

***Étude des accidents de véhicules moteurs
sur les ponts reliant Montréal à la rive sud du fleuve St-Laurent
(1978-1991): évaluation de l'impact des mesures correctives
apportées aux ponts Champlain et Jacques-Cartier***

**Bruce BROWN
Léo-Roch POIRIER**

***Département de santé communautaire
Hôpital Charles LeMoine***

Étude réalisée grâce à une subvention conjointe du ministère de la Santé et des Services sociaux de la Montérégie et du Conseil régional de la santé et des services sociaux de la Montérégie dans le cadre du programme de subventions à la recherche en santé communautaire.

FÉVRIER 1993

**HE
5614.5
.Q44
B769
1993**



SANTÉCOM

HE
56/4.5
.Q44

B769
PP3

***Étude des accidents de véhicules moteurs
sur les ponts reliant Montréal à la rive sud du fleuve St-Laurent
(1978-1991): évaluation de l'impact des mesures correctives
apportées aux ponts Champlain et Jacques-Cartier***

Institut national de santé publique du Québec
4835, avenue Christophe-Colomb, bureau 200
Montréal (Québec) H2J 3G8
Tél.: (514) 597-0606

**Bruce BROWN
Léo-Roch POIRIER**

**Département de santé communautaire
Hôpital Charles LeMoine**

Étude réalisée grâce à une subvention conjointe du ministère de la Santé et des Services sociaux de la Montérégie et du Conseil régional de la santé et des services sociaux de la Montérégie dans le cadre du programme de subventions à la recherche en santé communautaire.

FÉVRIER 1993

Remerciements

Nous avons bénéficié, tout au long de la réalisation de cette étude, du soutien et de l'aide d'un bon nombre de collaborateurs. Qu'il nous soit permis de souligner ici plus particulièrement les contributions de:

- messieurs Réal Marshall et Pierre Paquet de la Société de l'assurance automobile du Québec;
- messieurs Son Thule, Fadi Moubayed, Guy Duranceau, Pierre Lafontaine et Jacques Thibeault du ministère des Transports du Québec;
- monsieur Louis Lefebvre du poste Cartier-Champlain de la Sûreté du Québec;
- monsieur Ottavio Galella de la firme les consultants Trafix inc.
- madame Marielle Olivier, messieurs Samy Suissa, Michael Edwards et Jean-François Boivin du département d'épidémiologie et de biostatistiques de l'Université McGill;
- monsieur Benoît St-Laurent des Ponts Jacques-Cartier et Champlain inc.;
- mesdames Eveline Savoie et Suzanne Régimbald du département de santé communautaire de l'hôpital Charles LeMoyne; cette dernière, en particulier, a vu, sans sourciller, de multiples versions suivies de non moins nombreuses corrections se succéder sur son bureau.

Table des matières

| | |
|-------------------------------------------|-----------|
| Remerciements | i |
| Table des matières | ii |
| Introduction | 1 |
| Méthodologie | 2 |
| Ponts à l'étude | 2 |
| Sources de données | 3 |
| Méthode de comptage et de calibrage | 5 |
| Analyse statistique | 6 |
| Résultats | 7 |
| Discussion | 17 |
| Conclusion | 20 |
| Annexes | 21 |
| Bibliographie | 26 |

Introduction

Il est bien établi que les ponts constituent un élément du réseau routier où le risque d'accident est particulièrement élevé (Brown, 1985; Meyers, 1981; Pigman, 1981; Agent, 1976). Plusieurs facteurs peuvent expliquer cet état de fait: chaussée glissante due à la pluie ou la neige (phénomène qu'aggrave, en hiver, l'apparition de plaques de glace imputable aux plus basses températures observées sur le tablier des ponts par rapport à la chaussée des réseaux routiers environnants), l'absence d'accotements de pleine largeur, ou encore la fréquence plus grande de travaux de construction ou de réparation. Compte tenu aussi du coût de construction des ponts, surtout au-dessus d'un cours d'eau aussi large que le fleuve St-Laurent, on peut s'attendre à ce que le débit de circulation y soit particulièrement élevé puisqu'en n'en construira un nouveau que lorsque le point de saturation du débit sera appréhendé; ceci a pour effet d'augmenter la probabilité de collisions, tout en en diminuant la gravité.

Les cinq ponts reliant l'Île de Montréal à la rive sud du fleuve St-Laurent, de par leur longueur et l'intensité du trafic qui y circule, sont particulièrement susceptibles de présenter des risques aux usagers. Un d'entre eux, le pont Jacques-Cartier, a une triste réputation que les données des dernières années n'ont fait que confirmer: de 1978 à 1982, soit pour une période de cinq ans, on y a recensé, sur un seul tronçon de 400 mètres, 14 décès et 44 blessés graves (Brown, 1985); à titre de comparaison, le site le plus dangereux (quant au nombre de décès et de blessés graves) identifié en Montérégie (à l'exclusion de ces ponts) a entraîné, sur une période de quatre ans (1984 à 1987) 5 décès et 10 blessés graves (Brown, 1990).

Suite à la publication de notre première étude en 1985, il y a eu, l'année suivante, une mobilisation du réseau de santé publique qui, relayée par la couverture médiatique, a fait en sorte que le gouvernement fédéral a commandé une étude à la firme de consultant Trafix afin de vérifier ces constats et d'identifier les correctifs pouvant être apportés aux ponts Champlain et Jacques-Cartier, sur lesquels on avait dénombré 85% des décès et 94% des blessés graves survenus sur l'ensemble des cinq ponts. Leur rapport, en trois volumes, a été présenté au ministre des Transports du Canada en février 1987 (Trafix, 1987) et a confirmé nos observations.

Neuf mesures correctives avaient déjà été implantées sur le pont Jacques-Cartier à la fin de 1986, donc avant la publication du rapport des consultants Trafix qui en recommandait une quinzaine d'autres impliquant un investissement total de plus d'un million de dollars entre 1987 et 1989 pour le pont Jacques-Cartier seulement. Un investissement du même ordre a été suggéré pour le pont Champlain. La majorité des recommandations ont été acceptées et appliquées sur les deux ponts. A première vue, les mesures proposées semblaient pertinentes. Ainsi, la moitié des décès survenus sur le pont Champlain, soit 5 décès dans 2 accidents mortels entre 1978 et 1982 (identifiés dans l'étude de 1985), se sont produits lorsque des camions ont réussi à traverser le système de retenue central (barrière médiane) et sont entrés en collision avec des véhicules circulant en sens inverse. Le système de retenue était clairement inefficace à contenir les poids lourds et n'était pas conforme aux normes actuelles de construction. Depuis, le système de retenue central a été remplacé par une barrière rigide de type «New Jersey» d'une hauteur de 105 cm, conforme à ces normes.

Le but de la présente étude est précisément de s'assurer que les mesures implantées ont eu l'impact escompté. Les objectifs au départ étaient de:

1. déterminer le nombre de victimes et d'accidents survenus sur les ponts (y compris le pont-tunnel) reliant Montréal à la Rive-sud pour la période 1978 - 1989;
2. calculer les taux de blessures et d'accidents selon le nombre de véhicule-kilomètres d'exposition au risque;
3. identifier les tendances temporelles de ces taux;
4. expérimenter une méthode d'analyse rétrospective afin de porter un jugement concernant l'impact des mesures correctives apportées aux ponts Champlain et Jacques-Cartier en 1986, 1987, 1988 et 1989.

Nous avons porté une attention particulière au pont Jacques-Cartier, étant donné que l'étude de 1985 relevait que s'y produisait plus de la moitié des accidents avec décès, blessés graves, légers ou avec dommages matériels seulement observés sur l'ensemble des cinq ponts. Étant donné que la qualité limitée de la banque de données consultée a impliqué de multiples vérifications supplémentaires, comme on le verra dans la prochaine section, et qu'il s'en est suivi des délais de plusieurs mois, les données de 1990 et 1991 sont, entre temps, devenues disponibles et nous les avons donc intégrées au présent rapport.

Méthodologie

Ponts à l'étude

Les caractéristiques des ponts à l'étude sont présentées dans le tableau 1.

Tableau 1

Caractéristiques des ponts reliant Montréal à la Rive-sud

| Pont | Date d'ouverture | N de voies | Largeur de l'accotement (cm) | Revêtement | Longueur (km) |
|---------------------------------|------------------|------------|------------------------------|-------------------|---------------|
| • Victoria | 1897 | 3* | 0 | Grillage d'acier | 2,30 |
| • Jacques-Cartier | 1930 | 5** | 0 | Asphalte | 2,62 |
| • Mercier | 1934 | 4 | 30 | Asphalte | 2,44 |
| • Champlain | 1964 | 6 | 30 | Asphalte et béton | 5,10 |
| • L.H. Lafontaine (pont-tunnel) | 1967 | 6 | 30 | Béton | 2,20 |

* 2 voies en dehors des heures de pointe; la largeur de deux des trois voies aux heures de pointe est inférieure aux normes admises.
 ** 2 voies la nuit, 4 voies le reste du temps sauf aux heures de pointe (5 voies).

La longueur considérée du pont Victoria est supérieure à celle retenue pour l'étude de 1985 (Brown, 1985). Nous y avons ajouté, du côté sud, la partie comprenant le pont-levis au-dessus du canal de la voie maritime ainsi que la section de route reliant ce pont-levis avec le pont Victoria comme tel; nous avons retenu aussi l'entrée nord du pont (sur l'île de Montréal) sur une longueur de 100 m de façon à inclure le tunnel en courbe et le muret de béton qui s'y trouvent et qui représentent un certain risque auquel s'exposent tous ceux qui empruntent le pont.

De même, nous avons retenu la partie surélevée du pont Champlain située sur le territoire de Brossard avant la première sortie (pour ceux qui se dirigent vers le sud) ou après la dernière entrée (pour ceux qui se dirigent vers le nord). Pour les autres ponts, seule la partie constituant le pont ou le tunnel a été considérée.

Sources de données

Pour chacun de ces ponts, nous avons cherché à identifier le nombre d'accidents qui s'y sont produits entre le 1^{er} janvier 1978 et le 31 décembre 1991. Dans un premier temps, la Société de l'assurance automobile du Québec nous a fourni ces données d'accident à partir des rapports d'accident soumis par l'ensemble des corps policiers du Québec pour la période s'échelonnant de 1978 à 1991. Les critères retenus alors pour l'extraction des données correspondent aux codes suivants utilisés dans les rapports d'accidents:

- division de recensement: 56, 65 ou 66;
- corps policiers: 00601 (Canadien national);
00603 (Ports nationaux);
40170 (Sûreté du Québec, Montréal Métro);
40348 (Sûreté du Québec);
- localisation: 17 (Tunnel/viaduc/pont) avant le 1^{er} septembre 1988;
27 (Tunnel/viaduc/pont) depuis le 1^{er} septembre 1988;
- tous les accidents avec blessure;
- pour les accidents avec dommages matériels seulement
 - avant le 1^{er} septembre 1988, accidents impliquant au moins un véhicule avec plus de 250 \$ de dommages estimés par le policier;
 - depuis le 1^{er} septembre 1988, accidents avec plus de 500\$ de dommages estimés par le policier (Régie de l'assurance automobile du Québec, 1988).

Nous avons cherché à faire valider ces données par les corps policiers responsables de la surveillance sur ces ponts, soit la Sûreté du Québec, section Montréal métropolitain, la Police des ports nationaux du Canada, la police du Canadien national et la Sûreté du Québec, poste Cartier-Champlain. Malheureusement, seul ce dernier poste a pu donner suite à notre demande, les autres ne disposant pas des ressources nécessaires pour le faire dans un délai raisonnable pour une période d'étude si étendue; de plus, les rapports ne sont conservés que sur une période de dix ans.

En comparant les données retenues au départ avec celles de notre étude de 1985, nous avons constaté des différences relativement importantes imputables à deux séries de raison:

- premièrement, en vérifiant certains rapports de police inclus dans les données de 1985 et qui ne se retrouvaient pas dans l'étude en cours, nous avons constaté que la variable «localisation» posait problème; au lieu du code 17 (tunnel/viaduc/pont), on pouvait lire le code 11 (chaussée) alors que d'autres informations contenues dans le rapport confirmaient que l'accident s'était bel et bien produit sur le pont;
- deuxièmement, il est apparu que trois autres corps policiers pouvaient intervenir sur les ponts à l'étude, soit:
 - la Sûreté municipale de St-Lambert (numéro 31111) sur le pont Victoria, et,
 - la Sûreté du Québec, poste de Candiac (numéro 40101) sur le pont Mercier,
 - les Peacekeepers de Kanawake sur la partie sud du pont Mercier.

Nous avons donc recommencé le processus d'identification des cas en retenant, dans un premier temps, tous les rapports d'accidents produits par les corps policiers concernés (y compris la Sûreté municipale de St-Lambert et la Sûreté du Québec à Candiac). À cause d'un conflit de juridiction, les Peacekeepers de Kanawake ne font pas parvenir de rapports d'accidents aux instances provinciales concernées. Nous n'avons donc pas eu accès à ces données et il y a nécessairement une sous-déclaration systématique des accidents survenus sur le pont Mercier. Ce conflit couvre la période de 1980 à 1991 inclusivement. Nous avons par la suite identifié les dossiers pertinents à l'étude à partir de variables «Adresse-rue/rang/chemin» et «Intersection (près de)». Lorsqu'il y avait un doute quant à savoir si l'événement devait être retenu ou non, nous sommes allés vérifier les croquis d'accident figurant sur les microfilms contenant les rapports de police. Étant donné la somme de travail requise par ces vérifications, nous avons dû laisser de côté l'analyse des accidents avec blessés légers ou dommages matériels seulement. La collaboration de la Direction de la statistique de la Société de l'assurance automobile du Québec, à nouveau, de même que celle du service des analyses de sécurité du ministère des Transports du Québec a rendu possible ce processus d'identification des cas.

Pour le pont Jacques-Cartier, nous avons aussi porté une attention particulière à déterminer la localisation précise de l'accident sur le pont, soit le numéro de poteau devant lequel s'est produit l'impact. Pour ce faire, nous avons dû aller consulter un certain nombre de rapports d'accident à la Société de l'assurance automobile du Québec puisque la seule façon d'obtenir cette précision était d'étudier le croquis de l'accident fait par le policier dans le rapport. Nous voulions ainsi être en mesure d'identifier les événements survenus dans la courbe Craig, soit les 200 m avant et les 200 m après le poteau numéro 138. De la même façon, nous avons vérifié que les accidents codés autrement que comme collisions frontales sur ce pont n'en étaient pas en réalité, en allant aussi consulter un certain nombre de rapports d'accidents à la Société de l'assurance automobile du Québec.

Comme nous venons de le mentionner, il y a eu au Québec, en 1988, l'introduction d'un nouveau rapport d'accident complété par les policiers. Une étude préliminaire estimait que l'introduction de ce nouveau formulaire entraînait, dans un premier temps, une sous-déclaration des accidents avec blessés légers de l'ordre de 5%; cette sous-déclaration serait par contre disparue au cours des mois suivants (R. Bourbeau, Université de Montréal et J.C. Cloutier, Société de l'assurance automobile du Québec, communications personnelles). Plusieurs études au sujet de la validité des rapports d'accidents complétés par les policiers ont démontré que plus les blessures sont graves, moins la sous-déclaration est un problème (Hauer, 1988). Nous n'avons donc pas tenu compte de ce biais potentiel puisque notre étude ne porte que sur les blessés graves et les décès.

Les données ont été classées pour l'analyse selon les catégories suivantes: (mutuellement exclusives)

- décès: décès imputable à un traumatisme routier et qui survient moins d'une semaine après ce traumatisme;
- blessé grave: victime d'un traumatisme routier hospitalisée (selon le rapport policier) suite à ce traumatisme;

Cette classification repose sur l'évaluation faite au moment de l'accident par le policier et sur les corrections apportées ultérieurement dans les cas de décès.

Méthode de comptage et de calibrage

Les données concernant le débit quotidien moyen de trafic, pour chacune des 14 années de la période à l'étude et pour chacun des ponts, nous ont été fournies par le ministère des Transports du Québec. Dans un certain nombre de cas, les valeurs semblent avoir été estimées. Les débits de trafic sont calculés à partir de l'enregistrement par moyen magnétique du passage de véhicules dans les voies de circulation. Les données rapportées pour l'année 1990 sur le pont Mercier sont vraisemblablement erronées étant donné que le pont a été complètement fermé pendant près de deux mois en 1990. Nous n'avons pas corrigé ces données compte tenu de l'absence d'un meilleur estimé. La figure 1 présente l'évolution globale du débit de trafic sur l'ensemble des ponts.

Figure 1
Évolution du débit de trafic sur les ponts reliant Montréal à la Rive-sud, 1978-1991

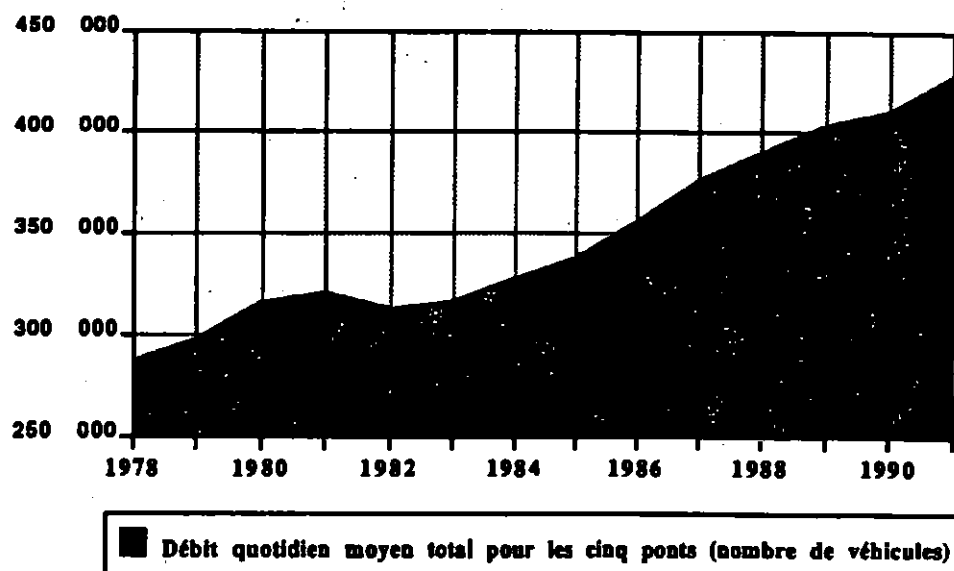


Tableau 2

Débit quotidien moyen de trafic (n^{bre} de véhicules) par pont et par année

| Année | Victoria | Jacques-Cartier | Champlain | L.H. Lafontaine | Mercier | Total |
|--------|----------|-----------------|-----------|-----------------|---------|---------|
| • 1978 | 24 000* | 72 101 | 60 000* | 81 635 | 50 306 | 288 042 |
| • 1979 | 24 500* | 73 066 | 65 640 | 83 081 | 52 112 | 298 399 |
| • 1980 | 24 800* | 77 321 | 77 052 | 85 107 | 52 500* | 316 780 |
| • 1981 | 25 500* | 76 801 | 81 193 | 85 621 | 52 000* | 321 115 |
| • 1982 | 25 337 | 73 803 | 80 701 | 81 167 | 51 771 | 312 779 |
| • 1983 | 25 700* | 74 226 | 83 154 | 81 016 | 52 059 | 316 155 |
| • 1984 | 26 000 | 74 693 | 87 500 | 84 967 | 54 606 | 327 766 |
| • 1985 | 26 456 | 75 197 | 93 407 | 87 099 | 56 340 | 338 499 |
| • 1986 | 26 500* | 76 000* | 97 384 | 96 195 | 59 626 | 356 155 |
| • 1987 | 27 500* | 80 000* | 104 970 | 100 610 | 63 680 | 376 760 |
| • 1988 | 29 380* | 81 000* | 108 039 | 101 690 | 69 810 | 389 919 |
| • 1989 | 30 100* | 84 200* | 109 678 | 106 170 | 73 360 | 403 508 |
| • 1990 | 31 500* | 85 100* | 113 500 | 102 640 | 78 450 | 411 190 |
| • 1991 | 44 700 | 94 000 | 107 199 | 105 990 | 76 840 | 428 729 |

Source: MTQ - *Estimations faites par MTQ.

Analyse statistique

Dans un premier temps, nous présentons les intervalles de confiance à 95% pour les taux observés. Ceux-ci sont calculés selon l'hypothèse d'une distribution de Poisson pour le nombre d'événements (Kleinbaum, 1982). La justification empirique et théorique du recours à une telle distribution est traitée ailleurs (Jovanis, 1987).

Les mesures d'association en ce qui concerne les éléments spécifiques du pont Jacques-Cartier sont exprimés en termes de risque attribuable (Fleiss, 1981). L'importance de considérer les niveaux absolus de risque, au lieu des risques relatifs (ou «rate ratios»), est documentée ailleurs (ibid. p. 90-93). Nous avons choisi de présenter l'évolution temporelle des taux comme étant des différences absolues dans les taux entre le pont Jacques-Cartier et l'ensemble des autres ponts afin de suivre l'évolution en tenant compte des changements écologiques et dus aux correctifs apportés sur l'ensemble des ponts à l'exception du Pont Jacques-Cartier. Cette méthode sous-estime l'importance des changements spécifiques au pont Jacques-Cartier.

Les calculs statistiques ainsi que le choix des unités d'analyse ont été validés par D^r Sami Suissa et monsieur Michael Edwards du département d'épidémiologie et de biostatistiques de l'Université McGill.

Tableau 4

Nombre et taux de victimes décédées ou blessées gravement par pont
et par tranches de trois ans avec intervalles de confiance (95%)

| Pont | Années (10 ³ véh.-km) | Victimes décédées ou blessées gravement | | I.C. (95%) |
|-------------------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------------|-------|----------------|
| | | N | Taux | |
| • Victoria | 1978 - 1980 | 12 | 19,48 | (8,46; 30,51) |
| | 1981 - 1983 | 8 | 12,45 | (3,82; 21,08) |
| | 1984 - 1986 | 6 | 9,04 | (1,81; 16,28) |
| | 1987 - 1989 | 3 | 4,10 | (0,00; 8,75) |
| | 1990 - 1991 | 3 | 4,69 | (0,00; 0,00) |
| Total | | 32 | 9,72 | (6,35; 13,09) |
| • J.-Cartier | 1978 - 1980 | 64 | 27,92 | (21,08; 34,76) |
| | 1981 - 1983 | 71 | 30,68 | (23,54; 37,82) |
| | 1984 - 1986 | 93 | 39,96 | (31,84; 48,08) |
| | 1987 - 1989 | 45 | 17,81 | (12,61; 23,02) |
| | 1990 - 1991 | 24 | 13,02 | (7,81; 18,23) |
| Total | | 297 | 26,28 | (23,29; 29,26) |
| • Champlain | 1978 - 1980 | 31 | 8,21 | (5,32; 11,10) |
| | 1981 - 1983 | 31 | 6,80 | (4,40; 9,19) |
| | 1984 - 1986 | 33 | 6,35 | (4,19; 8,52) |
| | 1987 - 1989 | 26 | 4,32 | (2,66; 5,99) |
| | 1990 - 1991 | 9 | 2,19 | (0,76; 3,62) |
| Total | | 130 | 5,50 | (4,55; 6,44) |
| • L.H. Lafontaine | 1978 - 1980 | 9 | 4,48 | (1,55; 7,41) |
| | 1981 - 1983 | 7 | 3,52 | (0,91; 6,12) |
| | 1984 - 1986 | 8 | 3,71 | (1,14; 6,28) |
| | 1987 - 1989 | 7 | 2,82 | (0,73; 4,92) |
| | 1990 - 1991 | 6 | 3,58 | (0,72; 6,45) |
| Total | | 37 | 3,59 | (2,43; 4,75) |
| • Mercier | 1978 - 1980 | 7 | 5,06 | (1,31; 8,82) |
| | 1981 - 1983 | 13 | 9,37 | (4,38; 14,46) |
| | 1984 - 1986 | 8 | 5,26 | (1,61; 8,91) |
| | 1987 - 1989 | 8 | 4,34 | (1,33; 7,35) |
| | 1990 - 1991 | 0 | 0 | (— ; —) |
| Total | | 36 | 4,79 | (3,22; 6,35) |
| * Taux par 10 ³ véhicule-kilomètres. | | | | |

Le tableau 5 présente le nombre et le taux d'accidents avec victimes gravement blessées ou décédées pour chacun des 5 ponts à l'étude par tranches de 3 ans.

Tableau 5

Débit de trafic, nombre et taux d'accidents par tranches de trois ans

| Pont | Années | Débit de trafic (10 ³ véh-km) | N | Accidents | Taux |
|-------------------------------------------------|-------------|---------------------------------------------|-----|-----------|-------|
| ► Victoria | 1978 - 1980 | 0,62 | 10 | | 16,20 |
| | 1981 - 1983 | 0,64 | 7 | | 10,90 |
| | 1984 - 1986 | 0,66 | 6 | | 9,04 |
| | 1987 - 1989 | 0,73 | 3 | | 4,10 |
| | 1990 - 1991 | 0,64 | 3 | | 4,69 |
| Total | | 3,29 | 29 | | 8,81 |
| ► J.-Cartier | 1978 - 1980 | 2,29 | 50 | | 22,80 |
| | 1981 - 1983 | 2,31 | 48 | | 20,70 |
| | 1984 - 1986 | 2,37 | 59 | | 25,40 |
| | 1987 - 1989 | 2,53 | 29 | | 11,50 |
| | 1990 - 1991 | 1,84 | 18 | | 9,67 |
| Total | | 11,30 | 204 | | 18,05 |
| ► Champlain | 1978 - 1980 | 3,78 | 27 | | 7,15 |
| | 1981 - 1983 | 4,56 | 18 | | 3,95 |
| | 1984 - 1986 | 5,19 | 23 | | 4,43 |
| | 1987 - 1989 | 6,01 | 16 | | 2,66 |
| | 1990 - 1991 | 4,11 | 9 | | 2,19 |
| Total | | 23,65 | 93 | | 3,93 |
| ► L.H. Lafontaine | 1978 - 1980 | 2,01 | 9 | | 4,48 |
| | 1981 - 1983 | 1,99 | 6 | | 3,02 |
| | 1984 - 1986 | 2,16 | 8 | | 3,71 |
| | 1987 - 1989 | 2,48 | 5 | | 2,02 |
| | 1990 - 1991 | 1,68 | 5 | | 2,98 |
| Total | | 10,31 | 33 | | 3,20 |
| ► Mercier | 1978 - 1980 | 1,38 | 6 | | 4,34 |
| | 1981 - 1983 | 1,39 | 7 | | 5,04 |
| | 1984 - 1986 | 1,52 | 7 | | 4,60 |
| | 1987 - 1989 | 1,84 | 6 | | 3,25 |
| | 1990 - 1991 | 1,38 | 0 | | 0,00 |
| Total | | 7,52 | 26 | | 3,46 |
| * Taux par 10 ³ véhicule-kilomètres. | | | | | |

Ces résultats (tableaux 3, 4 et 5) semblent indiquer à première vue une réduction plus marquée des taux de décès et de blessés graves sur le pont Jacques-Cartier depuis 1987 par rapport aux autres ponts. Le tableau 6 vérifie plus en détail cette hypothèse. Les taux de décès et de blessés graves pour le pont Jacques-Cartier sont comparés à ceux des quatre autres ponts regroupés; ces derniers constituent de la sorte l'équivalent d'un groupe témoin permettant d'évaluer si les interventions effectuées sur le pont Jacques-Cartier depuis 1987 ont eu un impact.

Tableau 6

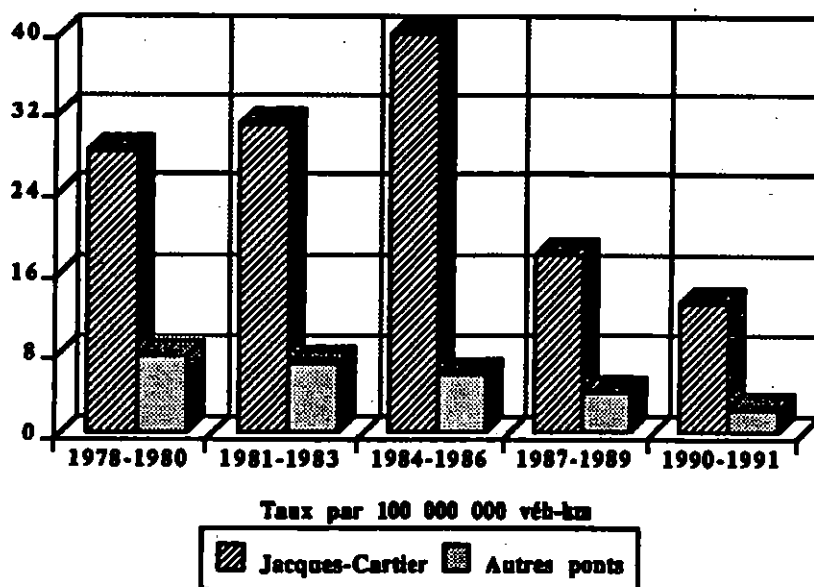
Comparaison de l'exposition, du nombre et des taux de décès, du nombre et des taux de blessés graves entre le pont Jacques-Cartier et les autres ponts par tranches de trois ans

| Pont | Années | Débit de trafic (10 ⁶ véh.-km) | Victimes décédées | | Victimes avec blessures graves | |
|----------------|-------------|----------------------------------------------|-------------------|------|--------------------------------|-------|
| | | | N | Taux | N | Taux |
| • J.-Cartier | 1978 - 1980 | 2,29 | 12 | 5,24 | 52 | 22,70 |
| | 1981 - 1983 | 2,31 | 11 | 4,75 | 60 | 25,90 |
| | 1984 - 1986 | 2,33 | 6 | 2,58 | 87 | 37,40 |
| | 1987 - 1989 | 2,53 | 3 | 1,19 | 42 | 16,60 |
| | 1990 - 1991 | 1,84 | 2 | 1,08 | 22 | 11,90 |
| • Autres ponts | 1978 - 1980 | 7,78 | 10 | 1,28 | 49 | 6,30 |
| | 1981 - 1983 | 8,58 | 9 | 1,05 | 50 | 5,83 |
| | 1984 - 1986 | 9,53 | 11 | 1,15 | 44 | 4,62 |
| | 1987 - 1989 | 11,07 | 5 | 0,45 | 39 | 3,52 |
| | 1990 - 1991 | 7,81 | 1 | 0,13 | 17 | 2,18 |

Comme on peut le voir dans ce tableau, il y a eu diminution presque continue des taux de décès et de blessés graves sur les ponts autres que Jacques-Cartier, et ce, pour toute la période à l'étude. Cette même tendance est observable pour les taux de décès sur le pont Jacques-Cartier tandis que les taux de blessés graves sur ce même pont ont augmenté entre 1978 et 1986 avec par la suite une inversion marquée de tendance à partir de 1987.

Figure 2

Taux des victimes décédées et gravement blessées, sur le pont Jacques-Cartier c. les autres ponts réunis, 1978-1991



Le tableau 7 reprend les données du tableau précédent en combinant les décès et blessés graves. Les mêmes résultats sont présentés graphiquement à la figure 2.

Tableau 7

Comparaison de l'exposition, du nombre et du taux de décès et blessés graves entre le pont Jacques-Cartier et les autres ponts par tranches de trois ans

| Pont | Années | Débit de trafic (10 ³ véh-km) | N de décès et blessés graves | Taux de décès et blessés graves | I.C. (95%) |
|----------------|-------------|---------------------------------------------|---------------------------------|------------------------------------|----------------|
| • J.-Cartier | 1978 - 1980 | 2,29 | 64 | 27,92 | (4,08; 34,76) |
| | 1981 - 1983 | 2,31 | 71 | 30,68 | (23,54; 37,82) |
| | 1984 - 1986 | 2,33 | 93 | 39,96 | (31,84; 48,08) |
| | 1987 - 1989 | 2,53 | 45 | 17,81 | (12,61; 23,02) |
| | 1990 - 1991 | 1,84 | 24 | 13,02 | (7,81; 18,23) |
| • Autres ponts | 1978 - 1980 | 7,78 | 59 | 7,58 | (5,65; 9,51) |
| | 1981 - 1983 | 8,58 | 59 | 6,88 | (5,12; 8,63) |
| | 1984 - 1986 | 9,53 | 55 | 5,77 | (4,24; 7,29) |
| | 1987 - 1989 | 11,07 | 44 | 3,98 | (2,80; 5,15) |
| | 1990 - 1991 | 7,81 | 18 | 2,31 | (1,24; 3,37) |

Toujours concernant le pont Jacques-Cartier, nous avons cherché à savoir si le tronçon de 400 mètres constituant la courbe Craig représente toujours un endroit à haut risque comme nous en faisons état dans l'introduction. Le tableau 8 compare les taux de décès et de blessés graves entre ce tronçon et le reste du pont.

Tableau 8

Comparaison entre les taux de décès et de blessés graves observés dans la courbe Craig et ceux observés ailleurs sur le pont Jacques-Cartier par tranches de trois ans

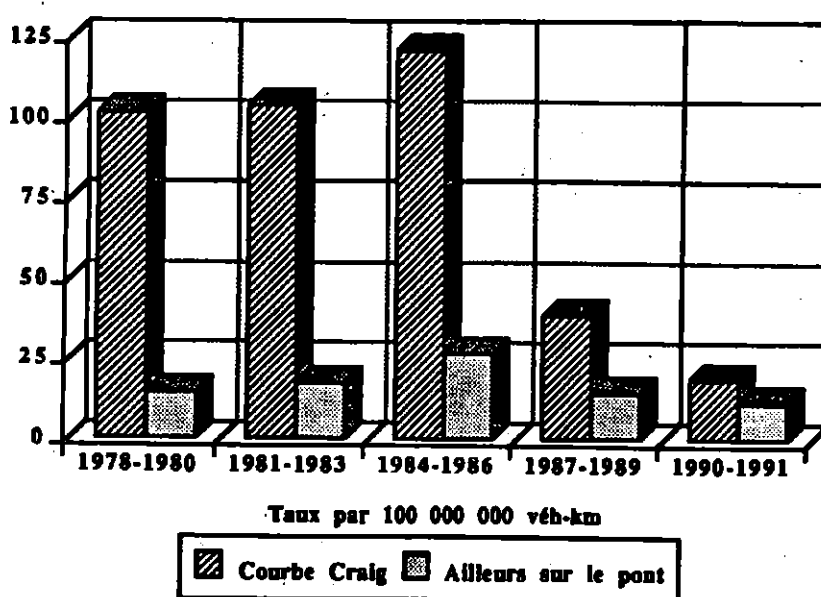
| Pont | Années | Débit de trafic (10 ³ véh-km) | N de décès et blessés graves | Taux de décès et blessés graves | I.C. (95%) |
|----------------|--------------|---------------------------------------------|---------------------------------|------------------------------------|-----------------|
| • Courbe Craig | 1978 - 1980* | 0,33 | 33 | 101,49 | (66,87; 136,12) |
| | 1981 - 1983* | 0,33 | 34 | 103,58 | (68,76; 138,40) |
| | 1984 - 1986 | 0,33 | 40 | 121,18 | (83,62; 158,72) |
| | 1987 - 1989 | 0,53 | 14 | 39,07 | (18,60; 59,54) |
| | 1990 - 1991 | 0,26 | 5 | 19,12 | (2,36; 35,88) |
| • Ailleurs | 1978 - 1980 | 1,97 | 29 | 14,74 | (9,38; 20,11) |
| | 1981 - 1983 | 1,99 | 35 | 17,62 | (11,79; 23,46) |
| | 1984 - 1986 | 2,00 | 53 | 26,50 | (19,39; 33,68) |
| | 1987 - 1989 | 2,17 | 31 | 14,30 | (9,27; 19,33) |
| | 1990 - 1991 | 1,58 | 19 | 12,01 | (6,61; 17,41) |

* Pour chacun de ces groupes de 3 ans, 2 accidents impliquant chacun 2 victimes ont été recensés sans que l'on puisse établir avec exactitude leur localisation sur le pont.

Ces résultats semblent confirmer une diminution sensible du taux de décès et de blessés graves dans la courbe Craig et, dans une moindre mesure, ailleurs sur le pont. Il faut garder à l'esprit toutefois que ces données portent sur de petits nombres. On retrouve une présentation graphique de ces résultats à la figure 3. Celle-ci souligne l'importance en termes de taux de la courbe Craig et le changement abrupt qui se produit à partir de 1987. La proportion du risque attribuable pour cette courbe par rapport au reste du pont passe de 81,8% (1978-1986) à 56,5% (1987-1991).

Figure 3

Comparaison entre les taux de décès et de blessés graves observés dans la courbe Craig et ailleurs sur le pont Jacques-Cartier



Un dernier point concernant le pont Jacques-Cartier a attiré notre attention: il s'agit des collisions frontales (nous entendons par ce terme les collisions se produisant entre deux véhicules qui, avant l'impact, se dirigeaient dans des directions opposées). Ce pont est en effet le seul des cinq à l'étude où il n'y a pas de structures médianes séparant le flux de circulation se dirigeant vers le nord de celui allant en direction sud. Ici aussi le problème que pose la courbe Craig mérite d'être isolée.

Nous présentons donc dans le tableau 9 les données comparatives sur les collisions survenues sur le pont selon qu'elles soient frontales ou non. Les tableaux 10 et 11 proposent la même comparaison pour la courbe Craig seulement, puis pour le reste du pont. La figure 4 présente ces taux sous forme graphique.

Tableau 9

Taux de décès et de blessés graves pour l'ensemble du pont Jacques-Cartier qu'il s'agisse de collision frontale ou non, par tranches de trois ans

| Années | Débit de trafic (10 ³ véh-km) | Collisions frontales* | | Autres collisions** | |
|------------------|---------------------------------------------|---------------------------------|------------------------------------|---------------------------------|------------------------------------|
| | | N de décès et blessés graves | Taux de décès et blessés graves | N de décès et blessés graves | Taux de décès et blessés graves |
| • 1978 - 1980 | 2,29 | 36 | 15,71 | 28 | 12,22 |
| • 1981 - 1983 | 2,31 | 37 | 15,99 | 34 | 14,69 |
| • 1984 - 1986 | 2,33 | 59 | 25,35 | 34 | 14,61 |
| • 1987 - 1989 | 2,53 | 25 | 9,90 | 20 | 7,92 |
| • 1990 - 1991*** | 1,84 | 8 | 4,34 | 16 | 8,68 |
| Total | 11,30 | 165 | 14,60 | 132 | 11,68 |

* voir définition plus haut

** Comprend le code 99 («pour tous les accidents impliquant plus d'un véhicule dont le code d'impact est différent des codes 01 à 14») - RAAQ 1988.

*** Le code d'impact des dossiers de ces deux années n'a pas été validé.

Tableau 10

Taux de décès et de blessés graves pour la courbe Craig, selon qu'il s'agisse de collision frontale ou non, par tranches de trois ans

| Années | Débit de trafic (10 ³ véh-km) | Collisions frontales* | | Autres collisions* | |
|---------------|---------------------------------------------|--------------------------------------|------------------------------------|--------------------------------------|------------------------------------|
| | | Nombre de décès et blessés graves | Taux de décès et blessés graves | Nombre de décès et blessés graves | Taux de décès et blessés graves |
| • 1978 - 1980 | 0,33 | 20 | 61,51 | 13 | 39,98 |
| • 1981 - 1983 | 0,33 | 24 | 73,11 | 10 | 30,46 |
| • 1984 - 1986 | 0,33 | 31 | 93,91 | 9 | 27,26 |
| • 1987 - 1989 | 0,36 | 14 | 39,07 | 0 | 0,00 |
| • 1990 - 1991 | 0,26 | 3 | 11,47 | 2 | 7,65 |
| Total | 1,60 | 92 | 57,38 | 34 | 21,21 |

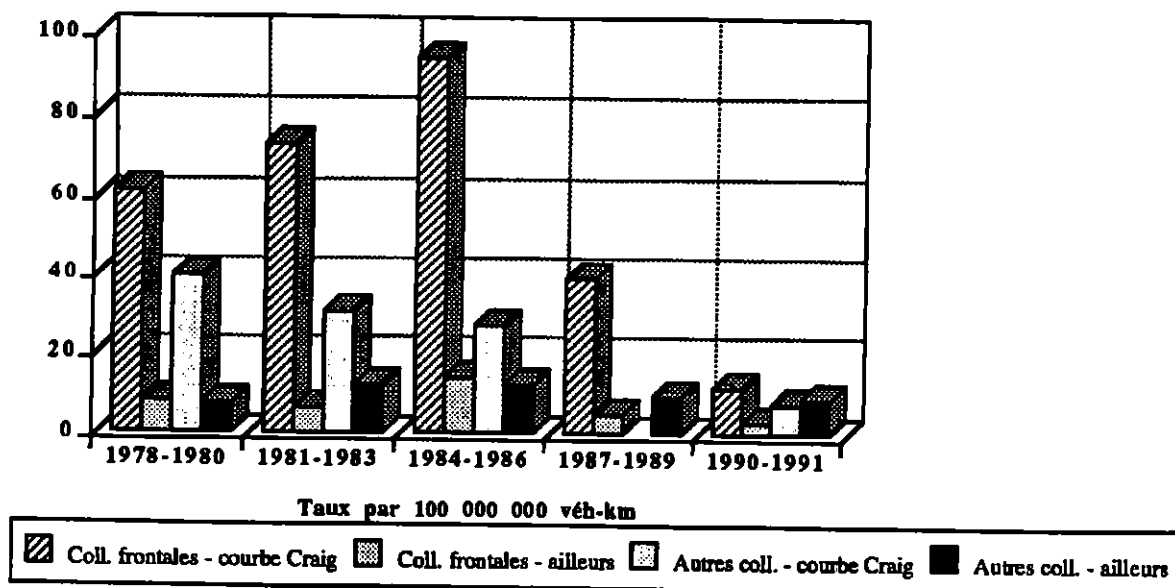
* voir définition plus haut

Tableau 11

Taux de décès et de blessés graves pour l'ensemble du pont Jacques-Cartier excluant la courbe Craig qu'il s'agisse de collision frontale ou non, par tranches de trois ans

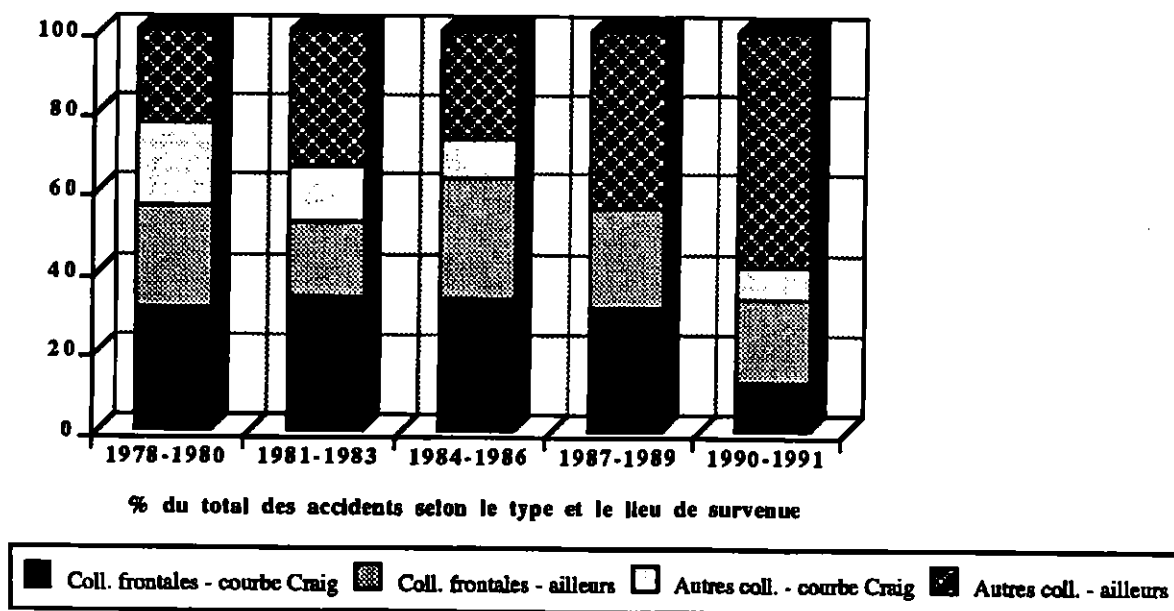
| Années | Débit de trafic (10 ³ véh-km) | Collisions frontales | | Autres collisions* | |
|---------------|---------------------------------------------|--------------------------------------|------------------------------------|--------------------------------------|------------------------------------|
| | | Nombre de décès et blessés graves | Taux de décès et blessés graves | Nombre de décès et blessés graves | Taux de décès et blessés graves |
| • 1978 - 1980 | 1,97 | 16 | 8,13 | 15 | 7,62 |
| • 1981 - 1983 | 1,99 | 13 | 6,55 | 24 | 12,09 |
| • 1984 - 1986 | 2,00 | 28 | 14,02 | 25 | 12,52 |
| • 1987 - 1989 | 2,17 | 11 | 5,07 | 20 | 9,23 |
| • 1990 - 1991 | 1,58 | 5 | 3,16 | 14 | 8,85 |
| Total | 11,30 | 73 | 6,46 | 98 | 8,67 |

Figure 4
Évolution des taux de victimes décédées et gravement blessées
selon le lieu, Pont Jacques-Cartier, 1978 à 1991



Il se dégage de la lecture des tableaux 9 et 10 et de la figure 4 que la forte diminution autant des nombres que des taux de décès et blessures graves observée dans la courbe Craig à partir de 1987 concerne autant les collisions frontales que les autres types de collision; ailleurs sur le pont, toutefois, seules les collisions frontales connaissent une diminution marquée pour la même période (le taux observé pour 1990-1991 est de quatre fois inférieur à celui de 1984-1986). La figure 5 présente la contribution relative sur l'ensemble des accidents relevés sur le pont Jacques-Cartier des quatre catégories d'accident que nous venons de distinguer (collisions frontales dans la courbe Craig, collisions frontales ailleurs sur le pont, autres types de collision dans la courbe Craig, autres types de collision ailleurs sur le pont).

Figure 5
Distribution des taux de victimes décédées et gravement blessées
en pourcentage par catégorie de collision, pont Jacques-Cartier, 1978 à 1991



Pour l'ensemble des quatre ponts autres que Jacques-Cartier, on observe néanmoins une diminution relativement substantielle et continue des décès et blessures graves; comme on peut le voir dans les figures 6 et 7, cette diminution, lorsqu'elle est exprimée en termes de taux, donc tenant compte des fluctuations annuelles du débit de trafic, est encore plus sensible si on ne considère que le nombre des victimes. Ainsi, la diminution moyenne annuelle des taux de décès est de 0,09 par 100 millions de véhicules-kilomètres et celle des taux de blessés graves est de 0,32 pour le même dénominateur.

Figure 6
Évolution des taux de décès et des taux de blessés graves
sur les ponts autre que Jacques-Cartier, 1978-1991

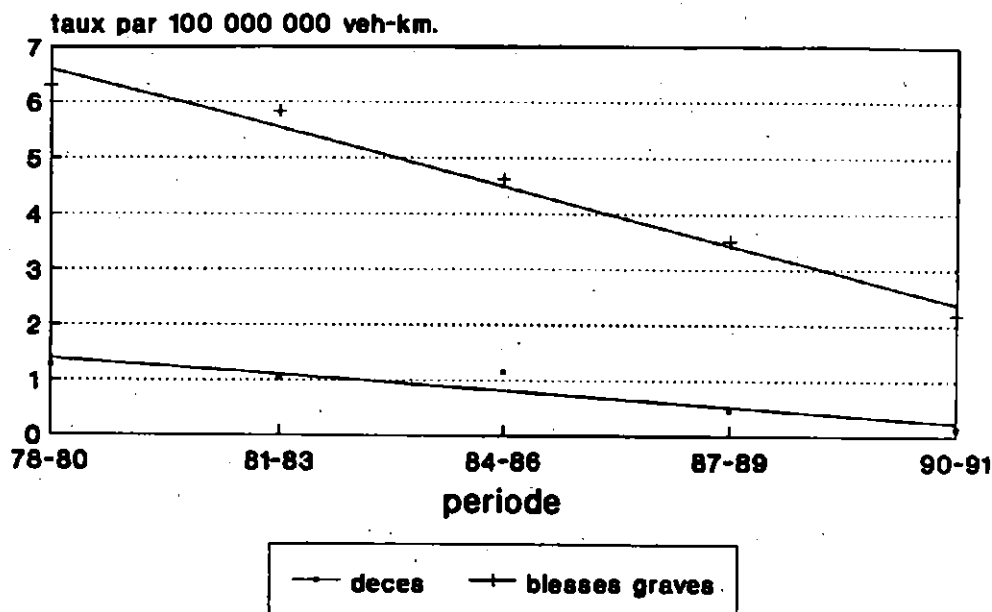
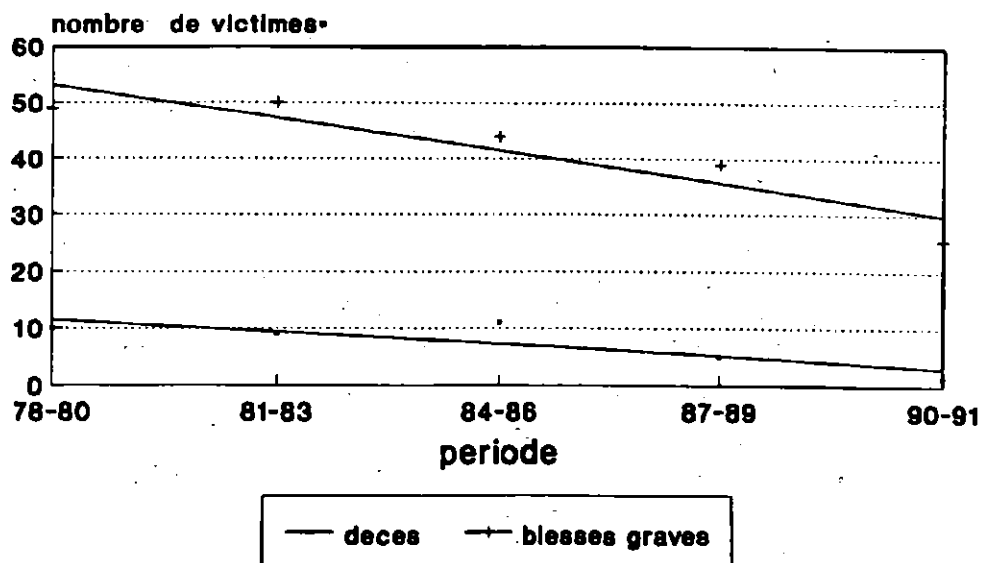


Figure 7
Évolution des nombres de décès et de blessures graves
sur les ponts autres que Jacques-Cartier, 1978-1991



Note: les nombres pour la période 1990-1991 sont majorés de 50% afin de les rendre comparables aux autres périodes (3 ans).

Si on compare cette réduction à celle observée sur l'ensemble du réseau routier québécois pour la même période en ce qui concerne les décès et les blessures graves chez les occupants de véhicules moteurs, on constate que la situation sur les ponts à l'étude s'est améliorée de façon plus nette. Ainsi, on relève une diminution moyenne annuelle de 13% du nombre de décès alors que pour l'ensemble du Québec, cette diminution moyenne annuelle n'était que de 5%. La comparaison du nombre de blessés graves va dans le même sens.

Nous avons voulu vérifier si la diminution substantielle des taux pour le pont Jacques-Cartier au cours des cinq dernières années (1987-1991) était sensiblement différente de celle que nous avons calculée pour l'ensemble des ponts. Cette comparaison est présentée dans le tableau 12.

Tableau 12

Différence des taux de décès et blessés graves par 10⁸ véh-km
entre les périodes 1978-1986 et 1987-1991, pont Jacques-Cartier c. autres ponts

| | Jacques-Cartier | Autres ponts | Risque attribuable | % du risque attribuable* |
|---------------------------------------------------------------------------|-----------------|--------------|--------------------|--------------------------|
| • Période 1978-1986 | 32,90 | 6,68 | 26,22 | 79,7 |
| • Période 1987-1992 | 15,79 | 3,28 | 12,51 | 79,2 |
| Différence | 17,11 | 3,40 | 13,71 | |
| % de diminution | 52 | 51 | 51 | |
| * <u>Taux Jacques-Cartier - Taux autres ponts</u> Taux Jacques-Cartier | | | | |

Comme on le voit, en termes absolus, la différence de taux pour le pont Jacques-Cartier est nettement plus importante que pour l'ensemble des autres ponts. Le pourcentage de diminution est semblable dans les deux cas; toutefois, étant donnée la très grande différence de taux pour une même période entre le pont Jacques-Cartier et les autres ponts, cette donnée nous semble moins importante à considérer.

La différence de 3,4 décès et blessés graves (tableau 12) pourrait être considérée comme le changement «attendu» sur le pont Jacques-Cartier indépendamment des modifications apportées ou de leur efficacité. Cette diminution pourrait être imputable à un plus grand achalandage sur les ponts en général (entraînant une réduction de la vitesse des véhicules et donc du risque d'impact sévère), un accroissement du taux de port de la ceinture de sécurité au Québec (qui est passé de 43,6% en 1981 à 90,8% en 1991 - SAAQ, 1991) ou à l'amélioration de la protection offerte aux occupants des véhicules de construction plus récente. D'autres facteurs jouent aussi certainement, spécifiquement pour les ponts à l'étude, puisque, comme on l'a vu, la diminution des taux de blessés graves et décès sur ceux-ci excède largement celle observée pour l'ensemble du Québec.

On peut estimer l'impact des interventions faites sur le pont Jacques-Cartier en soustrayant la moyenne de réduction des taux de blessés graves et décès sur les autres ponts (3,4 par 10⁸ véh-km) de celle pour Jacques-Cartier (17,11 par 10⁸ véh-km), soit une différence de 13,71 par 10⁸ véh-km. De 1987 à 1991, le nombre attendu de décès ou de blessés graves, s'il n'y avait pas eu de mesures correctrices, aurait donc dû être supérieur de 60 victimes par rapport au nombre observé.

Le taux moyen pour ces victimes est passé, dans la courbe Craig, de 108,08 par 10⁸ véh-km durant la période de 1978-1986 à 30,64 par 10⁸ véh-km, durant la période 1987-1991 soit une réduction de près de 72%. De la même façon, les taux de décès et blessés graves attribuables aux collisions frontales survenus ailleurs sur le pont ont connu une diminution de 55% entre 1978-1986 et 1987-1991. Les mesures correctrices énumérées en annexe I visaient justement à diminuer les risques que constituaient la courbe Craig et les collisions frontales ailleurs sur le pont. Ainsi, l'installation d'une affiche avertissant de la présence d'une courbe dangereuse semble avoir joué son rôle; l'impact de la pose d'une couche de roulement antidérapante, toujours pour la courbe Craig, pourrait, par ailleurs, être estimé par la mesure du «skid number». De même, l'impact de la fermeture des trois voies centrales entre 1 h et 5 h pourrait être évalué à partir de l'étude de l'heure de survenue des collisions frontales. La surveillance policière accrue pourrait aussi avoir joué un rôle.

Discussion

Deux remarques doivent être faites concernant les numérateurs et les dénominateurs utilisés. Nous avons regroupé les victimes décédées et celles blessées gravement pour plusieurs raisons. D'abord le nombre relativement peu élevé de décès restreignait la portée des analyses statistiques; de plus, divers facteurs interviennent pour faire en sorte que, à partir de types d'impact identiques, un accident entraînera des décès et d'autres non: la célérité de la réponse des services médicaux d'urgence, le type de véhicules impliqués, la vitesse au moment de l'impact, l'utilisation de systèmes de retenue... D'autre part, nous avons utilisé, comme dénominateur dans le calcul de nos taux, le nombre de véhicule-kilomètres (plus précisément 100 millions de véhicule-kilomètres) plutôt que le nombre d'occupants-kilomètres puisque les données dans le premier cas étaient facilement disponibles et fiables; cette unité de mesure est d'ailleurs d'usage courant dans ce genre d'étude. Toutefois, la relation entre taux de décès et densité de trafic constitue une fonction décroissante, non linéaire. Cette fonction est connue depuis longtemps (FHWA, 1988; McFarland, 1985). Le tableau 2 indique que le nombre de véhicules utilisant les ponts a augmenté de 49% durant la période de l'étude. Dans ces conditions de saturation des voies de plus en plus évidentes, le simple fait d'augmenter le nombre de véhicules aura comme effet prévisible de diminuer les taux de décès et blessures graves sans diminuer le nombre de décès ou de blessures graves en termes absolus. Il est également plausible d'imaginer que le débit de trafic en dehors des heures de pointe aura augmenté durant la période de l'étude et, par le fait même, accroîtra le nombre et les taux de décès et blessures graves par collisions frontales sur le pont Jacques-Cartier. Ces commentaires restent spéculatifs mais soulignent l'importance, en termes de santé publique, de toujours tenir compte des nombres absolus d'événements et de leur gravité, en plus de regarder les taux.

Toujours concernant l'interprétation de ces taux, précisons qu'il s'agit vraisemblablement de sous-estimations. Nous avons mentionné les limites découlant des problèmes à repérer tous les dossiers pertinents. Il faut aussi tenir compte du fait que l'identification de blessés graves repose sur l'évaluation faite par les policiers sur la scène de l'accident et que cette évaluation n'a fait l'objet d'aucune validation.

Lorsqu'on examine la situation sur l'ensemble des ponts autres que Jacques-Cartier (voir tableau 4), les taux de décès peuvent paraître relativement bas si on les compare à ceux observés sur les autoroutes de

la Montérégie ou américaines (Brown, 1992). Ceci semble contredire l'affirmation selon laquelle les ponts constituent un segment particulièrement dangereux du réseau routier. Il faut toutefois tenir compte du fait que la densité du trafic sur les ponts aux heures de pointe est très élevée et qu'en conséquence la vitesse des véhicules s'en trouve considérablement réduite, ce qui diminue d'autant les risques de décès. Ces risques s'accroissent donc en dehors des heures de pointe, ce que confirme l'étude de Trafix où 13 des 14 accidents avec décès recensés (93%) sont survenus entre 18 h et 6 h. De même, seulement 5 des 66 accidents avec blessés graves (8%) se sont produits entre 7 et 9 h ou entre 16 h et 18 h.

Nous avons retenu les autres ponts comme groupe témoin pour fins de corrections pour les facteurs écologiques, c'est-à-dire pour les facteurs autres que les mesures spécifiques de correction sur le pont Jacques-Cartier qui pourraient menacer la validité de nos conclusions. Nous croyons que ce choix est inapproprié principalement à cause du pont Champlain; ce pont compte pour 22 des 36 décès et 108 des 199 blessés graves survenus sur les ponts autres que Jacques-Cartier pour la période à l'étude, donc plus de la moitié des cas. On y a aussi implanté des mesures correctives suite à notre étude de 1985-1986, et ces interventions telles que la mise en place d'une barrière médiane plus adéquate ont été associées à une réduction importante des décès et blessures graves pour la période 1990 et 1991 (Tableau 3). Le fait de considérer ce pont dans notre groupe témoin contribue ainsi à une fausse estimation des tendances écologiques et à une sous-estimation du bénéfice des mesures correctives apportées au pont Jacques-Cartier.

Comme nous l'avions déjà constaté en 1985, le pont-tunnel L.H. Lafontaine affiche le meilleur bilan des cinq ponts à l'étude, que ce soit pour les taux de décès ou de blessés graves - taux jusqu'à 15 fois inférieurs à ceux observés sur le pont Jacques-Cartier. Les caractéristiques du pont-tunnel expliquent sans doute ce bilan: absence de courbe et bonne séparation des voies centrales protégeant du risque de collision frontale; interdiction de changer de voie, éclairage uniforme et chaussée à l'abri des intempéries à l'intérieur du tunnel.

Nous avons estimé qu'au moins 60 décès et blessures graves, c'est-à-dire environ 12 victimes par année, ont été évités de 1987 à 1991 suite aux changements spécifiques apportés sur le pont Jacques-Cartier, ce qui représente une amélioration plus grande que partout ailleurs au Québec et sur les autres ponts. Ces chiffres sont sous-estimés étant donné que les taux de 1978 à 1986 étaient en croissance sur le pont Jacques-Cartier et que l'effet maximal attribuable aux corrections ne devrait être observé qu'après l'application des mesures correctives. Pour nous permettre une autre estimation, nous proposons une deuxième analyse basée sur les «nombres» de victimes décédées et gravement blessées sur le pont Jacques-Cartier durant la période précédant l'application des mesures (1984-1986) et après (1989-1991). Les événements de 1987 et 1988 ne sont pas retenus étant donné que les mesures correctives ont été appliquées principalement durant cette période. Nous ne tenons pas compte non plus des conséquences de l'augmentation du débit de trafic, conséquences dont l'interprétation est difficile, comme nous venons de le voir.

Les corrections apportées pour tenir compte des facteurs écologiques sont basées sur le pourcentage de changement du nombre de victimes décédées et gravement blessées dans l'ensemble du Québec chez les occupants de véhicules moteurs pour les deux périodes à l'étude, soit 16 198 individus de 1984 à 1986 et

17 585 individus de 1989 à 1991 (SAAQ, 1986, 1991). Ce changement, une augmentation attendue pour le pont Jacques-Cartier de 8,6%, correspond à une augmentation de $(93 \text{ victimes de } 1984 \text{ à } 1986 \times 0,086) 8$ victimes de 1989 à 1991 reliée aux facteurs écologiques. La différence entre le nombre attendu (101 victimes) et le nombre observé (37 victimes) est de 64 victimes. Cette analyse donne une estimation conservatrice du nombre de victimes décédées et gravement blessées évitées de 1989 à 1991, soit plus de 20 victimes par année même avec une augmentation du débit de trafic.

Du point de vue de l'analyse économique, estimant la valeur d'une vie humaine à 1,5 millions \$ et d'une blessure grave à 35 000 \$, nous évaluons à au moins 1 850 000 \$ par année le bénéfice économique des mesures correctives à partir de 1987 (Bordeleau, 1988; Miller, 1989). Ce calcul est basé sur une vie épargnée et 10 hospitalisations évitées par année conformément à ce que nous avons obtenu par l'analyse conservatrice précédente. Le coût des interventions amortis à 100% sur les 5 ans (1987 à 1991) pour le pont Jacques-Cartier (capital seulement) est de l'ordre de 1,6 millions \$ ou environ 320 000 \$ par année en dollars constants. Les bénéfices dépassent donc largement les coûts.

Toutefois, ces conclusions sont contestées par certains auteurs qui prétendent qu'il y a une migration des «points noirs» ayant pour effet que les gens qui ne se tuent pas sur le pont vont tout simplement aller un peu plus loin avant de se tuer (pour une discussion plus détaillée de cette hypothèse ainsi qu'une critique, voir Maher, 1990). Nous ne croyons pas toutefois à la validité de cette hypothèse en général, ni dans le cas du pont Jacques-Cartier, en particulier.

L'ensemble des données concernant les collisions frontales survenues sur le pont Jacques-Cartier devraient inciter les autorités concernées à envisager l'installation d'un dispositif de séparateur transposable développé en Australie et maintenant commercialisé en France et aux États-Unis; il est d'ailleurs d'usage courant au ministère des transports du Québec lors des travaux de réfection depuis 1989. Ce dispositif est constitué de blocs de béton de type New Jersey légèrement modifié sur la partie supérieure qui peuvent être déplacés d'une voie à l'autre à une vitesse d'environ 10 km/h à l'aide d'un véhicule spécial (auto-propulsé ou remorqué). Des tests d'impacts réalisés en Californie (Glauz, 1989) ont révélés que le dispositif pouvait contenir un véhicule de 2040 kg le heurtant à 90 km/h d'un angle de 25 degrés sans produire de dommages structurels et laissant peu de débris.

Conclusion

Les résultats de l'étude permettent d'établir qu'il a eu diminution sensible du taux de décès et de blessés graves sur le pont Jacques-Cartier par rapport aux autres ponts à l'étude, et ce plus particulièrement au cours de la période 1987-1991. Même si cette diminution est aussi observée pour la courbe Craig, celle-ci demeure toujours un lieu à risque d'accident grave très élevé. Nous croyons que les mesures apportées ont sauvé entre une à 2 vies par année (1987-1991) et évité plus de 10 hospitalisations par année.

L'objectif de la présente étude était à la fois descriptif et évaluatif; il s'agissait d'analyser les effets d'une série de mesures sans chercher à déterminer l'apport spécifique de chaque mesure ou d'une éventuelle synergie entre elles dans la diminution des taux (modèle dit de la «boîte noire»). Nous reproduisons en annexes I et II la description des correctifs apportés, de leur date de réalisation, des coûts associés à

annexes I et II la description des correctifs apportées, de leur date de réalisation, des coûts associées à chacune d'elles et des effets spécifiques attendus, et ce, pour les ponts Jacques-Cartier et Champlain (quoique l'information disponible pour ce dernier pont soit plus fragmentaire). Il convient de souligner que certaines de ces mesures ont fait l'objet d'évaluations internes. Ainsi, une des mesures les plus coûteuses (311 900 \$) était l'installation d'un système intégré de signalisation à message variable et de détection d'humidité sur la chaussée, installé dans la courbe Craig en 1988, et qui fut enlevé en 1991 puisqu'il s'était avéré inefficace.

Afin d'être en mesure d'expliquer les effets observés, il eût fallu tenir compte d'un certain nombre de variables (sens du trafic, mécanisme de l'accident, heure, jour de la semaine, saison, état de la chaussée, visibilité, consommation d'alcool, type de véhicules impliqués,...). Notre but autant que les moyens dont nous disposions étaient toutefois plus modestes; il s'agissait d'assurer un suivi à l'appréciation d'un problème de santé publique important. Cette même perspective devrait peut-être nous amener à étudier maintenant, toujours concernant le pont Jacques-Cartier, le problème des suicides dont le nombre excède d'ores et déjà celui des décès par traumatisme routier...

ANNEXE I

MESURES CORRECTRICES APPORTÉES AU PONT CHAMPLAIN

MESURES CORRECTRICES APPORTÉES AU PONT CHAMPLAIN**Degré d'implantation en novembre 1989****1. Système de surveillance par caméra:****. complété à 100 %****2. Feux de signalisation par voie:****. complété à 95 %****3. Clôture centrale anti-éblouissement:****. complété à 25 %****4. Système d'absorption d'impacts:****. complété à 75 %**

ANNEXE II

MESURES CORRECTRICES POUR LE PONT JACQUES-CARTIER

MESURES CORRECTRICES POUR LE PONT JACQUES-CARTIER

| | Mesures | Localisation (no de poteau) | Date du début des travaux | Date de la fin des travaux | Coût \$ | Effets prévus |
|--------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|------------------------------|-------------------------------|------------|---------------------------------------------------|
| | | | | | | |
| projet | 1. Fermeture des 3 voies centrales la nuit | n.a. | 05-87 | n.a. | 67,000 | Réduire la vitesse la nuit. |
| | 2. Diminution de la vitesse permise de 60 km/h à 50 km/h | n.a. | 07-87 | n.a. | 3,300 | Réduire la vitesse. |
| | 3. Inclinaison des flèches lumineuses de contrôle des voies dans certaines courbes | Courbe Craig | 1987 | n.a. | - | Aucun. |
| | 4. Système de mini-ballage dans les courbes | Sur tout le pont | 1987 | n.a. | 18,800 | Indiquer le parapet en cas de pannes électriques. |
| | 5. Correction du devers dans les courbes | Courbe Craig | 1987 | n.a. | 197,700 | Meilleure adhérence des pneus. |
| | 6. Pose de couche de roulement antidérapante | Courbe Craig Ile Ste-Hélène Courbe Maisonneuve | | | | |
| | 7. Système Intégré de signalisation à message variable et de détection d'humidité dans la chaussée | Courbe Craig | 1988 | 1989 | 311,900 | Ralentir la circulation. * Note (1) |
| | 8. Réfection et mise à jour de la signalisation réfléchissante | - | - | - | 8,100 | Le projet tel qu'envisagé n'a pas vu jour. |
| | 9. Correction du drainage | Courbe Craig | 1987 | n.a. | 199,400 | Diminuer la quantité d'eau en surface. |
| | 10. Implantation d'atténuateurs d'impacts | Longueur du pont | 1989 | - | 395,400 | Diminuer la gravité des accidents. |
| | 11. Système de détection par caméra de tout incident ou accident | Longueur du pont | Janv.1988 | Déc.1988 | 372,000 | Réduire temps d'intervention policière. |

MESURES CORRECTRICES POUR LE PONT JACQUES-CARTIER (suite)

| | Mesures | Localisation (no de poteau) | Date du début des travaux | Date de la fin des travaux | Coût \$ | Effets prévus |
|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|------------|-----------------------------------------------------------------|
| 1. Projet | (12. Implantation de mesures Inter- (disant le dépassement | Sur tout le pont | 1987 | n.a. | 10,150 | Meilleur enlignement des voitures - Moins de dépassement. |
| | (13. Marquage révisé de la chaussée (avec peinture à microbille | | | | | |
| | (14. Évaluation de l'impact d'une (bande médiane | | | | | |
| | (15. Bande médiane | | | | | |
| | 16. Accroissement des interventions policières (surveillance des vitesses) | | | LE SERVICE DE POLICE A ÉTÉ ACCORDÉ À LA SÛRETÉ DU QUÉBEC AU 1er JUILLET 1989. | | Plus de présence policière. |
| | 17. Enlèvement des flots à l'ancien poste de péage | Entrée sud | 1980 | - | ? | Enlever des obstacles à la circulation |
| | 18. Marquage continu dans les courbes | | | VOIR 12 et 13. | | |
| | 19. Panneaux de distance pour la courbe Craig | Avant la courbe | 1987 | - | - | Prévenir les automobilistes. |
| | 20. Super-signalisation indiquant la courbe Craig (clignotants multi- ples) | - | 1987 | - | +/- 6,000 | Ralentir la vitesse. |

* NOTE (1) Le système de détection de la température dans le pavé fut enlevé en 1991.
Le système s'est avéré inefficace.

Bibliographie

- AGENT, K.R., DEEN, R.C. (1976). Highway accidents at bridges. Transportation Research Record, no. 601:83-85.
- BORDELEAU, B. (1988). Évaluation des coûts de l'insécurité routière au Québec. Société de l'assurance automobile du Québec.
- BROWN, B., FARLEY, C., FORGUES, M. (1992). Identification of Dangerous Highway Locations: Results of a Community Health Department Study in Quebec. Transportation Research Record (sous presse).
- BROWN, B., FARLEY, C., FORGUES, M. (1990). Étude de localisation et priorisation des sites dangereux sur les routes numérotées du territoire du Département de santé communautaire de l'Hôpital Charles LeMoine, 191 p.
- BROWN, B., SALMI, R.L., LECOURS, S., BATTISTA, R.N. (1985). Motor vehicle related injury on the bridges between Montreal and South Shore of the St-Lawrence River, 1978-1982. American Journal of Public Health, no. 75:871-874.
- FEDERAL HIGHWAY ADMINISTRATION - U.S. DEPARTMENT OF TRANSPORTATION (FHWA.1988). Fatal and Injury Accident Rates on Public Roads in the United States.
- GLAUZ, D.L. (1989). Performance evaluation of a movable concrete barrier. Transportation Research Record, no. 1258:92-106.
- JOVANIS, P.P., CHANG, H.L. (1987). Modeling the relationship of accidents to miles traveled. Trans. Res. Record, no. 1086:42-51.
- HAUER, E., HAKKERT, A.S. (1988). Extent and some applications of incomplete accident reporting. Transportation Research Board, National Research Council, no. 1185:1-10.
- McFARLAND, W.F., ROLLINS, J.B. (1985). Cost effectiveness techniques for highway safety: resource allocation-final report. Texas Transportation Institute. FHWA, report no FHWA/RD-84/011, 196 p.
- KLEINBAUM, D.G.; KUPPER, L.L.; MORGENSTERN, H. (1982). Epidemiologic Research. Principles and Quantitative Methods. London, Lifetime Learning Publications.
- MAHER, M.J. (1990). A bivariate negative binomial model to explain traffic accident migration. Accid. Anal. Prev., no. 22:487-498.
- MEYERS, W.S. (1981). Comparison of truck and passengers-car accidents rates on limited-access facilities. Transportation Research Record, no. 808:48-55.
- MILLER, T.R., LUCHTER, S., BRINKMAN, C.P. (1989). Crash costs and safety investment. Accid. Anal. Prev., no. 21:303-316.

FIGMAN, J.G., AGENT, K.R., ZEGER, C.V. (1981). Interstate safety improvement program. Transportation Research Record, no.808:9-16.

RÉGIE DE L'ASSURANCE AUTOMOBILE DU QUÉBEC (1988). Guide de rédaction du rapport d'accident de véhicules routiers.

SOCIÉTÉ DE L'ASSURANCE AUTOMOBILE DU QUÉBEC (SAAQ-1991). Évolution du taux d'utilisation des dispositifs de retenue dans les véhicules routiers au Québec, 1991.

LES CONSULTANTS TRAFIX (1987). Ponts Jacques-Cartier et Champlain, étude de sécurité routière, 3 tomes.

P 8625 -Ex.2 E 3657
Étude des accidents de véhicules moteurs sur
les ponts reliant Montréal à la rive sud du
fleuve St-Laurent (1978-1991): évaluation
de l'impact des mesures correctives appor-
tées aux ponts Champlain et Jacques-Cartier

DATE

NOM

P 8625
Ex.2