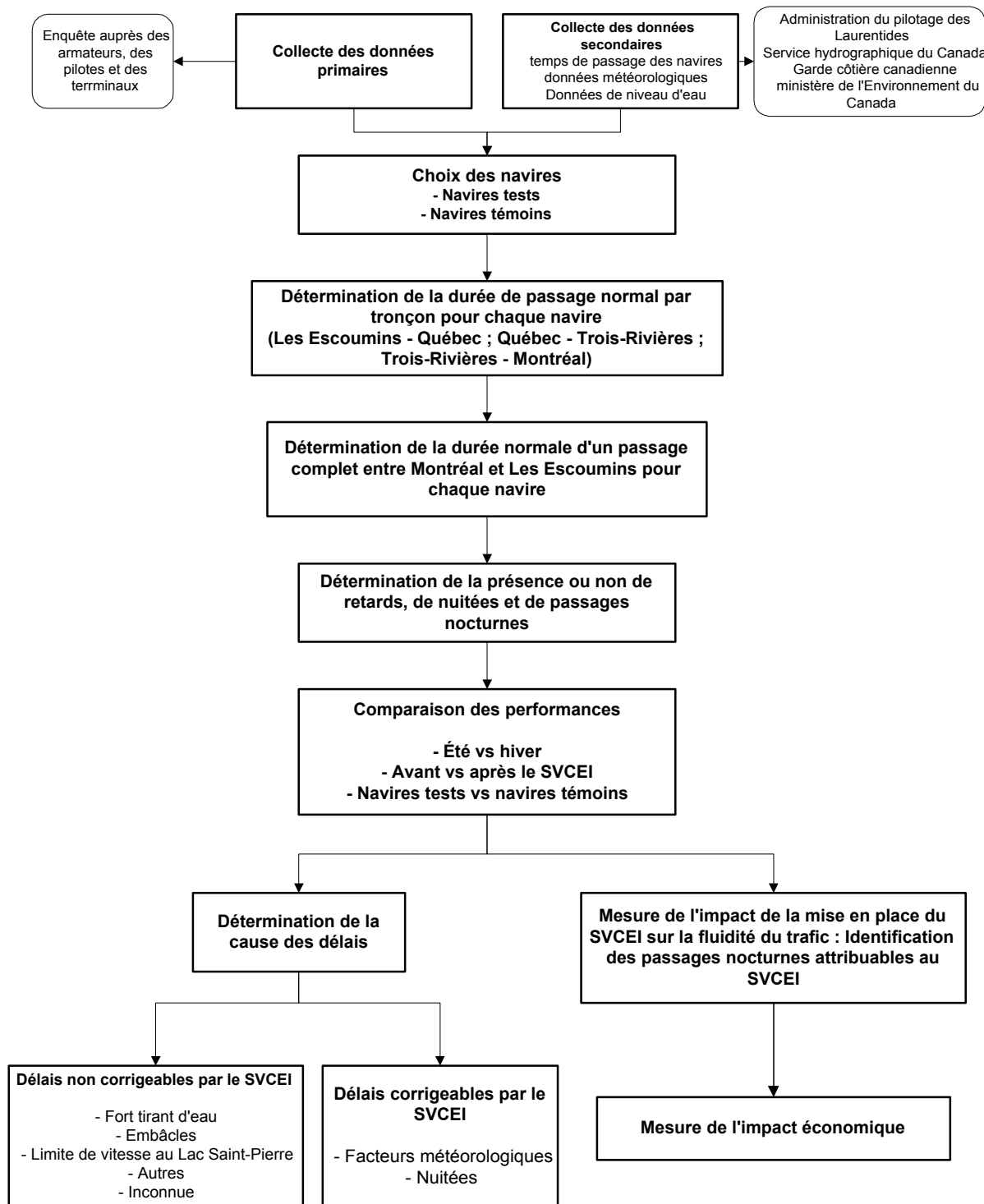
Nous déterminons ensuite, pour chaque tronçon et chaque passage, l'existence de délais. Lorsque des délais sont observés, nous en déterminons les causes probables et évaluons s'ils auraient pu être corrigés par le SVCEI.

Dans une seconde partie, nous mesurons l'impact de la mise en place des SVCEI sur la fluidité du trafic. Pour ce faire, nous déterminons la durée d'un passage normal entre Les Escoumins et Montréal. Nous analysons ensuite la présence ou non de retards et nous comparons les performances des navires tests et des navires témoins.

Enfin, les impacts économiques liés à la mise en place des SVCEI pour les compagnies maritimes et sur les terminaux portuaires sont présentés.

---

<sup>4</sup> Les guides d'entrevue utilisés pour ces enquêtes sont présentés à l'annexe A tandis que la liste des personnes rencontrées apparaît à l'annexe B.



**FIGURE 3.1**  
Schéma méthodologique

## 4. DONNÉES DE BASE ET TRAITEMENT

Les données de base se composent de données sur les navires sélectionnés, sur les temps de passage de ces navires à différents endroits prédéterminés, de données de niveaux d'eau et de climatologie. Ces données de base sont ensuite traitées pour déterminer le temps de passage normal de chaque navire sur les différents tronçons de navigation. Les délais éventuels et leurs causes sont ensuite analysés.

### 4.1 DONNÉES DE BASE

#### 4.1.1 Navires

##### 4.1.1.1 *Navires tests et navires témoins*

Les critères retenus quant à la sélection des navires devaient permettre d'analyser l'impact du SVCEI de façon globale en disposant d'une base de données la plus vaste et la plus complète possible. Ces critères devaient également permettre de pouvoir comparer les performances hivernales et estivales, ce qui exclut les navires de lac. Les navires sélectionnés pour cette étude devaient par conséquent rencontrer les critères suivants :

- Opérer douze mois par année;
- Être des navires ayant une fréquence de passage élevée pendant l'année (dix voyages ou plus, dont au moins deux durant l'hiver) et régulière;
- Être des navires de ligne opérant sur horaire fixe, donc sensibles aux retards;
- Que l'une des escales des navires soit le port de Montréal;
- Qu'un historique de passage sur 3 à 5 ans soit disponible.

Les navires rencontrant ces critères comprennent la flotte de porte-conteneurs et de navires rouliers, lesquels réalisent une part importante des activités hivernales du port de Montréal.

Pour déterminer l'impact du SVCEI sur la fluidité, il faut comparer deux familles de navires, l'une comprenant des navires possédant le SVCEI (navires tests) et l'autre étant composée de navires ne disposant pas de cet appareil (navires témoins).

Les navires témoins sont en effet indispensables pour déterminer si la présence du SVCEI sur les navires tests est significative. En effet, si pour un passage quelconque, on constate qu'un des navires tests a, tel qu'on devait s'y attendre, pu poursuivre sa course jusqu'à Montréal ou quitter ce port, on pourrait en déduire que cela est dû au SVCEI. Mais si on observe que des navires ne possédant pas le SVCEI ont pu faire de même, nous devons déterminer si cela n'est pas dû à des conditions particulièrement favorables (ex. : aucun vent, peu ou pas de glace, temps très clair).

Concernant les navires tests, pour les fins de cette étude, nous ne tenons pas compte de la présence du SVCEI avant le 15 décembre 1994. Ceci même pour les navires dont la date d'acquisition du système est antérieure à cette date. En effet, nous jugeons que pour les hivers 1993 et 1994, les SVCEI déjà présents sur les navires comportaient des lacunes, telles que :

- Le manque de cartes électroniques de navigation (CEN) le long du corridor considéré. Pour celles qui étaient déjà installées, des erreurs avaient été détectées et le tout était encore expérimental;
- Le fait que la Garde côtière canadienne n'ait pu garantir les signaux du système D-GPS qu'à partir de 1994, soit après environ deux ans d'expérimentation;
- Le fait que peu de formation avait été offerte aux utilisateurs du système (équipages et pilotes) quant à l'interprétation des données.

Aussi, à la section 5.1.2, les performances des navires témoins seront comparées avec celles des navires tests dans 3 cas de figure :

1. Comparaison des résultats observés en hiver à ceux observés en été pour la famille de navires tests;
2. Comparaison des résultats obtenus avant et après l'installation du SVCEI pour la famille de navires tests;
3. Comparaison des résultats observés pour la famille des navires tests par rapport à ceux obtenus par la famille de navires témoins et ce autant en hiver qu'en été.

#### **4.1.1.2 Navires retenus**

Un appel lancé à la capitainerie du port de Montréal a permis d'identifier des armateurs opérant des navires pouvant satisfaire nos critères. Nous avons ensuite demandé aux armateurs de nous identifier les navires qui rencontraient nos critères sur la période s'étalant du 1<sup>er</sup> janvier 1991 au 31 décembre 1996, et selon le cas, la date de l'acquisition du SVCEI.

Les armateurs nous ont fourni la liste de leurs navires depuis 1991. Dans cette liste, plusieurs navires avaient été retirés du service au cours de la période considérée ou étaient entrés en service à la fin de celle-ci. Ces navires n'ont pas été retenus.

De plus, considérant que peu de navires offraient un historique de passages d'au moins 3 ans, nous avons dû revoir ce critère en l'abaissant à 2 ans.

Par conséquent, dix-neuf navires répondaient à nos critères et ont été retenus. Dix d'entre eux sont équipés du SVCEI, ce sont les navires tests. Les neuf autres, les navires témoins, ne sont pas équipés du SVCEI.

Le tableau 4.1 présente les caractéristiques des navires retenus.

**TABLEAU 4.1**  
**Caractéristiques des navires retenus**

<b>Navires</b>	<b>Port en lourd</b>	<b>Année de construction</b>	<b>Longueur (en mètres)</b>	<b>Largeur (en mètres)</b>	<b>Tirant d'eau d'été (en mètres)</b>	<b>Puissance (en BHP)</b>	<b>Vitesse (en noeuds)</b>
Test 1	29 283	1970	231,55	30,64	10,08	29 000	21
Test 2	16 963	1971	167,09	25,66	9,17	15 000	18
Test 3	18 606	1978	177,04	27,08	10,13	17 400	19
Test 4	16 963	1971	167,09	25,66	9,17	15 000	18
Test 5	18 381	1979	177,02	27,08	10,13	17 400	18
Test 6	7 132	1979	184,32	22,53	6,86	14 601	18
Test 7	6 985	1978	147,17	22,53	6,88	14 601	16
Test 8	33 869	1978	218,60	31,07	11,77	33 050	23
Test 9	18 964	1979	177,04	27,06	10,09	17 400	18
Test 10	18 643	1979	177,02	27,08	10,14	17 400	19
Témoin 1	19 710	1987	172,42	25,40	10,40	14 878	17
Témoin 2	19 710	1987	172,42	25,40	10,40	14 878	17
Témoin 3	19 710	1988	174,20	25,40	10,42	14 878	16
Témoin 4	18 643	1979	177,02	27,08	10,13	17 400	17
Témoin 5	34 380	1987	201,53	28,68	10,99	14 071	17
Témoin 6	34 380	1989	201,53	28,40	10,99	16 858	17
Témoin 7	34 380	1987	201,53	28,45	10,99	14 071	17
Témoin 8	34 380	1989	201,53	28,40	11,00	15 498	17
Témoin 9	29 398	1971	231,55	30,64	10,60	29 000	22

Source : Compagnies maritimes et Administration du pilotage des Laurentides (APL).

### 4.1.2 Temps de passage

Nous avons obtenu de la part de l'Administration du pilotage des Laurentides (APL) les temps de passage (date et heure) des navires sélectionnés pour les endroits suivants<sup>5</sup> : Les Escoumins, Québec, Trois-Rivières et Montréal aussi bien dans le sens de la montée que dans celui de la descente. De plus, dans le sens de la montée, nous avons obtenu les données de passage au 66° méridien, ce qui permet de calculer la durée de passage entre Sept-Iles et les Escoumins.

Toutefois, le système informatique servant à stocker les informations de l'APL était en phase d'implantation en janvier 1993. De ce fait, dans quelques cas, les données de l'hiver 1993 sont partielles. Surtout, les données antérieures à janvier 1993 étaient inaccessibles.

Nous avons tenté de les obtenir auprès de la Garde côtière canadienne mais, au moment de notre demande, le système d'archivage du Data Acquisition and Display System (DADS) situé à Ottawa était en phase de renouvellement et, par conséquent, là aussi, les données antérieures à 1993 ne pouvaient nous être fournies dans un délai raisonnable.

Une fois les données de l'APL étudiées, nous avons constaté qu'il serait inutile de remonter plus loin dans le temps puisque l'historique concernant 8 des 19 navires ne couvraient déjà pas les quatre années en main. Nous avons donc étudié les temps de passage des navires pour 1993, 1994, 1995 et 1996. Cela représente déjà un peu plus de 1 000 passages dans chaque sens, dont environ 20 p. cent durant la période hivernale.

Le tableau 4.2 présente, pour chacun des navires, le nombre de mois pour lesquels des données de passage sont disponibles.

---

<sup>5</sup> En plus des temps de passage, nous avons obtenu différentes informations sur chacun des passages dont certaines portaient sur des faits pouvant expliquer des retards (embâcle, problème mécanique, ancrage, etc.).

**TABLEAU 4.2**  
**Disponibilité des données de temps de passage pour chacun des navires**  
**(en mois)**

<b>Navire</b>	<b>Nombre de mois</b>	<b>Navire</b>	<b>Nombre de mois</b>
Test 1	36	Témoin 1	47
Test 2	46	Témoin 2	46
Test 3	47	Témoin 3	47
Test 4	47	Témoin 4	41
Test 5	39	Témoin 5	24
Test 6	46	Témoin 6	27
Test 7	46	Témoin 7	25
Test 8	44	Témoin 8	25
Test 9	31	Témoin 9	24
Test 10	33		

*Source* : À partir des données de l'APL.

### 4.1.3 Niveaux d'eau

Les données sur les niveaux d'eau sont importantes puisqu'elles permettent, en les comparant au tirant d'eau du navire, de déterminer si ce dernier peut poursuivre sa route, indépendamment de la présence du SVCEI.

Les niveaux d'eau ont été obtenus via le Service hydrographique du Canada. Ce sont les données horaires validées des enregistreurs suivants : Lauzon, Portneuf, Cap à la Roche, Trois-Rivières, Lac Saint-Pierre, Sorel, Contrecoeur et Montréal. Pour la plupart de ces enregistreurs, la période couverte s'étend du 1<sup>er</sup> janvier 1991 au 31 mars 1996 (tableau 4.3). Au moment où nous avons procédé à la collecte des données sur le niveau d'eau, en janvier 1997, le Service hydrographique du Canada était à valider les observations de 1996 et, pour la plupart des enregistreurs, les données validées n'étaient disponibles que jusqu'en mars 1996.



**TABLEAU 4.3**  
**Disponibilité des données de niveaux d'eau**

<b>Lieu</b>	<b>Période</b>
Lauzon	du 1 déc. 91 au 31 mars 96
Portneuf	du 1 déc. 91 au 31 mars 96
Grondines	du 1 déc. 91 au 31 juil. 94
Cap à la Roche	du 1 déc. 91 au 31 mars 96
Trois-Rivières	du 1 déc. 91 au 31 mars 96
Lac Saint-Pierre	du 1 mai 92 au 31 mars 96
Sorel	du 1 déc. 91 au 31 mars 96
Contrecoeur <sup>6</sup>	du 1 déc. 91 au 31 mars 96
Montréal, Jetée #1	du 1 déc. 91 au 31 déc. 96

*Source* : Service hydrographique du Canada.

#### **4.1.4 Données climatologiques**

Les données climatologiques sont également importantes puisque l'étude met principalement l'accent sur les délais hivernaux. Dans le cadre de cette étude, nous considérons que l'hiver commence le 15 décembre et finit le 15 mars, sauf pour l'année 1993, où il commence le 1<sup>er</sup> janvier car nous ne disposons pas de données sur le passage des navires antérieures à cette date.

Les données horaires de trois enregistreurs automatiques et de trois aéroports ont été obtenues auprès du service de la climatologie du ministère de l'Environnement du Canada.

Les stations automatiques ont été choisies en fonction de leur emplacement à proximité du fleuve et de leur couverture temporelle. Les enregistreurs utilisés sont ceux de l'île d'Orléans, de Trois-Rivières et de l'île Charron à Montréal. Les données obtenues à partir de ces enregistreurs concernent la direction et la vitesse du vent, les données de température et de point de rosée.

---

<sup>6</sup> Pour Contrecoeur, les données de deux enregistreurs, à savoir Contrecoeur village et Contrecoeur IOC, ont été fusionnées pour couvrir la période mentionnée ci-haut.

Il fallait déterminer la présence ou non de buée hivernale (sea smoke) comme cause de ralentissement ou d'interruption de la navigation. Toutefois, la présence de buée hivernale n'est pas enregistrée par le ministère de l'Environnement du Canada. Par contre, les principaux aéroports notent à chaque heure la visibilité. De ce fait, nous avons compilé les données de trois aéroports (l'Ancienne Lorette, Saint-Hubert et Dorval) quant à ce phénomène. Si la visibilité était mauvaise dans les aéroports, on considérait qu'il en était de même sur le fleuve. Par contre, même si la visibilité était bonne dans les aéroports, elle pouvait être mauvaise sur le fleuve. Cette possibilité a été étudiée, la combinaison de température froide et de vent, de léger à nul, conduisant à conclure à la présence de buée hivernale.

## 4.2 ANALYSE DES DONNÉES

Nous venons de voir que, du fait des différentes contraintes de disponibilité de données, l'étude porte sur 19 navires et s'étend du 1<sup>er</sup> janvier 1993 au 14 décembre 1996<sup>7</sup>.

Avant de présenter l'impact du SVCEI sur la fluidité du trafic laurentien et l'impact économique de l'implantation de cette technologie, il nous faut tout d'abord déterminer quels sont les types de délais que le SVCEI peut corriger. Pour ce faire, il faut, dans un premier temps, calculer, à partir des données de base, la durée normale de passage sur chaque tronçon pour chacun des navires. Dans un second temps, il faut déterminer la présence ou non de délais. Si délais il y a, il faut en analyser les causes.

### 4.2.1 Établissement de la durée normale de passage pour chaque tronçon

Le but de notre étude est d'analyser l'impact du SVCEI sur la fluidité du trafic sur le Saint-Laurent, précisément entre Les Escoumins et Montréal.

---

<sup>7</sup> Ceci malgré l'absence de données de niveau d'eau à plusieurs endroits après le mois de mars 1996. Cette lacune est cependant peu préjudiciable du fait que nous disposons de cette information pour le port de Montréal et que nous mettons principalement l'accent sur les délais hivernaux.

Nous avons divisé ce trajet en trois tronçons :

- Montréal - Trois-Rivières
- Trois-Rivières - Québec
- Québec - Les Escoumins

Ces tronçons ont été fixés pour les raisons suivantes :

- D'une part, le changement de pilotes a lieu aux extrémités de ces tronçons, et, par conséquent, des décisions sont prises à ces endroits;
- D'autre part, les contraintes de navigation sont différentes sur chaque tronçon. Ainsi, le seul tronçon pour lequel la navigation est ouverte à l'année longue est le tronçon Les Escoumins - Québec. Sur le tronçon Québec - Trois-Rivières, les pilotes doivent prendre en compte le phénomène de la marée au moment du passage du navire. Enfin, sur le tronçon Trois-Rivières - Montréal, il n'y a pas de marée mais durant l'hiver, il y a une limite de vitesse imposée aux navires au niveau du lac Saint-Pierre (voir section 4.2.3).

Les passages montants et descendants ont été traités séparément. Puisque le souhait des opérateurs est de rendre le trafic hivernal aussi fluide que celui observé en été, seuls les passages estivaux ont été retenus pour établir les durées normales de passage. Ensuite, la durée de transit de chaque navire sur chacun des tronçons a été calculée, pour les sens montant et descendant. L'écart-type de chaque tronçon a été ramené à moins d'une heure en éliminant les durées de passage extrêmes. La durée moyenne de transit par tronçon par navire et dans chaque sens résultant de cette opération constitue la durée normale. Le tableau retraçant cette donnée est présenté à l'annexe C.

#### **4.2.2 Recherche des délais par tronçon**

Pour chaque passage, un dépassement de la durée normale de passage a été défini comme un retard. Toutefois, pour l'analyse par tronçon, nous n'avons considéré significatifs que les délais. Le délai se définit comme une durée de passage qui excède 1,25 fois la durée normale de passage pour un navire et un tronçon donnés. Ce facteur de 1,25 s'explique :

- D'une part, par le fait que le processus d'établissement de la vitesse moyenne par tronçon permet déjà une variation de plus ou moins

15 p. cent de la vitesse tout en étant considéré comme faisant partie d'un passage normal;

- D'autre part, du fait que, pour chaque passage de navire, il puisse exister des perturbations comme des ralentissements le long du parcours dus à des travaux hydrographiques, à du dragage, à des baliseurs et à d'autres causes «normales» de retard.

Par exemple, si le temps de passage normal d'un navire est de 6 heures entre Trois-Rivières et Montréal et que le temps total mis sur ce tronçon excède 7 heures et 30 minutes, ce navire sera considéré avoir un délai.

### **4.2.3 Identification de la cause probable des délais**

Il faut maintenant établir quelles sont les causes de ces délais. Ces causes peuvent être fort différentes d'un délai à l'autre, et pour certaines d'entre elles, le SVCEI ne peut avoir aucune influence.

#### ***4.2.3.1 Délais sur lesquels le SVCEI ne peut avoir aucune influence***

En effet, certains délais sont incontournables et même la présence du SVCEI ne peut les réduire. On retrouve dans ce type de délais, ceux liés au tirant d'eau du navire, aux embâcles, à la limite de vitesse imposée à la navigation sur le Lac Saint-Pierre et à d'autres facteurs.

- *Le tirant d'eau versus le niveau d'eau*

Le tirant d'eau déclaré, auquel on ajoute le dégagement sous quille, a été comparé à tous les enregistrements de niveau d'eau le long du parcours du navire. Aussi, parfois, entre Québec et Montréal, il arrive que les navires soient obligés de ralentir afin de se synchroniser avec la marée. Ce ralentissement peut entraîner un délai.

- *Embâcle*

Les embâcles sont des obstructions de glace dans le chenal navigable qui conduisent à la suspension de la navigation entre Montréal et Québec. Les données de passage obtenues de l'Administration du pilotage des Laurentides

comprenaient des informations sur la présence d'embâcles. Par conséquent, aux dates où l'on note la présence d'embâcles, les délais subis par les navires ont été associés à ces embâcles. Ajoutons que pour la période considérée, soit de 1993 à 1996, l'hiver 1993 a été celui où s'est produit le plus grand nombre d'embâcles. Du fait du manque de certaines données concernant les embâcles de 1993 (par exemple, pas d'informations quant à la reprise des activités de navires pris dans une embâcle), nous n'avons pas pu prendre en considération tous les cas d'embâcles observés.

- *Limite de vitesse*

Aux abords du lac Saint-Pierre, une limite de vitesse de 9 à 11 noeuds<sup>8</sup> est imposée aux navires en hiver pour éviter la formation de vagues qui pourraient permettre la séparation des battures, ce qui provoquerait la formation d'embâcles. Cette mesure, adoptée en 1993, n'est réellement respectée que depuis l'hiver 1995. Par conséquent, les limites de vitesse prises en compte dans l'étude ne concernent que les passages descendants sur le tronçon Montréal - Trois-Rivières pour les mois d'hiver de 1995 et 1996.

Pour les passages montants, il n'est pas nécessaire de prendre en compte la limite de vitesse. En effet, dans la zone où la limite de vitesse s'applique, il y a un courant constant unidirectionnel qui empêche, dans ce sens, les navires de dépasser la limite de vitesse imposée.

- *Tronçon Les Escoumins - Québec*

À la différence des tronçons Montréal - Trois-Rivières et Trois-Rivières - Québec, ce tronçon est ouvert à la navigation 24 heures par jour et 365 jours par année dans les deux directions. Par conséquent, les causes des délais identifiés sur ce tronçon pour les passages descendants n'ont pas fait l'objet d'analyse puisqu'elles sont liées à des facteurs sur lesquels le SVCEI n'a aucune influence.

---

<sup>8</sup> Le Lac Saint-Pierre est le seul endroit sur le Saint-Laurent où une limite de vitesse est imposée aux navires l'hiver. La limite de vitesse imposée et la longueur du tronçon auquel elle s'impose varient en fonction des conditions météorologiques mais se situe entre 9 et 11 noeuds.

Dans le sens de la montée, chaque délai originant d'un ralentissement dans le but d'arriver à Québec pour le début de la période de clarté, soit entre 5 heures et 6 heures du matin, était considéré comme une nuitée (voir section 4.2.3.2). Les autres causes de délais n'ont pas fait l'objet d'analyse puisqu'elles sont liées à des facteurs sur lesquels le SVCEI n'a aucune influence.

- *Autres*

Des délais causés par des problèmes mécaniques (ex. : panne de gouvernail) ou techniques (compas gyroscopique) ont été retirés de la base de données des passages. En effet, la source de ces informations mentionnait la présence du problème sans nous renseigner sur la longueur du délai.

- *Inconnue*

Parfois, il arrive que des délais identifiés n'ont pu être reliés à une cause probable. À titre d'exemple, on peut noter le délai d'un navire qui en rattrape un autre et qui doit ralentir du fait qu'il ne puisse dépasser ce dernier à cause de la configuration géographique de l'endroit. Ces délais ont été classés comme des délais ne pouvant être modifiés par le SVCEI.

#### **4.2.3.2 Délais pouvant être améliorés par le SVCEI**

Certaines causes de délai peuvent être corrigées ou au moins atténuées par le SVCEI.

- *Passages nocturnes*

Les passages nocturnes sont définis comme des passages entrepris après 15 h ou avant 5 ou 6 h durant la période hivernale à l'une ou l'autre des extrémités d'un tronçon.

La navigation nocturne étant plus difficile, il peut y avoir des délais causés par une vitesse réduite. Cependant, il ne faut pas seulement regarder le délai. En effet, le pilote et le commandant du navire pourraient décider de passer la nuit à Québec ou à Trois-Rivières et attendre le retour de la clarté pour reprendre la route. Par conséquent, poursuivre la route de nuit procure également un gain,

gain de temps calculé par rapport à l'attente de la clarté. Ce faisant, les passages nocturnes ont été traités de façon double :

- \* Premièrement, en tant que délai, délai lié à une vitesse réduite au cours de la nuit;
- \* Deuxièmement, en tant que gain, gain de temps obtenu par rapport à l'attente de la clarté.

Prenons l'exemple d'un navire qui, dans le sens de la montée, passe à Québec à 3 heures et poursuit sa route vers Montréal. Ce navire a un gain de 3 heures puisqu'il aurait pu attendre 3 heures à Québec et reprendre sa route à partir de 6 heures en présumant que, dans ce cas, il aurait maintenu une vitesse normale. Il poursuit sa route jusqu'à Montréal mais la durée du voyage est une heure supérieure à ce qu'elle est habituellement du fait d'une vitesse réduite. Par conséquent, il a un gain net de 2 heures qui se calcule comme la différence entre le gain de 3 heures et le délai d'une heure.

- *Météorologie*

Le facteur météorologique prépondérant pour la navigation est la visibilité. Ainsi, les conditions de visibilité réduite peuvent soit ralentir le navire en marche soit prolonger une période d'attente. Cependant, les autres contraintes (niveau d'eau, embâcle, limite de vitesse, tronçon Les Escoumins - Québec et passage nocturne) étaient vérifiés préalablement. En effet, les facteurs météorologiques (présence de buée hivernale) n'étaient qu'estimés et il était par conséquent préférable d'analyser d'abord les autres facteurs.

- *Nuitée*

Les nuitées sont définies comme des délais causés par l'attente de la clarté. Il peut y avoir des nuitées dans les cas suivants :

- \* Dans le sens de la montée, dans le cas d'une attente jusqu'au lendemain avant d'entreprendre un nouveau tronçon lorsque que le navire est arrivé après 15 h à l'extrémité d'un tronçon (Québec, Trois-Rivières). C'est en effet au changement de pilote que la décision de poursuivre ou non la route est prise par le pilote et le commandant du navire.

- \* Concernant le trafic descendant, il ne peut y avoir de nuitée qu'à Trois-Rivières. En effet, il ne peut y avoir de nuitée à Québec dans ce sens. Si le navire arrive à Québec de nuit, il peut poursuivre sa route puisque la navigation sur le tronçon Québec - Les Escoumins est ouverte 24 heures par jour à l'année longue.
- \* Un autre type de nuitée est l'attente de la clarté pour le départ du port de Montréal. L'hiver, il n'y a aucun départ du port de Montréal avant 5 h le matin (voir section 5.1.2.2). Par conséquent, si les manoeuvres de transbordement sont finies, à minuit par exemple, il y a un délai de 5 heures, qui est la différence entre minuit et 5 h. Cependant, ce type de délai n'a pas pu être comptabilisé car nous ne disposons pas de données sur les heures d'opération des terminaux.

#### 4.2.4 Analyse des délais

Nous avons vu précédemment que notre étude porte sur plus de 1 000 passages dans chaque sens, soit plus de 2 000 passages au total. Aussi, la circulation estivale étant plus aisée, il est bien important de distinguer les délais hivernaux des délais estivaux.

##### 4.2.4.1 Passages estivaux

Les passages estivaux représentent 1 620 passages, soit 80 p. cent de l'ensemble des passages (tableau 4.4).

Pour l'ensemble des trafics, le nombre de passages avec délais s'est élevé à 140 dont 85 dans le sens montant. Par conséquent, 91 p. cent des passages estivaux n'ont connu aucun délai (89 p. cent dans le sens montant, 93 p. cent dans le sens descendant).

Aussi, comme le passage est divisé en trois tronçons, un passage peut enregistrer des délais sur plus d'un tronçon. Par conséquent, le nombre de tronçons avec délais peut être supérieur au nombre de passages avec délais. C'est ce que l'on note pour les passages montants. En effet, il y a 85 passages montants avec délais et 87 délais. Par conséquent, le nombre total de délais estivaux s'est élevé à 142 au cours des 4 dernières années de navigation



estivale. Le nombre total d'heures de délais s'est élevé à 573 heures, chaque délai durant en moyenne 4 heures.

Concernant les délais, certains sont incontournables et sont dus à des éléments sur lesquels le SVCEI ne peut avoir aucun impact.

- *Délais sur lesquels le SVCEI ne peut avoir aucune influence*

En fait, il apparaît que la plupart des délais estivaux ne peuvent être corrigés par le SVCEI. En effet, 121 délais ont été causés par des facteurs sur lesquels le SVCEI ne peut avoir aucune influence, ce qui, en terme d'heures, représentent 87,2 p. cent des délais. En fait, 29 p. cent des heures de délais estivaux enregistrés sur 4 ans sont dus à un tirant d'eau trop important du navire, l'obligeant à attendre une hauteur de marée suffisante pour pouvoir poursuivre sa route. Aussi, 19 p. cent des heures de délais sont enregistrées sur le tronçon Les Escoumins - Québec et 39 p. cent sont de raison inconnue.

- *Délais pouvant être influencés par le SVCEI*

Seul 21 des 142 délais enregistrés sur 4 ans en période estivale sont dus à de mauvaises conditions climatiques et auraient donc pu être corrigés par le SVCEI. En terme d'heures, ceci ne représente que 13 p. cent du nombre d'heures de délais.

Du tableau 4.4, il ressort également que les résultats pour les trafics montant et descendant sont très comparables.

Aussi, si on rapporte le nombre de délais que le SVCEI peut corriger, soit 21, au nombre de passages estivaux, 1 620, on obtient un ratio de 1,3 p. cent. On en arrive à la conclusion qu'il n'y a pas, à toutes fins pratiques de délais l'été et que le SVCEI ne peut jouer qu'un rôle négligeable durant cette saison de navigation.

#### **4.2.4.2 Passages hivernaux**

En 4 ans, il y a eu 413 passages hivernaux et 232 d'entre eux, soit 56 p. cent ont connu des délais, prouvant ainsi la difficulté de naviguer l'hiver sur le fleuve.

Dans le cas présent également, certains passages ont connu plus d'un tronçon avec délais, ce qui fait que le nombre de délais s'élève à 242. Au total, le

nombre d'heures de délais s'est élevé à 773 heures dans le sens de la montée et à 603 heures dans le sens descendant, pour un total de 1 376 heures (tableau 4.5). En moyenne, chaque délai a duré un peu moins de 6 heures.

- *Délais sur lesquels le SVCEI ne peut avoir aucune influence*

On constate que 148 des 242 délais sont dus à des facteurs sur lesquels le SVCEI ne peut avoir aucune influence. Parmi ceux-ci, 55 délais étaient dans le sens montant et 93 dans le sens descendant.

La part des heures de délais liés à des éléments ne pouvant être corrigés par le SVCEI atteint environ 35 p. cent dans le sens montant et 71 p. cent dans le sens descendant. Dans le sens montant, les délais ne pouvant être corrigés par le SVCEI ont surtout eu lieu entre les Escoumins et Québec, puisqu'ils représentent 17 p. cent des délais en terme d'heures.

Dans le sens descendant, 63 délais sont liés aux limites de vitesse imposées sur le lac Saint-Pierre. Mais ces délais sont courts et en terme de temps, ils ne représentent que 16 p. cent de l'ensemble des heures de délais. C'est l'inverse pour les embâcles. Peu nombreuses (7 en 4 ans), elles représentent 27 p. cent des heures de délais. Il est à noter de plus, que cela n'est le résultat que d'une seule année, 1993, où il y a eu de nombreuses embâcles sur le fleuve.

Aussi, les délais liés aux passages nocturnes représentent 7 p. cent.

- *Délais pouvant être corrigés par le SVCEI*

Au total, 94 délais enregistrés durant l'hiver auraient pu être corrigés par le SVCEI. À cet égard, les facteurs météorologiques ont entraîné peu de délais, à savoir 33, soit, en terme d'heures, 6 p. cent de l'ensemble de ceux-ci. En fait, ce sont surtout les nuitées, 61 au total, qui sont les causes de nombreux délais. Ceci est particulièrement le cas dans le sens de la montée, où il peut y avoir nuitée à Québec et Trois-Rivières. Dans le sens descendant, ceci est moins vrai en raison des fenêtres de départ imposées à Montréal (voir section 5.1.2.2) et du fait qu'il ne peut y avoir de nuitées qu'à Trois-Rivières.

Notons également qu'il y a eu respectivement 93 et 35 passages nocturnes dans le sens montant et dans le sens descendant, lesquels ont procuré des gains respectifs de 593 et 422 heures.

**TABLEAU 4.4**  
**Passages et délais estivaux pour l'ensemble des navires et des trafics**

	Trafic montant			Trafic descendant			Ensemble		
Passages totaux	1 008			1 025			2 033		
Passages estivaux	807			813			1 620		
Part des passages estivaux	80 %			79 %			80 %		
Passages estivaux avec délais	85			55			140		
Part des passages estivaux avec délais	11 %			7 %			9 %		
	Nombre	Heures		Nombre	Heures		Nombre	Heures	
		Nombre	%		Nombre	%		Nombre	%
Délais	87	355,8	100 %	55	217,2	100 %	142	573	100 %
<b>Délais sur lesquels le SVCEI ne peut avoir aucune influence</b>									
Fort tirant d'eau	22	91,2	26 %	23	73,9	34 %	45	165,1	29 %
Tronçon Les Escoumins - Québec	14	66,6	19 %	11	42,8	20 %	25	109,4	19 %
Inconnue	35	136,8	38 %	16	88,1	40 %	51	224,9	39 %
Sous-total	71	294,6	83 %	50	204,8	94 %	121	499,4	87 %
<b>Délais pouvant être corrigés par le SVCEI</b>									
Conditions météorologiques	16	61,2	17 %	5	12,4	6 %	21	73,6	13 %
Sous-total	16	61,2	17 %	5	12,4	6 %	21	73,6	13 %

Source : À partir des données de l'APL.

**TABLEAU 4.5**  
**Passages et délais hivernaux pour l'ensemble des trafics**

	Trafic montant			Trafic descendant			Ensemble des trafics		
Passages totaux	1 008			1 025			2 033		
Passages hivernaux	201			212			413		
Part des passages hivernaux	20 %			21 %			20 %		
Passages hivernaux avec délais	125			107			232		
Part des passages hivernaux avec délais	62 %			50 %			56 %		
	Nombre	Heures		Nombre	Heures		Nombre	Heures	
		Nombre	%		Nombre	%		Nombre	%
Délais	125	772,9	100 %	117	603	100 %	242	1 375,9	100 %
<b>Délais sur lesquels le SVCEI ne peut avoir aucune influence</b>									
Fort tirant d'eau	7	17,7	2 %	6	35,2	6 %	13	52,9	4 %
Tronçon Les Escoumins-Québec	14	131,5	17 %	9	73,9	12 %	23	205,4	15 %
Passage nocturne	23	89,7	12 %	1	3,2	1 %	24	92,9	7 %
Embâcle	1	4,9	1 %	7	164,6	27 %	8	169,5	12 %
Limite de vitesse				62	97,5	16 %	62	97,5	7 %
Inconnue	10	25,2	3 %	8	53	9 %	18	78,2	6 %
Sous-total	55	269	35 %	93	427,4	71 %	148	696,4	51 %
<b>Délais pouvant être corrigés par le SVCEI</b>									
Conditions météorologiques	18	42,1	5 %	15	46,1	8 %	33	88,2	6 %
Nuitée	52	461,8	60 %	9	129,5	21 %	61	591,3	43 %
Sous-total	70	503,9	65 %	24	175,6	29 %	94	679,5	49 %
GAIN (passages nocturnes)	93	593		35	422		128	1 015	

Source : À partir des données de l'APL.

## **5. IMPACT DE LA MISE EN PLACE DES SVCEI POUR LA NAVIGATION SUR LE SAINT-LAURENT**

### **5.1 IMPACT SUR LA FLUIDITÉ**

#### **5.1.1 Temps de passage complet et retards**

Pour analyser l'impact de la mise en place des SVCEI sur la fluidité du trafic sur le Saint-Laurent, il faut maintenant établir, pour chaque navire, le retard par rapport à la durée d'un passage normal sur un passage complet, c'est-à-dire entre Les Escoumins et Montréal.

En effet, un retard de 2 heures sur un tronçon n'entraîne pas automatiquement un retard de 2 heures à l'arrivée du navire à destination sachant que sur le ou les tronçons subséquents ou précédents, il peut prendre moins de temps que la durée normale. Par conséquent, il faut déterminer le retard global par passage complet pour chaque navire. Concernant le trafic montant, il faut voir si le navire avait un retard à l'arrivée au port de Montréal. Pour un navire descendant, il faut analyser le retard éventuel aux Escoumins.

Aussi, la notion de retard telle qu'on l'entend ici ne correspond pas à la notion de délai vue au chapitre 4. Rappelons que les délais se définissent comme la durée de passage excédant d'au moins 1,25 la durée normale de passage sur un tronçon. Dans le cas présent, si un navire arrive une demi-heure après l'heure prévue, il est considéré avoir un retard.

Pour les navires montants, la durée de passage global a été déterminée en regardant les temps de passage aux Escoumins et à l'arrivée à Montréal. En comparant cette valeur avec la somme des durées normales de chaque tronçon (voir tableau 1 à l'annexe C), on détermine le nombre d'heures d'avance ou de retard du navire. Par exemple, pour un navire dont le temps de passage normal est de 19 heures 30 minutes entre Les Escoumins et Montréal dans le sens montant, si le temps de passage observé est de 19 heures 45 minutes, il y a un retard de 15 minutes.

Pour les navires descendants, c'est le même principe en prenant le départ de Montréal comme origine.

Pour chaque navire, nous regardons l'ensemble des passages et on calcule la somme des retards accumulés pour l'ensemble de ces passages.

### **5.1.2 Analyse comparative des performances**

Les performances des navires témoins avec celles des navires tests sont ensuite comparées dans 3 cas de figure<sup>9</sup> :

1. Comparaison des résultats observés en hiver à ceux observés en été pour la famille de navires tests;
2. Comparaison des résultats obtenus avant et après l'installation du SVCEI pour la famille de navires tests;
3. Comparaison des résultats observés pour la famille des navires tests après installation du SVCEI par rapport à ceux obtenus par la famille de navires témoins et ce autant en hiver qu'en été.

#### **5.1.2.1 Comparaison des performances été-hiver**

Dans cette section, nous comparons les résultats observés pour la navigation hivernale et la navigation estivale des navires tests après l'installation du SVCEI (tableau 5.1).

Les retards bruts se définissent comme la somme de tous les retards pour l'ensemble des navires pour la période considérée.

Les retards nets hypothétiques correspondent, quant à eux, à la quantité d'heures que pourrait effacer le SVCEI en le supposant efficace à 100 p. cent. Ils s'obtiennent en retranchant au nombre d'heures de retards nets, le nombre d'heures de gains nets liés aux passages nocturnes. Par exemple, si un navire a

---

<sup>9</sup> Pour faciliter la lecture du présent rapport, nous présentons des tableaux pour chaque analyse comparative, plutôt qu'un tableau synthèse même si, de ce fait, certaines données se retrouvent dans plusieurs tableaux.

des retards nets effectifs de 30 heures pour l'ensemble d'une année et que les gains nets dus à des passages nocturnes sont de 45 heures, on obtient donc des retards nets hypothétiques de 75 heures.

Le rapport du nombre d'heures de retard sur le nombre total de passages donne la durée moyenne des retards.

Des sommes négatives signifient que l'ensemble des navires sont arrivés en avance par rapport à leur horaire normal. Ce résultat est possible puisque la durée de passage normal n'est pas la durée de passage optimal.

La ligne Ensemble des trafics s'obtient par la sommation des données des trafics montant et descendant.

**TABLEAU 5.1**  
**Analyse comparative des performances des navires tests**

	Été	Hiver
<b>Trafic montant</b>		
Nombre de passages	284	86
Nombre d'heures de retards bruts	47	312
Durée moyenne des retards bruts	0,2 h	3,6 h
Nombre d'heures de retards nets	- 7	164
Durée moyenne des retards nets	0 h	1,9 h
<b>Trafic descendant</b>		
Nombre de passages	285	85
Nombre d'heures de retards bruts	81	148
Durée moyenne des retards bruts	0,3 h	1,7 h
Nombre d'heures de retards nets	15	53
Durée moyenne des retards nets	0,1 h	0,6 h
<b>Ensemble des trafics</b>		
Nombre de passages	569	171
Nombre d'heures de retards bruts	128	460
Durée moyenne des retards bruts	0,3 h	2,7 h
Nombre d'heures de retards nets	8	217
Durée moyenne des retards nets	0 h	1,3 h

Source : À partir des données de l'APL.

Cette analyse comparative nous amène à tirer 5 remarques principales :

- Le trafic est régulier. Selon notre définition, l'hiver dure 3 mois et représente 25 p. cent de l'année. Aussi, les 171 passages hivernaux représentent 23 p. cent des passages;
- La durée moyenne des retards est plus longue l'hiver. Ainsi, pour l'ensemble des trafics, les retards bruts durent en moyenne 2,7 heures en hiver contre seulement 0,3 heure durant la saison estivale;
- Le SVCEI ne peut avoir que très peu d'influence sur les retards estivaux puisque, pour l'ensemble des passages estivaux, le nombre d'heures de retards nets s'élève à 8 (contre 128 pour les retards bruts). Le SVCEI peut avoir un impact plus important l'hiver puisque pour l'ensemble des passages hivernaux, il y a eu 217 heures de retards nets (contre 460 heures de retards bruts);
- On conclut, à partir des deux remarques précédentes, qu'à toutes fins pratiques, les retards estivaux sont négligeables;
- Enfin, l'ensemble de ces remarques est valable aussi bien dans le sens de la montée que dans le sens descendant. Toutefois, en valeur absolue, on s'aperçoit que les retards hivernaux sont plus importants dans le sens montant que dans le sens descendant. Ceci est dû au fait qu'il n'y a pas de départ avant 5 h et après 15 h au port de Montréal durant la saison hivernale (voir section 5.1.2.2) et que, dans le sens descendant, il ne peut y avoir de nuitées qu'à Trois-Rivières.

### ***5.1.2.2 Analyse comparative de la performance des navires tests avant et après l'installation du SVCEI***

Nous présentons ici les performances des navires tests avant et après l'installation du SVCEI pour les passages estivaux et pour les passages hivernaux<sup>10</sup>.

---

<sup>10</sup> Il est à noter ici que deux des dix navires tests n'ont pas d'historique d'hiver avant le SVCEI car ils sont entrés en service durant l'été 1994. Malgré cela, comme nous présentons des comparaisons relatives, nous les utilisons dans notre analyse.



- *Été*

Il apparaît au tableau 5.2 que la durée moyenne des retards bruts et nets sont négligeables en été. Ceci est vérifié autant avant l'installation du SVCEI qu'après. Pour l'ensemble des trafics, la moyenne des retards bruts s'élève à 0,3 heure avant installation du SVCEI et à 0,2 heure après. Les écarts-types sont respectivement de 0,5 heure et de 0,3 heure. Quant à la moyenne des retards nets, elle est quasi-nulle dans les deux cas avec des écarts-types de 0,3 heure et de 0,2 heure.

Aussi, des résultats pires après l'installation du SVCEI dans le sens descendant sont dus à des facteurs sur lesquels le SVCEI ne peut avoir d'influence (par exemple, un trop fort tirant d'eau du navire au moment du passage).

Ceci vient donc confirmer une nouvelle fois que les retards estivaux sont négligeables et que le SVCEI ne peut avoir qu'une influence minime sur ces retards.

**TABLEAU 5.2**  
**Analyse comparative des performances avant et après l'installation du SVCEI sur les navires tests - Été**

	<b>Avant SVCEI</b>	<b>Après SVCEI</b>
<b>Trafic montant</b>		
Nombre de passages	281	284
Nombre d'heures de retards bruts	167	47
Durée moyenne des retards bruts	0,6 h	0,2 h
Nombre d'heures de retards nets	33	- 7
Durée moyenne des retards nets	0,1 h	0 h
<b>Trafic descendant</b>		
Nombre de passages	283	285
Nombre d'heures de retards bruts	6	81
Durée moyenne des retards bruts	0 h	0,3 h
Nombre d'heures de retards nets	- 41	15
Durée moyenne des retards nets	- 0,1 h	0,1 h

TABLEAU 5.2 (suite)

<b>Ensemble des trafics</b>		
Nombre de passages	564	569
Nombre d'heures de retards bruts	173	128
Durée moyenne des retards bruts	0,3 h	0,2 h
Nombre d'heures de retards nets	- 8	8
Durée moyenne des retards nets	0 h	0 h

Source : À partir des données de l'APL.

- **Hiver**

Le tableau 5.3 nous permet quant à lui de mieux apprécier l'évolution de la fluidité du trafic hivernal sur le Saint-Laurent depuis la mise en place du SVCEI.

#### **Diminution de la durée moyenne des retards**

Les retards bruts sont plus courts depuis que le SVCEI a été installé puisqu'en moyenne, ils sont passés de 4,7 heures à 2,7 heures pour l'ensemble des passages dans le sens descendant. Cette remarque vaut aussi pour les retards nets puisque, pour l'ensemble des passages, la moyenne des retards nets est passée de 2,3 heures avant l'installation à 1,3 heure après l'installation.

#### **Diminution de la part des nuitées**

Si on rapporte le nombre de nuitées au nombre de passages, on s'aperçoit que leur part a diminué. Pour l'ensemble des trafics (montant et descendant), le nombre de nuitées était de 14 pour 95 passages, soit un ratio de 15 p. cent, avant l'installation du SVCEI. Depuis l'installation du SVCEI, ce pourcentage s'élève à 7 p. cent (12 nuitées pour 171 passages).

#### **Augmentation de la part des passages nocturnes**

Pour l'ensemble des trafics, il y a eu au total 68 passages nocturnes de navires équipés du SVCEI contre 25 passages avant l'installation du SVCEI sur les navires tests. Aussi, depuis l'installation du SVCEI, 40 p. cent des passages sont des passages nocturnes, alors que précédemment, ils ne représentaient que 26 p. cent du total des passages.

**TABLEAU 5.3**  
**Analyse comparative des performances avant et après l'installation du SVCEI sur les navires tests - Hiver**

	<b>Avant SVCEI</b>	<b>Après SVCEI</b>
<b>Trafic montant</b>		
Nombre de passages	45	86
Nombre d'heures de retards bruts	239	312
Durée moyenne des retards bruts	5,3 h	3,6 h
Nombre d'heures de retards nets	165	164
Durée moyenne des retards nets	3,7 h	1,9 h
<b>Nuitées</b>		
Nombre	13	11
Part	29 %	13 %
Durée	118 h	98 h
<b>Passages nocturnes</b>		
Nombre	21	50
Part	47 %	58 %
Gains nets	142 h	315 h
<b>Retards nets hypothétiques</b>	307 h	486 h
Moyenne des retards nets hypothétiques	6,8 h	5,6 h
<b>Trafic descendant</b>		
Nombre de passages	50	85
Nombre d'heures de retards bruts	204	148
Durée moyenne des retards bruts	4,1 h	1,7 h
Nombre d'heures de retards nets	54	53
Durée moyenne des retards nets	1,1 h	0,6 h
<b>Nuitées</b>		
Nombre	1	1
Part	2 %	1 %
Durée	15 h	13 h
<b>Passages nocturnes</b>		
Nombre	4	18
Part	8 %	21 %
Gains nets	43 h	228 h
<b>Retards nets hypothétiques</b>	97 h	281 h
Moyenne des retards nets hypothétiques	1,9 h	3,3 h

TABLEAU 5.3 (Suite)

<b>Ensemble des trafics</b>		
Nombre de passages	95	171
Nombre d'heures de retards bruts	443	460
Durée moyenne des retards bruts	4,7 h	2,7 h
Nombre d'heures de retards nets	219	217
Durée moyenne des retards nets	2,3 h	1,3 h
<b>Nuitées</b>		
Nombre	14	12
Part	15 %	7 %
Durée	133 h	111 h
<b>Passages nocturnes</b>		
Nombre	25	68
Part	26 %	40 %
Gains nets	185 h	543 h
<b>Retards nets hypothétiques</b>	404 h	767 h
Moyenne des retards nets hypothétiques	4,3 h	4,5 h

Source : À partir des données de l'APL.

Nous avons vu précédemment que les gains nets liés aux passages nocturnes s'obtiennent en soustrayant aux gains réalisés durant ces passages nocturnes, les retards accumulés à cause de la navigation plus difficile la nuit. Pour les navires tests équipés de SVCEI, ces gains nets s'élèvent à 543 heures. Aussi, la durée moyenne des gains nets est de 8 heures.

### **Retards nets hypothétiques**

Les retards nets hypothétiques des navires tests équipés de SVCEI se seraient élevés à 767 heures pour une moyenne de 4,5 heures par passage. Aussi, en facilitant les passages nocturnes, la présence du SVCEI permet de diminuer les retards nets. En effet, la moyenne des retards nets effectifs n'est que de 1,3 heure.

Avant l'installation du SVCEI, la durée moyenne des retards nets hypothétiques étaient de 4,3 heures et, grâce aux passages nocturnes, elle est passée à 2,3 heures. Ce qui correspond à un gain moins important qu'en présence du SVCEI.

### Trafic montant et trafic descendant

Aussi, on note qu'il y a plus de passages nocturnes et plus de nuitées dans le sens montant que dans le sens descendant.

- Sur les 68 passages nocturnes qui ont été effectués par des navires équipés du SVCEI, 50 sont dans le sens montant et 18 dans le sens descendant;
- Concernant les nuitées, il y en a eu 11 dans le sens montant et 1 dans le sens descendant.

Ceci est lié à la fenêtre des départs au port de Montréal et au fait qu'il n'y ait de nuitées qu'à Trois-Rivières dans le sens descendant.

Dans le sens de la montée, les navires peuvent arriver au port de Montréal 24 heures sur 24, et ce en toute saison. Dans le sens descendant, il apparaît à la figure 5.1 que les départs estivaux se répartissent sur l'ensemble des 24 heures avec des pointes à 8 h et vers 16 h. Par contre, en hiver, soit entre le 15 décembre et le 15 mars, il n'y a aucun départ de navire du port de Montréal entre 15 h et 5 h le lendemain (figure 5.2)<sup>11</sup>. De plus, il apparaît qu'en pratique, la majorité des départs hivernaux ont lieu entre 7 h et 11 h.

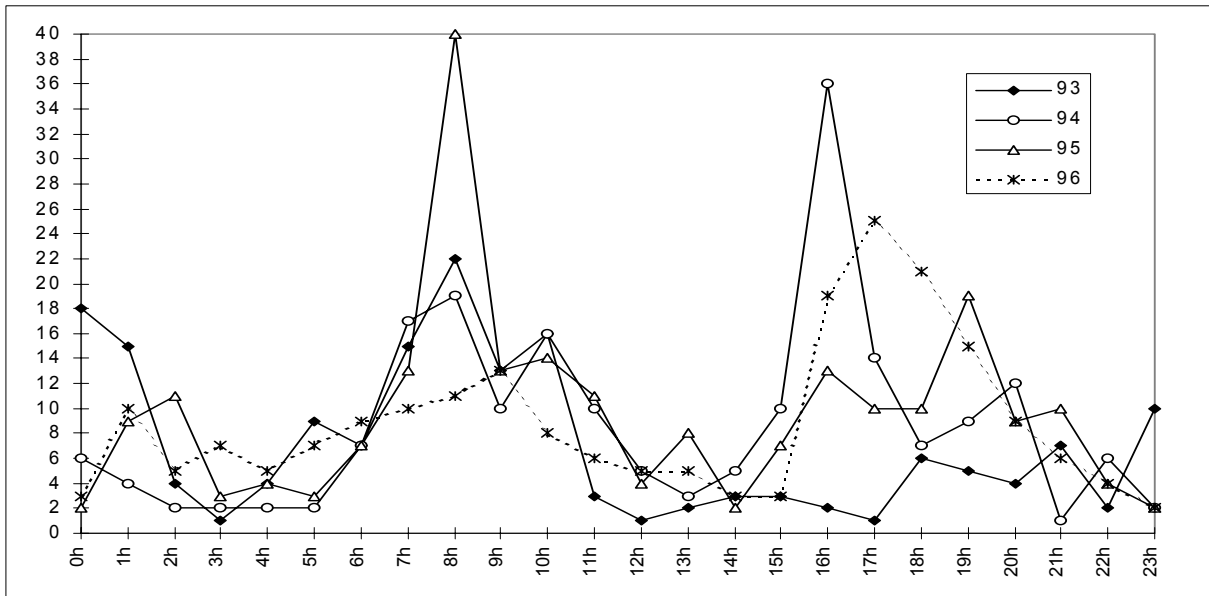
Une des conséquences d'une fenêtre de départ restreinte au port de Montréal est que le navire arrive souvent avant 15 h à Trois-Rivières et il peut ainsi poursuivre sa route. Ce faisant, il y a peu de nuitées dans le sens descendant.

Ainsi, il y a eu 212 départs hivernaux dans le sens descendant au cours des 4 hivers étudiés (de 1993 à 1996). Un total de 165 navires, soit 78 p. cent, sont arrivés à Trois-Rivières avant 15 h et ont poursuivi leur route. Les 47 autres sont arrivés après 15 h. Trois d'entre eux ont été perturbés par les glaces, 35 ont poursuivi leur route et 9 seulement y ont passé la nuit.

---

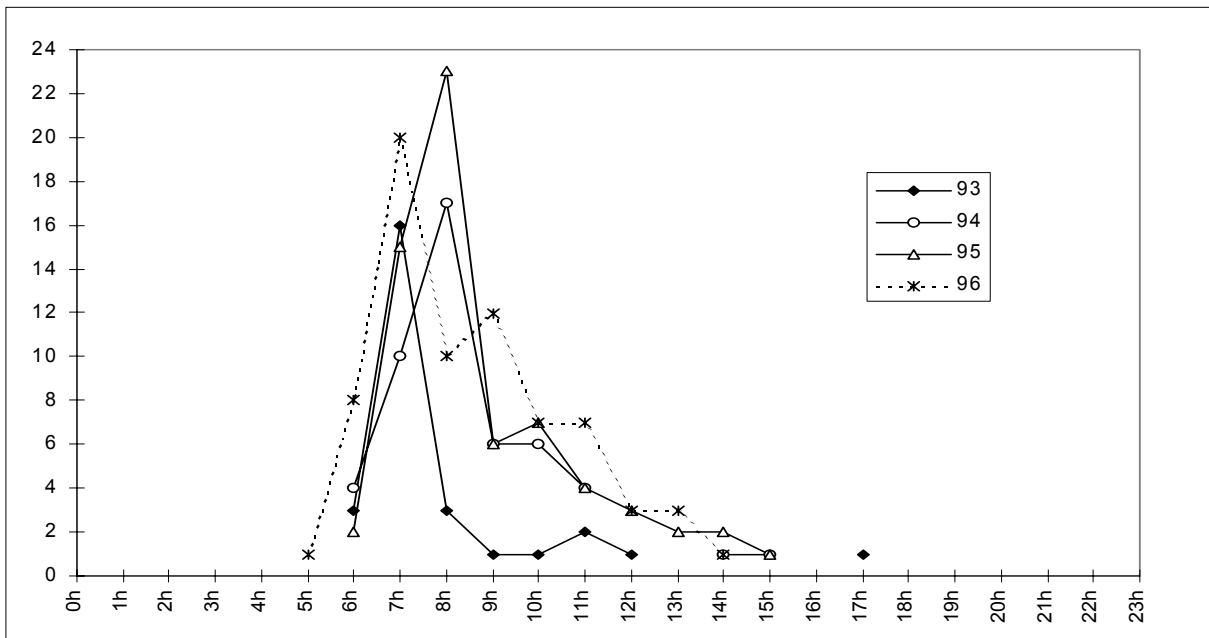
<sup>11</sup> Cette règle n'a connu qu'une seule exception en 4 ans. En 1993, un navire a quitté le quai à 17 h dans le but de libérer de l'espace à quai. Ce navire est alors allé s'ancrer dans la zone de mouillage.

**Impact de la mise en place des SVCEI pour la navigation sur le Saint-Laurent**



Source : À partir des données de l'APL.

**FIGURE 5.1**  
**Heures de départ des navires au port de Montréal - Été**



Source : À partir des données de l'APL.

**FIGURE 5.2**  
**Heures de départ des navires au port de Montréal - Hiver**

Concernant les 35 passages nocturnes, la répartition entre les navires équipés du SVCEI et les navires non-équipés du SVCEI est de 18 et 17 respectivement<sup>12</sup>. Ceci semble indiquer que le SVCEI a peu d'impact sur la navigation hivernale puisque près de 50 p. cent des passages nocturnes ont été effectués par des navires non-équipés de SVCEI. Mais si on analyse la répartition entre navires équipés du SVCEI et ceux qui ne le sont pas pour les nuitées, il y a une différence : sur les 9 navires ayant réalisé des nuitées, seulement un était équipé du SVCEI. Ceci signifie que, dans le sens descendant, 89 p. cent des nuitées ont été effectuées par des navires témoins.

### ***5.1.2.3 Navires tests et navires témoins***

Nous comparons ici les résultats des navires témoins à ceux des navires tests équipés du SVCEI.

- **Performances estivales**

Les résultats du tableau 5.4 ne font que confirmer les conclusions précédentes, à savoir que les retards bruts et nets sont négligeables en été et que le SVCEI ne peut jouer aucun rôle dans ce cadre-là.

---

<sup>12</sup> Avant l'installation du SVCEI, l'ensemble des navires tests avaient réalisé 4 passages nocturnes dans le sens descendant.

**TABLEAU 5.4**  
**Analyse comparative des performances des navires témoins**  
**et des navires tests équipés du SVCEI - Été**

	<b>Navires témoins</b>	<b>Navires tests</b>
<b>Trafic montant</b>		
Nombre de passages	242	284
Nombre d'heures de retards bruts	107	47
Durée moyenne des retards bruts	0,4 h	0,2 h
Nombre d'heures de retards nets	- 4	- 7
Durée moyenne des retards nets	0 h	0 h
<b>Trafic descendant</b>		
Nombre de passages	245	285
Nombre d'heures de retards bruts	62	81
Durée moyenne des retards bruts	0,3 h	0,3 h
Nombre d'heures de retards nets	- 29	15
Durée moyenne des retards nets	- 0,1 h	0,1 h
<b>Ensemble des trafics</b>		
Nombre de passages	487	569
Nombre d'heures de retards bruts	169	128
Durée moyenne des retards bruts	0,3 h	0,2 h
Nombre d'heures de retards nets	- 33	8
Durée moyenne des retards nets	-0,1 h	0 h

Source : À partir des données de l'APL.

### • Performances hivernales

Les conclusions tirées de la comparaison des performances des navires tests avant et après l'installation du SVCEI valent également pour la comparaison entre navires tests équipés du SVCEI et des navires témoins au cours de la saison hivernale.

Les retards sont plus courts pour les navires équipés de SVCEI. Pour l'ensemble des passages montants et descendants, le retard brut moyen est de 2,7 heures pour les navires avec SVCEI contre 4,5 heures pour les navires sans SVCEI.



**TABLEAU 5.5**  
**Analyse comparative des performances des navires témoins**  
**et des navires tests équipés du SVCEI - Hiver**

	<b>Navires témoins</b>	<b>Navires tests</b>
<b>Trafic montant</b>		
Nombre de passages	70	86
Nombre d'heures de retards bruts	315	312
Durée moyenne des retards bruts	4,5 h	3,6 h
Nombre d'heures de retards nets	271	164
Durée moyenne des retards nets	3,9 h	1,9 h
<b>Nuitées</b>		
Nombre	28	11
Part	40 %	13 %
Durée	235 h	98 h
<b>Passages nocturnes</b>		
Nombre	30	50
Part	43 %	58 %
Gains nets	180 h	315 h
<b>Retards nets hypothétiques</b>		
Moyenne des retards nets hypothétiques	451 h 6,4 h	486 h 5,6 h
<b>Trafic descendant</b>		
Nombre de passages	77	85
Nombre d'heures de retards bruts	353	148
Durée moyenne des retards bruts	4,6 h	1,7 h
Nombre d'heures de retards nets	170	53
Durée moyenne des retards nets	2,2 h	0,6 h
<b>Nuitées</b>		
Nombre	7	1
Part	9 %	1 %
Durée	99 h	13 h
<b>Passages nocturnes</b>		
Nombre	13	18
Part	17 %	21 %
Gains nets	151 h	228 h
<b>Retards nets hypothétiques</b>		
Moyenne des retards nets hypothétiques	321 h 4,2 h	281 h 3,3 h

TABLEAU 5.5 (Suite)

<b>Ensemble des trafics</b>		
Nombre de passages	147	171
Nombre d'heures de retards bruts	668	460
Durée moyenne des retards bruts	4,5 h	2,7 h
Nombre d'heures de retards nets	441	217
Durée moyenne des retards nets	3,0 h	1,3 h
<b>Nuitées</b>		
Nombre	35	12
Part	24 %	7 %
Durée	334 h	111 h
<b>Passages nocturnes</b>		
Nombre	43	68
Part	29 %	40 %
Gains nets	331 h	543 h
<b>Retards nets hypothétiques</b>		
Moyenne des retards nets hypothétiques	772 h	767 h
	5,3 h	4,5 h

Source : À partir des données de l'APL.

La part des nuitées est également plus faible pour les navires équipés du SVCEI : 12 nuitées pour 171 passages, soit 7 p. cent pour les navires tests équipés du SVCEI, contre 35, soit 24 p. cent des 147 passages réalisés par des navires témoins pour l'ensemble des trafics.

La part des passages nocturnes de navires équipés du SVCEI est plus élevée que celle des navires témoins : 43, soit 29 p. cent des 147 passages réalisés par les navires témoins sont des passages nocturnes contre 68, soit 40 p. cent des 171 passages dans le cas des navires tests.

La moyenne des retards nets hypothétiques est de 5,3 heures pour les navires témoins. La moyenne des retards nets effectifs est de 3 heures. Le gain des navires équipés de SVCEI, lié à un nombre accru de passages nocturnes, est plus important puisque la moyenne des retards nets hypothétiques est de 4,5 heures tandis que la moyenne des retards nets effectifs n'est que de 1,3 heure.

Par conséquent, de ces 3 analyses comparatives, nous tirons 3 conclusions principales :

- Diminution de la durée moyenne des retards bruts et nets pour les navires équipés de SVCEI;
- La part des nuitées pour les navires équipés de SVCEI est plus faible que celle des navires témoins;
- La part des passages nocturnes est plus importante pour les navires équipés de SVCEI.

Toutefois, il apparaît au tableau 5.6 que les performances des navires non-équipés de SVCEI se sont améliorées au cours des dernières années. Dans le sens montant, la part de passages nocturnes des navires témoins a augmenté par rapport aux nuitées<sup>13</sup>. Ainsi, en 1993, quand un navire arrivait à une extrémité d'un tronçon après 15 h, dans 75 p. cent des cas, il ne poursuivait pas sa route. En 1996, dans la même situation, seul 35 p. cent des navires ne poursuivent pas leur route.

**TABLEAU 5.6**  
**Répartition des nuitées et des passages nocturnes pour les navires montants non-équipés du SVCEI; 1993-1996**

<b>Année</b>	<b>N<sup>bre</sup> de passages hivernaux</b>	<b>Nuitées</b>	<b>Passages nocturnes</b>	<b>Nuitées &amp; passages nocturnes</b>	<b>Part de nuitées</b>	<b>Part de passages nocturnes</b>
1993	17	9	3	12	75 %	25 %
1994	50	16	25	41	39 %	61 %
1995	24	10	11	21	48 %	52 %
1996	24	6	11	17	35 %	65 %

Source : À partir des données de l'APL.

Ceci veut dire que le SVCEI n'est pas le seul élément responsable de l'augmentation du nombre de passages nocturnes et de la diminution du nombre de nuitées constatées au cours de la période étudiée. Au fait, la qualité des

<sup>13</sup> Ce résultat n'est pas vérifié pour le trafic descendant (voir tableau 5.8), mais le peu de départs nocturnes enregistrés en 1993 et 1994 dans ce sens ne permet pas de tirer de conclusions.

radars s'est beaucoup améliorée et, année après année, le nombre de passages nocturnes augmente. Il faut alors étudier quel rôle a joué le SVCEI dans l'augmentation du nombre de passages nocturnes en vérifiant l'existence d'une relation entre ces deux variables.

#### **5.1.2.4 Test statistique du chi carré**

Pour ce faire, nous avons appliqué le test du chi carré (test du  $\chi^2$ ). Ce test a pour but de vérifier l'indépendance de deux variables discrètes. Dans notre cas, il s'agit de vérifier l'indépendance entre les passages nocturnes et la présence du SVCEI.

Le test est fonction d'un nombre de degré de liberté qui varie en fonction de k et de r, k étant le nombre de rangées de cases et r étant le nombre de colonnes de cases. Dans notre cas, le nombre de degré de liberté est donc  $1 [(k-1) (r-1) = (2-1) (2-1) = 1*1= 1]$ .

Aussi, pour un nombre de degré de liberté égal à 1, le chi carré pour un niveau de confiance de 99 p. cent est de 6,63.

Le calcul du  $\chi^2$  est présenté à l'annexe E. Dans le sens montant, on obtient un résultat de 6,84. Ce chiffre est plus grand que le chi carré, ce qui veut dire que l'on doit rejeter l'hypothèse d'indépendance. Il y a donc une relation entre la présence du SVCEI et les passages nocturnes. La probabilité de se tromper en affirmant qu'il y a une relation entre les deux variables est de 0,88 p. cent.

Dans le sens descendant, le résultat est de 7,13, ce qui est supérieur à 6,63. On en conclut donc qu'il y a une relation entre la présence du SVCEI et les passages nocturnes. Dans ce cas, la probabilité de se tromper est de 0,75 p. cent. Par conséquent, ce test statistique vient confirmer qu'il y a une relation entre le SVCEI et le nombre accru de passages nocturnes.

Le coefficient phi fournit une indication de l'intensité de la relation qui existe entre ces deux variables. Ce coefficient se situe entre 0 et 1 et plus il tend vers l'unité, plus la relation est étroite. Dans le sens montant, le coefficient phi s'élève à 0,26 contre 0,43 dans le sens descendant. Ceci montre que, bien que la

présence du SVCEI explique en partie la différence observée, il ne constitue pas le seul facteur explicatif.

Ce faisant, nous avons tenté d'isoler l'influence du SVCEI pour mesurer le nombre de passages nocturnes pouvant lui être attribués. Cette analyse n'est réalisée que pour les passages hivernaux puisque nous avons considéré que les passages estivaux étaient des passages avec peu de retards et sur lesquels le SVCEI ne peut avoir qu'une influence minimale.

### **5.1.3 Passages nocturnes attribuables au SVCEI<sup>14</sup>**

#### **5.1.3.1 Navires montants**

Pour déterminer le nombre de passages nocturnes attribuables au SVCEI, nous reprenons, pour chaque hiver, les données de passages, de nuitées et de passages nocturnes.

Pour 1993 et 1994, nous avons considéré que l'ensemble des passages hivernaux ont été réalisés sans SVCEI. Par contre, pour 1995 et 1996, il y a une distinction entre les navires tests et les navires témoins.

Pour isoler les passages nocturnes supplémentaires attribuables au SVCEI, nous avons appliqué la même proportion de nuitées et de passages nocturnes des navires témoins aux navires tests.

La proportion de nuitées pour un hiver est établie en rapportant le nombre de nuitées à la somme des nuitées et des passages nocturnes. Il en va de même pour les passages nocturnes.

Dans le tableau 5.7, la section «SVCEI pondéré» nous indique le nombre de nuitées et de passages nocturnes qu'auraient effectué les navires tests en 1995 et 1996 si on leur avait appliqué la même répartition de nuitées et de passages nocturnes que les navires témoins. Ceci veut dire que le nombre de passages hivernaux des navires tests ainsi que le nombre total de passages nocturnes et de nuitées auraient toujours été le même mais la répartition entre nuitées et

---

<sup>14</sup> Pour tenir compte du fait qu'il y a plus de passages nocturnes dans le sens montant que dans le sens descendant, nous présentons séparément les trafics montant et descendant.

passages nocturnes aurait été de 48 p. cent - 52 p. cent en 1995, et 35 p. cent - 65 p. cent en 1996.

Aussi, la différence entre les navires SVCEI et les navires «SVCEI pondéré» nous donne le nombre de passages nocturnes supplémentaires attribuables au SVCEI.

Avec la nouvelle répartition, il y aurait eu 15 passages nocturnes de navires tests en 1995 et 21 en 1996. En fait, il y en a eu 25 en 1995 et 25 en 1996. Par conséquent, il y a eu 10 passages supplémentaires attribuables au SVCEI en 1995 et 4 en 1996, soit 14 au total.

En 1995 et 1996, il y a eu 86 passages montants de navires tests équipés du SVCEI, dont 11 nuitées et 50 passages nocturnes. Les 14 passages nocturnes attribuables au SVCEI représentent donc 28 p. cent des passages nocturnes.

### **5.1.3.2 Navires descendants**

Concernant les navires descendants, comme nous l'avons vu précédemment, il ne peut y avoir de nuitée qu'à Trois-Rivières (voir section 5.1.2.2). Aussi, 47 navires sont arrivés à Trois-Rivières après 15 h, au départ de Montréal, au cours des 4 dernières saisons hivernales. Trente-cinq d'entre eux, dont 18 équipés de SVCEI, ont poursuivi leur route.

En appliquant la même règle que pour les navires montants, il apparaît que 7 des 18 passages nocturnes, soit 3 passages en 1995 et 4 passages en 1996, sont attribuables au SVCEI. Ceci représente 39 p. cent des passages nocturnes effectués par les navires tests en 1995 et 1996.

**TABLEAU 5.7**  
**Passages nocturnes montants attribuables au SVCEI**

Navires	Année	N <sup>bre</sup> de passages hivernaux	Nuitées	Passages nocturnes	Nuitées et passages nocturnes	Pourcentage nuitées	Pourcentage passages nocturnes
<b>NON SVCEI</b>	1993	17	9	3	12	75 %	25 %
	1994	50	16	25	41	39 %	61 %
	1995	24	10	11	21	48 %	52 %
	1996	24	6	11	17	35 %	65 %
<b>SVCEI</b>	1995	42	4	25	29	14 %	86 %
	1996	44	7	25	32	22 %	78 %
<b>SVCEI pondéré</b>	1995	42	14	15	29	48 %	52 %
	1996	44	11	21	32	35 %	65 %
<b>Différence entre SVCEI et SVCEI pondéré</b>	1995	0	(10)	10			
	1996	0	(4)	4			
	TOTAL	0	(14)	14			

Source : À partir des données de l'APL.

**TABLEAU 5.8**  
**Passages nocturnes descendants attribuables au SVCEI**

Navires	Année	N <sup>bre</sup> de passages hivernaux	Nuitées	Passages nocturnes	Nuitées et passages nocturnes	Pourcentage nuitées	Pourcentage passages nocturnes
<b>NON SVCEI</b>	1993	28	0	2	2	0 %	100 %
	1994	48	0	4	4	0 %	100 %
	1995	23	4	6	10	40 %	60 %
	1996	27	4	5	9	44 %	56 %
<b>SVCEI</b>	1995	41	1	10	11	9 %	91 %
	1996	44	0	8	8	0 %	100 %
<b>SVCEI pondéré</b>	1995	41	4	7	11	40 %	60 %
	1996	44	4	4	8	44 %	56 %
<b>Différence entre SVCEI et SVCEI pondéré</b>	1995	0	(3)	3			
	1996	0	(4)	4			
	TOTAL	0	(7)	7			

Source : À partir des données de l'APL.



## 5.2 IMPACT ÉCONOMIQUE

Dans les pages qui suivent, nous vous présentons les impacts économiques liés aux 14 passages nocturnes hivernaux dans le sens montant et aux 7 passages nocturnes hivernaux dans le sens descendant attribuables au SVCEI.

Nous étudierons tout d'abord les conséquences d'une navigation nocturne accrue sur les frais de pilotage et sur la consommation de carburant. Nous déterminerons ensuite l'impact de l'augmentation du nombre de passages sur la fréquence de services d'un des opérateurs rencontrés. Enfin, nous évaluerons les différents impacts au niveau des terminaux portuaires.

### 5.2.1 Frais de pilotage et consommation de carburant

#### 5.2.1.1 *Frais de pilotage*<sup>15</sup>

Durant une nuitée, le pilote est à bord, ce qui entraîne des coûts pour l'armateur. Par conséquent, le fait qu'il y ait moins de nuitées engendre une diminution des frais de pilotage.

- **Trafic montant**

Pour établir les économies en frais de pilotage, on présume que les 14 passages nocturnes attribuables au SVCEI dans ce sens n'auraient pas été réalisés mais qu'il y aurait eu 14 nuitées.

Il apparaît dans la définition des droits de voyage que ceux-ci sont fonction des unités et des facteurs temps (voir annexe D).

Le coût lié aux unités est fixe eu égard aux passages nocturnes et aux nuitées.

Il apparaît alors que les seules économies qui peuvent être réalisées concernent le facteur temps.

Les économies réalisées au sujet des frais de pilotage s'obtiennent donc en multipliant le coût par facteur temps dans chaque circonscription par le tirant

---

<sup>15</sup> Les définitions des termes utilisés dans nos calculs concernant les économies réalisées au niveau des frais de pilotage sont tirées de la Loi sur le pilotage et sont présentées à l'annexe D.

d'eau moyen des navires tests, par le nombre d'heures de navigation gagnées grâce au SVCEI et par le nombre de pilotes affectés au pilotage, soit 2 durant la saison hivernale.

Pour chaque navire, on a regardé, en fonction des heures de passage à Québec ou à Trois-Rivières, à quel endroit il aurait été le plus probable que le navire réalise une nuitée et quelle aurait été la durée de cette nuitée. Une fois cet élément déterminé, on a étudié la durée moyenne de la nuitée dans chaque circonscription et le tirant d'eau moyen des navires (tableau 5.9).

**TABLEAU 5.9**  
**Données utilisées pour le calcul des frais de pilotage dans le sens montant**

	<b>Circonscription 1</b>	<b>Circonscription 2</b>
Répartition des nuitées	40 %	60 %
Durée moyenne de la nuitée	7,67 h	6,1 h
Tirant d'eau moyen	9,55 m	8,31 m
Coût par facteur temps	11,14 \$	8,26 \$
Nombre de pilotes	2	2

Source : À partir des données de l'APL.

En partant de ces données, on obtient un montant d'économies atteignant 16 164 \$.

$$\text{Économies} = [(40\% * 7,67 * 9,55 * 11,14) + (60\% * 6,1 * 8,31 * 8,26)] * 2 * 14$$

$$\text{Économies} = 16\ 164 \$$$

#### • **Trafic descendant**

Concernant le sens descendant, comme il y a eu 7 passages nocturnes supplémentaires attribuables au SVCEI au cours des deux dernières années dans le sens descendant, on considère qu'il y aurait eu 7 nuitées en l'absence du SVCEI.

Dans ce sens, les nuitées ne peuvent avoir lieu que dans la circonscription 1.

Le tirant d'eau moyen de l'ensemble des navires ayant réalisé un passage nocturne dans le sens descendant est de 9,36 mètres et la durée moyenne d'une nuitée est de 12,77 heures. Par conséquent, les économies de frais de pilotage attribuables au SVCEI dans le sens descendant sont de 18 637 \$.

$$\begin{aligned} \text{Économies} &= 11,14 * 2 * 9,36 * 12,77 * 7 \\ \text{Économies} &= 18\ 637 \$ \end{aligned}$$

### **5.2.1.2 Coût de carburant**

- **Trafic montant**

Dans ce sens, nous considérons que la consommation de carburant est négligeable lors des nuitées. En effet, les moteurs principaux sont arrêtés ou ils tournent lentement puisque le navire peut être à l'ancre, amarré, immobilisé dans les glaces ou encore en marche lente face au courant pour maintenir une position.

Par conséquent, même s'il y a un passage nocturne au lieu d'une nuitée, il n'y a pas d'économie de carburant significatif.

- **Trafic descendant**

Grâce au SVCEI, les heures gagnées en passages nocturnes permettent aux navires de réduire leur vitesse en mer et de diminuer ainsi leur consommation de carburant, tout en respectant leur horaire.

Dans ce sens, le temps gagné entre Montréal et Les Escoumins conduit à réduire la vitesse en pleine mer et permet ainsi de réduire la consommation de carburant. Nous considérons que les navires qui font route vers l'Europe disposent d'une fenêtre précise quant à leur arrivée à destination. S'ils arrivent en avance, ils doivent attendre leur tour, ce qui n'est pas bénéfique. Donc, dû à un passage nocturne, nous avons vu que chacun des 7 navires dispose en moyenne de 12 heures 45 minutes supplémentaires pour la traversée océanique.

En estimant le passage océanique à 2 600 milles nautiques<sup>16</sup>, et le navire disposant de 12 heures 45 minutes supplémentaires, cela permet de réduire la vitesse de 1,5 noeud en moyenne sur l'ensemble du trajet. La réduction de vitesse entraîne ainsi une réduction de la consommation de carburant d'environ 50 tonnes.

Après consultation auprès d'armateurs, nous avons estimé le coût moyen d'une tonne métrique de carburant pour les années 1995 et 1996 à 160 \$. Par conséquent, une réduction de 50 tonnes au coût de 160 \$ la tonne représente une économie de 8 000 \$/voyage.

En appliquant cette situation aux 7 navires qui ont eu des passages nocturnes attribuables au SVCEI, on obtient une économie de coût de 56 000 \$.

### **5.2.2 Fréquence de services**

Un seul des armateurs considérés dans l'étude recherche une augmentation de sa fréquence.

La plupart des armateurs offrent un service de liaison avec l'Europe basé sur un horaire de 21 jours aussi bien en été qu'en hiver. Pour eux, le gain obtenu grâce au SVCEI sur le Saint-Laurent n'est pas suffisant pour augmenter la fréquence. Pour cette raison, ils utiliseront plutôt ce gain pour diminuer les frais de pilotage et de terminal et réduire la vitesse en mer.

Par contre, un des armateurs opère sur une courte distance un service hebdomadaire en été utilisant 2 navires. Cependant, il se voyait dans l'obligation de passer à une rotation aux dix jours en période hivernale avant l'introduction du SVCEI. Depuis l'implantation de cette technologie, la rotation d'opération a été ramenée à 9 jours<sup>17</sup>. Cela se traduit par un voyage de plus par navire par période hivernale. En effet, la période hivernale étant de 90 jours, un voyage tous les 9 jours permet de faire 10 voyages durant la saison hivernale au lieu de 9 précédemment.

---

<sup>16</sup> Cette distance est la distance maritime entre Sept-Iles et le sud de l'Irlande ou la porte de la Méditerranée.

<sup>17</sup> Selon cet armateur, la mise en place du SVCEI a été une condition nécessaire mais non suffisante quant à la décision de passer d'un horaire basé sur 10 jours à un horaire basé sur 9 jours.

En termes économiques, un des responsables de la compagnie évalue à 500 000 \$ les recettes de chaque voyage. Le fait que chaque navire ait réalisé un voyage supplémentaire à chacun des deux hivers précédents entraîne un gain de 2 millions de dollars pour les années 1995 et 1996.

Le fait que le SVCEI ne soit pas le seul facteur qui ait contribué à la décision de passer à un horaire de 9 jours pourrait conduire à dire que l'ensemble des 2 M \$ de gain n'est pas lié au SVCEI. Cependant, il est important de noter que ces 2 navires ne seraient pas capables de respecter le nouvel horaire sans le SVCEI. Par conséquent, nous considérons que ces deux millions de dollars de gain sont attribuables au SVCEI.

### **5.2.3 Terminaux portuaires**

#### **5.2.3.1 *Trafic descendant***

Pour les navires descendants, une fluidité accrue n'a aucun impact sur les terminaux portuaires de Montréal. En effet, une fois le navire parti, tout retard ou gain de temps de ce dernier ne peut causer aucun impact sur les terminaux à Montréal.

#### **5.2.3.2 *Trafic montant***

Dans le sens montant, pour les terminaux portuaires, le retard d'un navire peut engendrer deux types de retombées :

- Des heures de main-d'œuvre inactive peuvent devoir être payées inutilement;
- Des heures de travail supplémentaires doivent être effectuées pour accélérer le transbordement et permettre ainsi au navire de quitter le port aux date et heure prévues.

La mise en place du SVCEI, laquelle améliore la fluidité du trafic, peut permettre la diminution des coûts reliés à ces deux phénomènes.

- **La main-d'œuvre inactive**

Dans un premier temps, nous avons calculé l'économie générée par l'ensemble des passages nocturnes montants et descendants. Nous avons ensuite calculé une moyenne par passage. Enfin, nous avons multiplié cette moyenne par le nombre de passages nocturnes attribués au SVCEI, soit 14 dans le sens montant et 7 dans le sens descendant<sup>18</sup>.

Pour être présents à l'arrivée du navire, les débardeurs doivent être prévenus à l'avance. En semaine, les opérateurs de terminaux doivent commander leur main-d'œuvre la veille de l'arrivée prévue du navire avant 15 h pour les quarts de travail de 8 h, 16 h et 0 h, soit 17, 25 et 33 heures à l'avance respectivement. Pour la fin de semaine, la commande de main-d'œuvre doit être faite le vendredi avant 11 h. Cette commande se fait selon l'heure d'arrivée estimée par le commandant du navire. Il est important de noter qu'une fois réservée, cette main-d'œuvre ne peut être décommandée. Par conséquent, si un navire arrive en retard au port, la main-d'œuvre restera inactive entre le début du quart et l'arrivée du navire.

La mise en place du SVCEI améliore la fluidité du trafic et conduit à mieux prévoir l'heure d'arrivée du navire au port. Ce faisant, pour déterminer la baisse du coût de la main-d'œuvre imputable au SVCEI, il faut déterminer le nombre de travailleurs impliqués et leur rémunération.

*- Nombre de travailleurs impliqués*

Les travailleurs sont regroupés en équipes et les besoins des terminaux s'expriment en nombre d'équipes. Normalement, un navire requiert deux équipes pour les opérations de transbordement. Cependant, pour les trois plus gros navires d'une des compagnies étudiées, trois équipes sont régulièrement utilisées.

---

<sup>18</sup> Le choix aléatoire de 14 passages montants parmi 50 pour déterminer ces impacts économiques n'a pas été retenu du fait que, pour certaines données, l'écart type était trop important et que, par conséquent, même un choix aléatoire aurait entraîné des biais dans nos résultats et dans nos conclusions.

En cas de retard, il est possible d'augmenter à trois équipes dans le cas où il n'y a qu'un seul navire à quai, et que, par conséquent, des grues sont disponibles<sup>19</sup>. Les plus gros navires peuvent aussi exiger trois équipes en tout temps.

Il faut également noter que le nombre de travailleurs n'augmente pas linéairement avec le nombre d'équipes. L'équipe de base est composée de 50 travailleurs et ce nombre diminue pour les équipes suivantes. Avec une deuxième équipe, le nombre total oscille autour de 85 travailleurs alors que 125 travailleurs représentent un nombre maximal pour trois équipes. Ceci s'explique par le fait que, pour certaines tâches (par exemple grutiers, préposés à la réception des marchandises), il y a plus de travailleurs que de postes à combler.

#### *- Rémunération*

Concernant la rémunération, il est important de noter que les quarts de jour sont rémunérés à temps simple, de soir à temps et demi et la nuit à temps double. Tous les quarts de fin de semaine sont à temps double.

Le taux horaire moyen étant de 24 \$/heure par travailleur et 85 personnes composant 2 équipes, nous avons évalué le coût de deux équipes de travailleurs à 2 040 \$/heure pour une rémunération de quart de jour. Le quart de soir est estimé à 3 060 \$/heure et celui de nuit et de fin de semaine à 4 080 \$/heure.

Le coût de 3 équipes de travailleurs s'élève à 3 000 \$/heure pour le quart de jour, à 4 500 \$/heure pour le quart de soir et à 6 000 \$/heure pour les quarts de nuit et de fin de semaine.

#### *- Calcul des économies de coûts liées à l'inactivité de la main-d'oeuvre*

Pour chacun des 50 passages nocturnes hivernaux, nous avons établi l'heure hypothétique d'arrivée du navire en supposant une nuitée à Québec ou à Trois-Rivières. L'heure d'arrivée hypothétique à Montréal a été évaluée en considérant un départ à 6 h du lieu de la nuitée et un temps de transit respectant

---

<sup>19</sup> Les terminaux Cast, Termont et Racine possèdent chacun quatre grues pour servir deux navires simultanément. Aussi, au cours des entrevues, nous avons appris que deux des trois terminaux visités étaient en train de s'équiper de grues supplémentaires dans le but de répondre à l'augmentation du trafic.

la durée normale de passage par tronçon pour le navire concerné (voir section 5.1.1). Nous avons ensuite calculé l'écart entre l'heure d'arrivée hypothétique et l'heure estimée de commande des équipes pour déterminer la durée de la période d'inactivité des débardeurs. Pour ce faire, nous avons supposé que la main-d'oeuvre était commandée pour le quart d'arrivée du navire si le navire arrive au début du quart et pour le quart suivant si le navire arrive une heure ou plus après le début du quart. Par exemple, si le navire est arrivé entre 17 h et 1 h du matin, nous supposons que la main-d'oeuvre était commandée pour le quart débutant à minuit. Pour un navire arrivé entre 2 h et 13 h, nous supposons que la main-d'oeuvre était commandée pour le quart débutant à 8 heures. Si le navire est arrivé entre 9 h et 17 h, nous supposons que la main-d'oeuvre a été commandée pour 16 h.

La durée de la période d'inactivité de chaque navire a ensuite été multipliée par le taux horaire du quart de travail correspondant pour en déterminer le coût. Notons que certains passages n'auraient pas encouru de frais supplémentaires même en cas de nuitée puisque leur heure d'arrivée hypothétique précède l'heure estimée de commande des débardeurs.

Le calcul des coûts a ainsi été établi pour les 50 passages. Le nombre moyen d'heures d'inactivité a été évalué, pour ces 50 passages, à 3,54 heures. Le coût total d'inactivité pour ces 50 passages s'élèverait donc à 596 525 \$. La moyenne des coûts d'inactivité par passage est de 11 930,50 \$. Pour déterminer les coûts d'inactivité épargnés grâce au SVCEI, cette moyenne a été multipliée par le nombre de passages nocturnes attribuables au SVCEI, soit 14. Ces économies s'élèvent à 167 027 \$.

- **Accélération de la cadence pour permettre au navire de partir selon l'horaire**

La seconde conséquence engendrée par le retard d'un navire au port d'arrivée peut être la nécessité d'accélérer la cadence pour permettre au navire de respecter les horaires.



On peut présenter le séjour du navire à quai en trois phases :

- la **phase de déchargement** qui débute à l'arrivée du navire;
- la **période d'attente** entre la fin du déchargement et le début du chargement;
- la **phase de chargement** qui précède le départ.

Cependant, il faut noter que, dans les horaires de rotation d'un navire, il y a toujours une période tampon qui est prévue de façon à faire face à des avaries ou à d'autres imprévus. Ceci dans le but de toujours respecter les horaires. La période tampon se définit comme la différence entre la durée de séjour à quai du navire et la durée de la période estimée des opérations.

En cas de retard du navire au port, les conséquences sont peu importantes si la durée de ce retard est inférieure à la durée de la période tampon. En effet, le temps de chargement est pris sur le temps de la période tampon, ce qui permet au navire de respecter son horaire. L'impact économique se limite à ce moment-là aux coûts liés à la période d'inactivité de la main-d'oeuvre tels qu'analysés à la section précédente. Par contre, si le retard excède la période tampon, il faudra alors accélérer la cadence pour permettre au navire de quitter le port aux date et heure prévues.

On a donc procédé à l'étude des périodes de séjour à quai des navires. Chaque navire ayant son propre horaire, ils ont tous été traités séparément. En tenant compte de la capacité du navire, du nombre de grues et d'un facteur d'équivalence, on détermine la durée complète de transbordement.

La capacité du navire en équivalents vingt pieds (EVP) est multipliée par deux, puisqu'il y a déchargement et chargement.

Les responsables des terminaux nous ont indiqué que la cadence d'une grue est de 25 conteneurs à l'heure. Pour tenir compte de la présence de conteneurs de quarante pieds, nous avons introduit un facteur d'équivalence en multipliant la cadence d'une grue par 1,2. Aussi, à l'exception de 3 navires<sup>20</sup>, pour lesquels nous avons considéré l'utilisation de 3 grues, nous avons effectué nos calculs en supposant l'utilisation de 2 grues.

---

<sup>20</sup> Parmi les navires sélectionnés, ce sont 3 navires pour lesquels l'utilisation de 3 grues est fréquente.

Ce faisant, la durée de la période tampon s'obtient en soustrayant à la valeur moyenne de séjour du navire, la durée de la période estimée des opérations.

Le tableau 5.10 présente les durées moyenne, minimale et maximale des périodes tampons pour les 19 navires étudiés.

**TABLEAU 5.10**  
**Durées moyenne, minimale et maximale de la période tampon hivernale pour chacun des navires - (1993-1996) - (en heures)**

NAVIRE	Moyenne	Minimum	Maximum
Test 1	18	4	39
Test 2	44	32	69
Test 3	15	8	23
Test 4	23	14	25
Test 5	19	7	33
Test 6	33	10	79
Test 7	43	8	80
Test 8	32	20	39
Test 9	41	26	55
Test 10	34	44	19
<b>Ensemble navires tests</b>	30,2		
Témoin 1	22	2	42
Témoin 2	28	16	41
Témoin 3	29	-1	51
Témoin 4	43	29	52
Témoin 5	41	25	57
Témoin 6	27	16	37
Témoin 7	42	48	35
Témoin 8	35	22	48
Témoin 9	31	22	38
<b>Ensemble navires témoins</b>	33,1		

Source : À partir des données de l'APL et des terminaux portuaires.

La durée de la période tampon observée dépend de l'horaire du départ prévu, des retards encourus et du mode d'opérations de la compagnie.

Il apparaît au tableau 5.10 qu'il n'y a pas d'écart significatif entre la durée moyenne de la période tampon des navires tests et celle des navires témoins. En effet, le nombre d'heures moyen de la période tampon pour les navires tests est de 30,2 heures. La durée moyenne de la période tampon pour les navires témoins est de 33,1 heures.

De plus, la durée de la période tampon est très variable. De très longues périodes tampons par rapport à la durée moyenne peuvent être expliquées par des congés (Noël, par exemple).

*- Calcul des économies*

Concernant les économies réalisées attribuables au SVCEI, nous n'avons pas effectué les calculs :

- Il apparaît que la durée moyenne de la période tampon est toujours plus importante que la durée moyenne de la période d'inactivité. La durée moyenne de la période tampon excède les 30 heures, tandis que la durée moyenne d'inactivité est de 3,54 heures.
- Nous ne prenons en compte dans notre étude que les passages entre Les Escoumins et Montréal sans se soucier de ce qui se passe avant Les Escoumins. Il est possible qu'un navire arrive avec 2 jours de retard aux Escoumins par rapport à l'horaire prévu. De ce fait, ce navire devra faire appel à plusieurs équipes de travail pour rattraper son retard quand il sera arrivé au port de Montréal. Cependant, nous ne pouvons pas en tenir compte puisque nous ne possédons pas d'informations à cet effet. Si c'était le cas, il nous faudrait isoler l'impact d'un retard additionnel encouru en l'absence de SVCEI.

Bien que nous n'ayons pas pu établir ce coût et par conséquent les économies générées par les SVCEI à ce niveau, il est important de souligner leur existence, ce qui suppose que les impacts économiques que nous avons mesurés sont légèrement sous-évalués. Cependant, les économies réalisées au sujet de

l'accélération de la cadence doivent être limitées et leur part dans le total des impacts économiques devrait, à priori, être négligeable.

#### **5.2.4 Impacts économiques totaux**

Le tableau 5.11 présente l'ensemble des économies et des gains liés à l'implantation du SVCEI.

Aussi, les économies totales atteignent 257 828 \$. Ces économies sont principalement dues à la diminution des coûts de la main-d'oeuvre inactive.

De plus, la mise en place du SVCEI a permis à un armateur de réduire sa période de rotation à 9 jours et d'améliorer ses gains de 2 M \$ en deux ans.

**TABLEAU 5.11**  
**Récapitulation des impacts économiques liés à l'implantation du SVCEI (1995-1996)**  
**(en dollars)**

		Trafic montant	Trafic descendant	Ensemble des trafics
<b>ÉCONOMIES</b>	<b>Diminution des frais de pilotage</b>	16 164 \$	18 637 \$	34 801 \$
	<b>Diminution des coûts de carburant</b>	-	56 000 \$	56 000 \$
	<b>Diminution des coûts de la main-d'oeuvre inactive</b>	167 027 \$	-	167 027 \$
	<b>TOTAL</b>	183 191 \$	74 637 \$	257 828 \$
<b>GAINS</b>	<b>Augmentation de la fréquence<sup>21</sup></b>	1 000 000 \$	1 000 000 \$	2 000 000 \$
	<b>TOTAL</b>	1 000 000 \$	1 000 000 \$	2 000 000 \$

<sup>21</sup> Nous avons réparti également la somme totale de cette rubrique entre trafics montant et descendant.

### 5.2.5 Détermination des impacts économiques par navire annuellement

Dans les pages précédentes, nous avons évalué l'ensemble des impacts économiques liés à l'amélioration de la fluidité découlant de l'introduction du SVCEI pour l'ensemble des navires.

Dans cette section, nous présentons les impacts économiques annuels par navire. Pour ce faire, nous reprenons l'ensemble des impacts économique présentés au tableau 5.11 et les répartissons par année et par navire. À la section 5.2.4, les impacts économiques ont été présentés selon le sens du trafic sans faire référence à l'année. Cependant, les économies de coûts et les gains liés à l'implantation du SVCEI n'ont pas été nécessairement équivalents en 1995 et 1996. Aussi, pour déterminer les impacts économiques annuels, nous présentons la répartition entre 1995 et 1996 en reprenant le nombre de passages nocturnes montant et descendant attribuables au SVCEI. Dans les cas où nous ne pouvons réaliser cette répartition, nous divisons les montants en parts égales.

Concernant la répartition par navire, il faut noter que tous les navires ont réalisé des économies de coûts. Par contre, seul 2 navires tests sur 10 ont réalisé des gains. Les économies doivent donc être réparties pour 10 navires tandis que les gains ne sont répartis que pour 2 navires.

À titre d'exemple, nous présentons la répartition des économies de coûts concernant les frais de carburant. Ces économies s'élèvent à 56 000 \$ pour l'ensemble des navires tests en 1995 et 1996. Comme, sur les 7 passages nocturnes attribuables au SVCEI qui ont engendré ces économies, il y en a 3 qui ont eu lieu en 1995, la façon de déterminer les impacts économiques pour l'année 1995 pour chaque navire est la suivante :

Impacts économiques annuels par navire =  
Économies totales \* (Nombre de passages descendants de 1995 /  
Nombre de passages nocturnes total attribuables au SVCEI) / nombre  
total de navires tests.

Impacts économiques annuels par navire = 56 000 \* (3 / 7) / 10 = 2 400 \$

Les impacts économiques par navire au titre des coûts de carburant se sont élevés à 2 400 \$ en 1995.

La façon de déterminer les impacts économiques totaux pour chaque année étant les mêmes, les tableaux 5.12 et 5.13 présentent les résultats pour l'ensemble des navires tests.

Le tableau 5.12 présente les impacts économiques annuels pour les navires tests pour lesquels le nombre de rotation est resté inchangé. Ces impacts s'élèvent à seulement 12 704 \$ en 1995 et à 13 078 \$ en 1996.

**TABLEAU 5.12**  
**Impacts économiques annuels des 8 navires tests ayant conservé la même fréquence de services (par navire - en dollars)**

<b>Économies de coûts</b>	<b>1995</b>	<b>1996</b>
Frais de pilotage	1 953	1 527
Coûts de carburant	2 400	3 200
Main-d'oeuvre inactive	8 351	8 351
<b>TOTAL</b>	<b>12 704</b>	<b>13 078</b>

*Source* : À partir des informations de l'APL.

**TABLEAU 5.13**  
**Impacts économiques annuels des 2 navires tests ayant une fréquence de services raccourcie (par navire - en dollars)**

<b>Économies de coûts et gains</b>	<b>1995</b>	<b>1996</b>
<b>Économies de coûts</b>		
Frais de pilotage	1 953	1 527
Coûts de carburant	2 400	3 200
Main-d'oeuvre inactive	8 351	8 351
<b>Gains</b>		
Augmentation de la fréquence	500 000	500 000
<b>TOTAL</b>	<b>512 704</b>	<b>513 078</b>

*Source* : À partir des informations de l'APL.

Les impacts économiques annuels sont plus importants pour les navires dont la fréquence de services a augmenté. En effet, aux économies de coûts citées précédemment s'ajoutent les gains liés aux passages de la rotation de service de 10 jours à 9 jours durant la saison hivernale. Aussi, les impacts économiques s'élèvent à plus de 500 000 \$ par année pour chacun des 2 navires (tableau 5.13).



## 6. CONCLUSION

La navigation difficile sur le Saint-Laurent durant la saison hivernale est préjudiciable et nuit à la compétitivité des armateurs opérant sur le fleuve. Par conséquent, l'introduction du SVCEI dont le but est de faciliter la navigation hivernale, était fortement souhaitée par certains armateurs.

Les objectifs de cette étude étaient d'analyser l'impact de la mise en place du SVCEI sur la fluidité du trafic sur le Saint-Laurent durant la saison hivernale et d'en mesurer les impacts économiques.

Bien sûr, le SVCEI ne peut éliminer tous les retards. Le niveau d'eau, les embâcles et la limite de vitesse imposée sont autant de facteurs qui ralentissent ou entraînent la suspension la navigation sur le fleuve et sur lesquels le SVCEI ne peut avoir aucune influence. Le SVCEI peut avoir un impact sur la fluidité principalement dans deux cas : lors de mauvaises conditions météorologiques (neige ou présence de buée hivernale) et durant la nuit.

Aussi, concernant la fluidité du trafic, nous pouvons tirer quatre conclusions principales :

- **Diminution de la durée moyenne des retards**

Les retards bruts sont définis comme l'ensemble des retards sur les passages nocturnes hivernaux entre Les Escoumins et Montréal. Ces retards bruts sont plus courts depuis que le SVCEI a été installé. Pour les navires tests, la moyenne des retards bruts pour l'ensemble des trafics était de 4,7 heures avant l'installation du SVCEI. Cette moyenne est passée à 2,7 heures.

Les retards nets s'obtiennent en retranchant aux retards bruts les retards sur lesquels le SVCEI ne peut avoir aucune influence. Leur durée moyenne a également diminué : Pour l'ensemble des passages, la moyenne des retards nets est passée de 2,3 heures avant l'installation du SVCEI à 1,3 heure après l'installation.

- **Diminution de la part des nuitées lors des passages hivernaux**

Si on rapporte le nombre de nuitées au nombre de passages, il apparaît que leur part a diminué. Pour l'ensemble des trafics (montant et descendant), le nombre de nuitées est de 12 pour 171 passages, soit un ratio de 7 p. cent, après l'installation du SVCEI. Avant l'installation du SVCEI, ce pourcentage s'élevait à 15 p. cent pour les navires tests (14 nuitées pour 95 passages).

- **Augmentation de la part des passages nocturnes**

Pour l'ensemble des trafics, il y a eu au total 68 passages nocturnes de navires équipés du SVCEI contre 25 passages avant l'installation du SVCEI sur les navires tests. Aussi, depuis l'installation du SVCEI, 40 p. cent des passages sont des passages nocturnes, alors que précédemment, ils ne représentaient que 26 p. cent du total des passages.

Ces conclusions sont valables aussi bien dans le sens montant que dans le sens descendant, mais elles sont plus marquées dans le sens montant. Ainsi, 50 des 68 passages nocturnes et 11 des 12 nuitées de navires équipés du SVCEI ont eu lieu dans le sens montant. Ceci est lié à la fenêtre des départs au port de Montréal. En effet, il n'y a aucun départ du port de Montréal après 15 h et 5 h le lendemain. En pratique, très peu de départs ont lieu après 11 h. De ce fait, les navires arrivent rarement après 15 h à Trois-Rivières et le nombre de navires effectuant une nuitée est faible. Cependant, la plupart des navires contraints d'effectuer une nuitée dans ce sens sont des navires non-équipés du SVCEI.

Aussi, la fluidité du trafic sur le fleuve Saint-Laurent s'est améliorée au cours des hivers 1995 et 1996. Depuis l'installation du SVCEI sur les navires tests, la part des nuitées sur l'ensemble des passages de ces navires est passée de 15 p. cent à 7 p. cent, tandis que la part des passages nocturnes est passée de 26 p. cent à 40 p. cent.

Mais le SVCEI n'a pas été le seul responsable de cette augmentation et les performances des navires témoins se sont également améliorées. La répartition entre passages nocturnes et nuitées est passée de 25 p. cent - 75 p. cent en 1993 à 35 p. cent - 65 p. cent en 1996.

Aussi, nous avons estimé que 14 passages nocturnes hivernaux dans le sens montant et 7 dans le sens descendant étaient attribuables au SVCEI, ce qui représente respectivement 28 p. cent des passages nocturnes montants et 39 p. cent des passages nocturnes descendants.

L'amélioration de la fluidité du trafic a entraîné des impacts économiques pour les navires qui sont pourvus de SVCEI. Ces impacts économiques sont de deux ordres :

- Les économies concernant les frais de pilotage, la consommation de carburant et la main-d'oeuvre portuaire inactive;
- Les gains liés à l'augmentation de la fréquence de services d'un des opérateurs rencontrés.

#### • Impacts économiques

Le total des économies atteint 257 828 \$, dont 167 027 \$, soit 65 p. cent, sont liés à la main-d'oeuvre portuaire inactive. Les économies au niveau des frais de carburant s'élèvent à 56 000 \$ tandis que les économies liées au frais de pilotage atteignent 34 801 \$. Des économies de coûts ont donc été réalisées par l'ensemble des armateurs mais les gains réalisés par l'un d'entre eux sont plus élevés.

En effet, la mise en place du SVCEI a permis à un armateur de faire passer la période de rotation de ses services de 10 à 9 jours et d'améliorer ses gains de 2 M \$ en deux ans.

En rapportant ces impacts économiques par navire et par année, il apparaît que pour les navires donc la fréquence de services est restée la même, le montant d'économies par navire s'élève à 12 704 \$ en 1995 et à 13 078 \$ en 1996. Pour la compagnie dont la fréquence de services rotation est passée de 10 à 9 jours durant la saison hivernale, les impacts économiques par navire et par année dépassent les 500 000 \$.

Par conséquent, la fluidité du trafic s'est améliorée et l'impact économique est significatif. Toutefois, cette étude ne porte que sur quatre années, dont seulement deux années pendant lesquelles le SVCEI fonctionnait.

Aussi, ces résultats devraient continuer de s'améliorer au cours des prochaines années. La part des passages nocturnes devrait augmenter et celle des nuitées devrait diminuer. En termes économiques, les retombées devraient également augmenter. Déjà, un des armateurs prévoit réduire de nouveau sa période de rotation et retrancher une autre journée à la séquence actuelle, pour passer à une séquence basée sur huit jours. Le gain potentiel deviendrait alors de 2,25 voyages de plus par navire par hiver en se référant aux performances avant l'installation du SVCEI. Dans la mesure où cela deviendrait effectif, les gains potentiels passeraient alors à 2 250 000 \$ par année.

Cependant, ces résultats, bien que prometteurs, doivent être analysés dans la perspective des attentes que le milieu maritime a mis dans les SVCEI. Il est clair que cette technologie n'a pas permis une fluidité des passages nocturnes équivalente à celle observée le jour et que le trafic hivernal ne connaît pas la même régularité que le trafic estival. Il est aussi vrai que des passages nocturnes hivernaux étaient effectués avant l'arrivée des SVCEI et que, depuis l'introduction de cette technologie, des navires qui n'en sont pas pourvus ont effectué de tels passages. D'autres facteurs ont aussi eu une influence.

Le SVCEI, s'il a contribué à améliorer la situation, n'a pas réglé tous les problèmes liés à la navigation de nuit en hiver sur le Saint-Laurent. Il semble évident, toutefois, que son impact devrait aller en grandissant au fur et à mesure que la qualité des appareils s'améliorera, que les armateurs équiperont leurs navires de SVCEI avec des fichiers de cartes marines complets et que des programmes de formation adéquats seront dispensés.

## OUVRAGES CITÉS

- (1) PROCÉAN INC., *Étude en vue d'un dragage sélectif des hauts-fonds dans la voie navigable entre Montréal et le Cap à la Roche*, Rapport présenté à la Garde côtière canadienne, avril 1996.
- (2) Transports Canada. *Un document de travail sur le pilotage maritime au Canada*, 27 janvier 1995, p. 46.
- (3) Brase, C.H., et Brase, C.P. *Pour comprendre la statistique, concepts et méthodes*, édition Guérin, 1993, 614 p.

## BIBLIOGRAPHIE

- Kite-Powell, Hauke L. et Gaines, Arthur G. «Provisions and Evaluation of the IMO Performance Standard for Electronic Chart Display Information Systems», *Journal of Maritime Law and Commerce*, Vol. 26, No. 2, April 1995, pp. 197-214.
- Les Conseillers ADEC. *Table de concertation sur l'industrie maritime de Montréal, Rapport final*, février 1994.
- Obloy, Edward J. et Perruzzi, John E., «The Electronic Chart Display and Information System (ECDIS): Is it the 'Legal Equivalent of Paper Chart' and What Potential Liabilities Does its Use Introduce?», *Journal of Maritime Law and Commerce*, Vol. 26, No. 2, April 1995, pp. 215-233.
- Paquin, Jacques et al. *Recherche sur les technologies maritimes, rapport final*, Rapport présenté devant la Table de concertation sur l'industrie maritime de Montréal, avril 1993.



# ANNEXES

## ANNEXES

### A Guides d'entrevue

A - 1 : Pilotes

A - 2 : Armateurs

A - 3 : Terminaux

### B Liste des personnes rencontrées

### C Tableau de la durée moyenne de transit par tronçon pour chaque navire (en heures)

### D Extraits de la Loi sur le pilotage et méthode de calcul des frais de pilotage

### E Test du Chi carré

### F Lexique et sigles





## **ANNEXE A**

---

### **Guides d'entrevue**



# ANNEXE A - 1

## PILOTES

### *SVCEI*

Quel rôle le SVCEI pourrait avoir dans la navigation sous pilotage?

---

---

---

---

Quels sont ses avantages?

---

---

---

---

Quelle est la marque de commerce des SVCEI que vous avez rencontrés?

---

---

---

---

Dans quelles circonstances le SVCEI s'avère-t-il le plus utile?

---

---

---

---

## ***CARACTÉRISTIQUES DES HIVERS***

En terme de rigueur et de difficulté à la navigation

Type d'information	1993	1994	1995	1996	1997
Niveau d'eau					
Visibilité					
Glace					
Embâcle					

---

---

---

---

## ***INFORMATIONS QUALITATIVES DES NAVIRES***

Parmi ces navires, y en a-t-il avec des contraintes particulières?

Nom des navires	État général	Équipage	Radar	Puissance	Manoeuvrabilité	Temps de réaction des machines
Bateau 1						
Bateau 2						
Bateau 3						
Bateau 4						
Bateau 5						
Bateau 6						
Bateau 7						

Nom des navires	État général	Équipage	Radar	Puissance	Manoeuvrabilité	Temps de réaction des machines
Bateau 8						
Bateau 9						
Bateau 10						
Bateau 11						
Bateau 12						
Bateau 13						
Bateau 14						
Bateau 15						
Bateau 16						
Bateau 17						
Bateau 18						
Bateau 19						

---



---

***TRANSIT DE NUIT***

Présentation des statistiques

**Est-ce conforme à votre vécu?**

Exceptionnel

Circonstanciel

---



---

Quels sont vos pronostics pour les prochaines années?

---



---



---

Croyez-vous que le SVCEI permet de diminuer les délais causés par les contraintes hivernales?

**La clarté**

---

---

---

---

Croyez-vous que la fluidité en hiver sur le fleuve pourrait être encore améliorée?

---

---

---

***FLUIDITÉ DU TRAFIC***

Dans quelle mesure le trafic devient-il une contrainte lors de la décision de faire ou de ne pas faire un transit?

---

---

---

## ANNEXE A - 2

### ARMATEURS

#### *SVCEI*

Position face au SVCEI  
Pourquoi (assurance)?

---

---

---

---

---

---

Leurs observations du rendement du SVCEI  
Où et quantité?

---

---

---

---

---

---

À partir de quel moment (durée) retire-t-on un bénéfice?  
À l'opposé, après combien de temps (retard) devient-il quantifiable?

---

---

---

---

---

---

Réaction face à l'analyse statistique  
Est-ce réaliste et ponctuel?

---

---

---

Ou tendance croissante?

---

---

---

1997 a-t-elle été encore mieux?

---

---

---

Que prévoyez-vous?

---

---

---

## **IMPACT ÉCONOMIQUE**

Coûts d'opération des navires  
Daily Cost & Consommation et vitesse

---

---

---



Impact sur la clientèle (expéditeur)

---

---

---

Synchronisation avec le chemin de fer ou autre?

---

---

---

Moins de retard signifie-t-il plus de voyages?

---

---

---

Est-ce que l'hiver est une cause de perte de volume, la clientèle préférant une route apparemment plus sûre?

---

---

---



## ANNEXE A - 3

### TERMINAUX

#### *SVCEI*

Avec quelle précision devez-vous prévoir l'arrivée d'un navire pour qu'il n'y ait pas d'impact économique?

**L'été**

**L'hiver**

---

---

---

---

Quelles sont les contraintes face à la prévision des arrivées des navires?

**L'été**

**L'hiver**

---

---

---

---

Y a-t-il eu des changements (contraintes de plus ou de moins) depuis décembre 1994 (hiver 1995)?

---

---

---

---

Pour la période hivernale, les heures de départ du navire se situant entre 6 h et 15 h, est-ce que la cadence est modifiée en fonction de cette contrainte?

---

---

---

---

***IMPACT ÉCONOMIQUE***

Quel est l'impact d'un retard sur la clientèle (expéditeur)?

---

---

---

---

Synchronisation avec d'autres modes de transport (train)?

---

---

---

---

Y a-t-il des coûts de main-d'oeuvre inactive associés au retard?

---

---

---

---

D'autres coûts?

---

---

---

Lorsqu'un navire est en retard (ex. : 6 h) devez-vous tenter de combler ce retard?

---

---

---

À l'opposé, si un navire est en avance, disposez-vous de plus de temps pour le transbordement?

---

---

---

---

Pour un transbordement équivalent, est-ce que le taux horaire (cadence) d'EVP (TEU) est le même en été qu'en hiver?

---

---

---

---

Quel est l'impact de la fenêtre de départ de 6 h à 15 h en hiver?

---

---

---

---



## **ANNEXE B**

---

### **Liste des personnes rencontrées**





### Liste des personnes rencontrées

Nom de l'entreprise	Nom des personnes rencontrées	Titre
<b>Compagnies</b>		
Cast	Capitaine John Stewart	Directeur, Opérations maritimes
Oceanex Inc.	M. Michel Parent	Surintendant de la flotte
Canada Maritime	Capitaine Georges Leighton	Directeur général, Opérations maritimes
Canada Maritime	M. Michel Tosini	Directeur
<b>Terminaux</b>		
Cast Montréal, Port de Montréal	M. Georges Mackay	Directeur à l'exploitation
Oceanex Inc. Section 68, Port de Montréal	M. Jean Lapointe	Président
Terminal Racine, section 57-64	M. Normand Massicotte	Directeur Exploitation
<b>Pilotes</b>		
Corporation des pilotes du Saint-Laurent Central	M. Charles Dugal	Vice-président Opérations
Corporation des Pilotes du Bas Saint-Laurent	M. Paul-Yvan Viel	Directeur du terminal
<b>Port de Montréal</b>	Capitaine Jean-Luc Bédard	Capitaine



## **ANNEXE C**

---

**Tableau de la durée moyenne de transit par tronçon pour chaque navire  
(en heures)**



**TABLEAU 1**  
**Tableau de la durée moyenne de transit par tronçon pour chaque navire (en heures)**

<b>Navire</b>	<b>Esc.<sup>22</sup>-Qué</b>	<b>Qué-T.Riv</b>	<b>T.Riv-Mtl</b>	<b>TOTAL</b>	<b>Mtl-T.Riv</b>	<b>T.Riv-Qué</b>	<b>Qué-Esc.</b>	<b>TOTAL</b>
<b>Test 1</b>	6,9	5,9	6,8	<b>19,6</b>	4,6	4,9	6,8	<b>16,3</b>
<b>Test 2</b>	7,5	5,3	6,1	<b>18,9</b>	4,0	4,2	7,2	<b>15,4</b>
<b>Test 3</b>	7,1	5,8	6,6	<b>19,5</b>	4,3	4,5	6,7	<b>15,5</b>
<b>Test 4</b>	7,9	5,4	6,0	<b>19,3</b>	4,0	4,2	7,2	<b>15,4</b>
<b>Test 5</b>	6,9	5,9	6,6	<b>19,4</b>	4,4	4,6	6,5	<b>15,5</b>
<b>Test 6</b>	7,4	5,0	5,1	<b>17,5</b>	4,0	4,1	7,1	<b>15,2</b>
<b>Test 7</b>	7,3	4,9	5,3	<b>17,5</b>	4,0	4,2	7,1	<b>15,3</b>
<b>Test 8</b>	6,7	5,6	6,8	<b>19,1</b>	4,5	4,6	6,3	<b>15,4</b>
<b>Test 9</b>	7,0	5,8	6,9	<b>19,7</b>	4,3	4,7	6,8	<b>15,8</b>
<b>Test 10</b>	7,0	5,7	7,0	<b>19,7</b>	4,4	4,8	6,8	<b>16</b>
<b>Témoin 1</b>	7,8	6,0	6,5	<b>20,3</b>	4,4	4,7	7,3	<b>16,4</b>
<b>Témoin 2</b>	7,7	6,1	6,3	<b>20,1</b>	4,5	4,9	7,4	<b>16,8</b>
<b>Témoin 3</b>	7,7	6,3	6,7	<b>20,7</b>	4,4	4,8	7,2	<b>16,4</b>
<b>Témoin 4</b>	6,9	5,9	6,5	<b>19,3</b>	4,2	4,5	6,4	<b>15,1</b>
<b>Témoin 5</b>	8,1	6,1	7,2	<b>21,4</b>	4,6	5,1	7,6	<b>17,3</b>
<b>Témoin 6</b>	7,7	6,3	7,1	<b>21,1</b>	4,7	5,1	7,2	<b>17</b>
<b>Témoin 7</b>	8,6	6,6	7,6	<b>22,8</b>	4,8	5,2	7,8	<b>17,8</b>
<b>Témoin 8</b>	7,3	5,9	7,5	<b>20,7</b>	4,9	5,2	7,4	<b>17,5</b>
<b>Témoin 9</b>	6,8	5,8	6,9	<b>19,5</b>	4,8	4,7	6,8	<b>16,3</b>

Source : À partir des données de l'APL.

<sup>22</sup> Esc. = Les Escoumins; Qué = Québec; T.Riv = Trois-Rivières; Mtl = Montréal.



## **ANNEXE D**

---

**Extraits de la Loi sur le pilotage  
et méthode de calcul des frais de pilotage**





## **Règlement de 1996 sur les tarifs de l'Administration de pilotage des Laurentides (extraits)**

### **Circonscription**

«circonscription n° 1» Les eaux situées entre l'entrée septentrionale de l'écluse de Saint-Lambert et une ligne tirée en travers du fleuve Saint-Laurent par 71° 08' de longitude O. (District n° 1)

«circonscription n° 2» Les eaux situées entre une ligne tirée en travers du fleuve Saint-Laurent par 71° 20' de longitude O. et une ligne tirée en travers du fleuve Saint-Laurent sur un relèvement de 121° (vrais) à un point situé par «48° 20'48 de latitude N. et 69° 23'24» de longitude O., y compris la rivière Saguenay. (District n° 2)

### **Facteur temps**

Le produit du tirant d'eau d'un navire par le nombre d'heures ou de fractions d'heure pendant lesquelles le navire fait route sous la conduite d'un pilote, à l'exclusion des périodes durant lesquelles les droits visés aux articles 6 et 7 de l'annexe II sont exigibles. (time factor)

### **Droits de pilotage**

3. Les droits de pilotage payables à l'Administration sont ceux indiqués à l'annexe II.
4. (1) Sous réserve du paragraphe (3), les droits de pilotage sont multipliés par le nombre de pilotes affectés au pilotage d'un navire.
  - (2) Lorsque le propriétaire, le capitaine ou l'agent d'un navire demande, pour un voyage ou un déplacement, les services d'un pilote titulaire d'un brevet d'une classe supérieure à celle requise par le Règlement de l'Administration de pilotage des Laurentides, les droits de pilotage exigibles pour ce voyage ou ce déplacement sont doublés.
  - (3) Le paragraphe (1) ne s'applique pas dans le cas où deux pilotes sont affectés au pilotage d'un navire dans la circonscription n° 2 pour la seule raison que le navire y fera probablement route pendant plus de 11 heures consécutives. Les droits de pilotage indiqués à l'annexe II sont alors déterminés comme si les services d'un seul pilote étaient utilisés.

**Droits de voyage (ANNEXE II (articles 2 à 4))**

2. (1) Le droit de pilotage exigible pour un voyage simple est :

a) dans la circonscription n° 1, de 22,51 \$ par unité, plus 11,14 \$ par facteur temps;

b) dans la circonscription n° 2, de 14,29 \$ par unité, plus 8,26 \$ par facteur temps.

(2) Lorsqu'un navire mouille au cours d'un voyage, un droit de 199,36 \$ plus 2,14 \$ par unité, est exigible en sus de tout autre droit applicable.

**Unité**

Le résultat, arrondi au centième près, obtenu en divisant par 850 le produit de la longueur tarifaire par la largeur et par le creux.

**Règlement de l'Administration de pilotage des Laurentides**

**Règlement concernant l'établissement, le fonctionnement, l'entretien et la gestion des services de pilotage dans la région de l'Administration de pilotage des Laurentides**

Nombre minimal de pilotes brevetés ou de titulaires de certificats de pilotage

35. (1) Un seul pilote breveté ou titulaire d'un certificat de pilotage est requis en tout temps à bord d'un navire; cependant, deux pilotes brevetés ou titulaires d'un certificat de pilotage sont requis pour tout navire

a) qui sera piloté dans la partie de la circonscription n° 1 comprise entre Montréal et Trois-Rivières ou entre Trois-Rivières et Québec et qui y fera probablement route pendant plus de 11 heures consécutives;

b) qui sera piloté dans la circonscription n° 2 et y fera probablement route pendant plus de 11 heures consécutives;

c) de plus de 63 999 t de port en lourd, dans la circonscription n° 1;

d) de plus de 74 999 t de port en lourd, dans la circonscription n° 2;

e) qui sera piloté dans la circonscription n° 1 ou la circonscription n° 2 et qui est :

- (i) soit un navire-citerne de 40 000 tonnes métriques de port en lourd ou plus,
- (ii) soit un navire à passagers de plus de 100 mètres de longueur;

f) dans la circonscription n° 1 et la circonscription n° 2, durant la période de navigation d'hiver;

g) qui, vu les conditions ou la nature du voyage, exige la présence de plus d'un pilote pour remplir les fonctions à bord du navire.

(2) Aux fins de l'alinéa (1)f), l'Administration détermine la période de navigation d'hiver dans chaque circonscription de pilotage en fonction de la sécurité de la navigation, après consultation de la Garde côtière canadienne, des pilotes qui sont membres d'une personne morale visée au paragraphe 15(2) de la Loi et des groupes d'armateurs intéressés, compte tenu :

- a) de l'état des aides à la navigation;
- b) des conditions météorologiques;
- c) de la formation ou de l'état des glaces;
- d) d'autres facteurs pertinents.

(3) Après avoir déterminé la période de navigation d'hiver conformément au paragraphe (2), l'Administration en informe les intéressés dans les meilleurs délais.

### **Remarques complémentaires**

Il y a toujours deux pilotes affectés au pilotage des navires en hiver, et ce dans les deux circonscriptions.

La circonscription 1 s'étend de Montréal jusqu'en amont de Québec.

La circonscription 2 commence à Québec et s'étend en aval de Québec.

Nous prenons pour acquis que le navire n'ancre jamais durant les nuitées. Soit il fonctionne en marche lente, soit il s'immobilise dans les glaces.

Les navires utilisés dans l'étude ne passent jamais 11 heures ou plus dans la circonscription n<sup>o</sup> 2.

## **ANNEXE E**

---

### **Test du Chi carré**



Nous vérifions l'hypothèse nulle que le nombre de passages nocturnes et la présence du SVCEI sont indépendants. Nous utilisons cette hypothèse pour déterminer la valeur théorique de chaque case.

La valeur  $\chi^2$  est la somme des différences entre la valeur observée, O, et la valeur théorique prévue, T, de chaque case.

Le coefficient  $\chi^2$  s'obtient de la façon suivante (3) :

$$\chi^2 = \sum \frac{(O-T)^2}{(T)}$$

Pour les passages montants, par exemple,

$$\chi^2 = (16-10,4)^2 / 10,4 + (22-27,6)^2 / 27,6 + (11-16,6)^2 / 16,6 + (50-44,4)^2 / 44,4$$

$$\chi^2 = 6,84$$

Aussi, pour un nombre de degré de liberté égal à 1, le chi carré pour un niveau de confiance de 99 p. cent est de 6,63.

**TABLEAU E**  
**Test du Chi carré**

	Trafic montant			Trafic descendant		
	Non-SVCEI	SVCEI	Total	Non-SVCEI	SVCEI	Total
<b>1995-1996 effectifs</b>						
Nuitées	16	11	27	8	1	9
Passages nocturnes	22	50	72	11	18	29
Total	38	61	99	19	19	38
<b>1995-1996 théoriques</b>						
Nuitées	10,4	16,6	27	4,5	4,5	9
Passages nocturnes	27,6	44,4	72	14,5	14,5	29
Total	38	61	99	19	19	38
<b>Chi carré</b>	6,84			7,13		



## **ANNEXE F**

---

### **Lexique et sigles**



# LEXIQUE

## **Buée hivernale**

La combinaison de température froide et de vent, de léger à nul, conduisant à la formation d'une vapeur au-dessus de l'eau, ayant l'aspect d'un brouillard épais.

## **Carte électronique de navigation**

Carte marine informatisée respectant les normes imposées par la législation et la réglementation en matière de navigation commerciale

## **Dégagement sous quille**

Distance minimale permise entre le fond de l'eau et la quille du navire pour assurer une navigation sécuritaire. Aux fins de la navigation dans le chenal du Saint-Laurent, la Garde côtière canadienne a établi des tables de dégagement sous quille qui tiennent compte de la largeur du navire et de sa vitesse.

## **Délai**

Durée de passage sur un tronçon excédant d'au moins 25 p. cent la durée normale de passage sur ce tronçon pour un même navire.

## **D-GPS (Système de positionnement global différentiel)**

Système complétant le GPS afin d'en accroître la précision. Le D-GPS emploie des stations terrestres pour corriger les signaux dégradés provenant du GPS et transmettre des corrections aux navires situés à proximité.

## **Embâcles**

Les embâcles sont des amoncellements importants de glace qui créent des obstructions dans le chenal navigable qui conduisent à la suspension de la navigation.

## **EVP**

Équivalent à 20 pieds; mesure de capacité nominale employée pour caractériser les trafics par conteneurs de diverses dimensions. En anglais, TEU (twenty equivalent unit).

### **Gains nets**

Ils sont liés aux passages nocturnes et s'obtiennent en soustrayant aux gains réalisés durant les passages nocturnes, les retards accumulés à cause de la navigation plus difficile la nuit.

### **GPS (Système de positionnement global)**

Système de positionnement par satellite qui offre la position 24 heures par jour, n'importe où dans le monde et quelles que soient les conditions météorologiques.

### **Navires témoins**

Navires faisant 10 voyages ou plus par année, dont au moins 2 voyages hivernaux, ne possédant pas de SVCEI.

### **Navires tests**

Navires faisant 10 voyages ou plus par année sur le Saint-Laurent, dont au moins 2 voyages hivernaux, possédant un SVCEI à partir du 15 décembre 1994.

### **Nuitées**

Les nuitées sont définies comme des délais causés par l'arrêt du navire la nuit en hiver, c'est à dire entre 15 h et 6 h le lendemain.

### **Passages nocturnes**

Les passages nocturnes sont définis comme des passages entrepris après 15 h ou avant 5 ou 6 h durant la période hivernale à l'une des extrémités d'un tronçon.

### **Période tampon**

Temps passé dans le port en excédent de la période nécessaire à l'accostage, à la préparation du navire à l'arrivée, au déchargement, au chargement, aux procédures douanières et autres obligations administratives et à l'appareillage du navire. Cette période tampon peut être utilisée pour rattraper un retard encouru en mer, sur le Saint-Laurent, ou lors du passage portuaire.

### **Pilote**

Personne responsable de la navigation et qui assiste le capitaine du navire dans les manoeuvres d'approche, d'entrée ou de sortie du port, ou dans les mouvements à l'intérieur du port ou sur le fleuve.

## **SVCEI (Système de visualisation de cartes électroniques et d'information)**

Appareil électronique intégrant simultanément et en temps réel les informations minimales suivantes :

- Positionnement par GPS/D-GPS
- Affichage des cartes électroniques de navigation du Service hydrographique du Canada (SHC), à partir du format NTX niveau 2 ou les cartes électroniques de navigation (CEN) expérimentales en format DX-90

Même si l'Organisation maritime internationale (OMI) a reconnu officiellement les SVCEI comme instrument de navigation, il faut rappeler que le format de cartes officielles qui a été retenu pour être affichées sur les SVCEI n'est pas disponible sur le marché présentement. Cependant des formats déjà existants sont comparables au format S-57 qui équipera bientôt tous les SVCEI. Donc la définition du SVCEI proposée dans cette étude tient compte du format de carte disponible en 1995 et 1996.

### **Retard**

Dépassement de la durée normale de passage sur l'ensemble des tronçons entre Montréal et Les Escoumins ou, inversement, entre Les Escoumins et Montréal.

### **Retards bruts**

Les retards bruts se définissent comme la somme de tous les retards pour l'ensemble des navires pour la période considérée.

### **Retards nets**

Les retards nets sont obtenus en retranchant aux retards bruts les retards sur lesquels les SVCEI ne peuvent avoir aucune influence.

### **Retards nets hypothétiques**

Nombre d'heures de retards qu'aurait eu un navire s'il n'était pas équipé de SVCEI. Ils s'obtiennent par l'addition des retards nets et les gains nets des passages nocturnes.

### **Tirant d'eau**

Distance verticale séparant la ligne de flottaison d'un navire du niveau inférieur de la quille.



## SIGLES

- APL : Administration du pilotage des Laurentides  
CDT : Centre de développement des transports  
CEN : Carte électronique de navigation  
DADS : Data Acquisition and Display System  
D-GPS : Système de positionnement global différentiel (en anglais, Differential Global Positioning System)  
EVP : Équivalent-vingt-pieds  
GCC : Garde côtière canadienne  
GPS : Système de positionnement global (en anglais, Differential Global Positioning System)  
OHI : Organisation hydrographique internationale  
OMI : Organisation maritime internationale  
SHC : Service hydrographique du Canada  
SVCEI : système de visualisation des cartes électroniques et d'information (en anglais, ECDIS : Electronic Chart Display Information System:)