

Bureau de la sécurité des transports
du Canada



Transportation Safety Board
of Canada

RAPPORT D'ENQUÊTE MARITIME M10C0092



CONTACT AVEC LA GLACE ET DÉFAILLANCE MÉCANIQUE SUBSÉQUENTE DU TRAVERSIER À CÂBLE ÉLECTRIQUE *ECOLOS* SUR LA RIVIÈRE DES OUTAOUAIS À PROXIMITÉ DE ROCKLAND (ONTARIO) LE 9 DÉCEMBRE 2010

Canada

Le Bureau de la sécurité des transports du Canada (BST) a enquêté sur cet événement dans le but de promouvoir la sécurité des transports. Le Bureau n'est pas habilité à attribuer ni à déterminer les responsabilités civiles ou pénales.

Rapport d'enquête maritime

Contact avec la glace et défaillance mécanique subséquente

du traversier à câble *Ecolos*
dans la rivière des Outaouais
à proximité de Rockland (Ontario)
le 9 décembre 2010

Rapport numéro M10C0092

Résumé

Le 9 décembre 2010, le traversier à câble électrique *Ecolos* entreprend sa dernière traversée de l'année entre Thurso (Québec) et Rockland (Ontario) sur la rivière des Outaouais. À 20 h 45, heure normale de l'Est, les défaillances d'un câble, d'un mécanisme d'entraînement et d'un dispositif d'ancrage sur la rive se produisent à cause des plaques de glace qui s'accumulent sur la paroi de la coque du côté amont du traversier. Le traversier demeure rattaché à la rive du côté de Rockland par le câble ouest endommagé et dérive vers l'aval avant de reposer le long de la glace qui recouvre la rive. Les 6 personnes à bord sont évacuées. Il n'y a eu ni blessures ni pollution.

This report is also available in English.

Renseignements de base

Fiche technique du bateau

Nom du bateau	<i>Ecolos</i>
Numéro officiel	348014
Port d'immatriculation	Kingston (Ontario)
Pavillon	Canadien
Type	Traversier à câble
Jauge brute	43,50
Longueur ¹	18,3 m
Tirant d'eau	1,39 m
Construction	1974
Propulsion	2 moteurs électriques de 130 kW chacun
Équipage	Une personne (2 personnes s'il y a plus de 12 passagers)
Passagers	5 (maximum de 48)
Véhicules	3 (maximum de 9 voitures)
Propriétaire enregistré	Traversier R-T Ferry Inc., Rockland (Ontario)

Description du traversier

Le traversier *Ecolos* est un chaland à fond plat construit en acier soudé, d'une largeur d'environ 11 m et d'une longueur d'environ 18 m. La coque est divisée en 7 compartiments étanches. L'*Ecolos* est un traversier roulier amphidrome transportant des véhicules et des passagers. Il est muni de rampes de chargement hydrauliques aux 2 extrémités. Il n'a pas d'ancre, ce qui est conforme à la réglementation.



Photo 1. Le traversier *Ecolos* navigue en direction sud et s'approche du quai de traversier de l'île Clarence (Ontario); vue de l'ouest

Construit en 1974, ce traversier s'appelait à l'origine le *Howe Islander*. Il a été utilisé comme traversier à câble de l'île Howe par le ministère des Transports de l'Ontario, jusqu'à ce qu'il soit acheté par le propriétaire actuel, en 2004. Le *Howe Islander* était en service sur le fleuve

¹ Les unités de mesure utilisées dans le présent rapport sont conformes aux normes de l'Organisation maritime internationale (OMI) ou, à défaut, au Système international d'unités.

Saint-Laurent entre l'île Howe (Ontario), à l'est de Kingston, et la terre ferme. La traversée de 425 m était comparable à celle de l'*Ecolos*, qui est de 487 m. Le traversier fonctionnait toute l'année à travers la glace de rive, grâce à un diffuseur de bulles d'air² qui permettait de garder la voie de navigation ouverte. Le service était interrompu temporairement lorsque des plaques de glace descendaient le fleuve au début de l'hiver et pendant la débâcle du printemps. Les câbles de 2,9 cm (1 1/8 po) du *Howe Islander* étaient comparables aux câbles de 2,54 cm (1 po) utilisés par l'*Ecolos* au moment de l'événement.

Des modifications³ importantes ont été effectuées par le nouveau propriétaire et le traversier a été remis en service en 2008. Renommé *Ecolos*, il est utilisé depuis comme traversier à câble électrique, propulsé par 2 moteurs électriques alimentés par 3 bancs de batteries. Les batteries sont rechargées environ tous les 2 jours au moyen du réseau de distribution électrique d'*Ontario Hydro*. En août 2008, TC a inspecté le bateau et le 25 novembre 2008, les plans ont été approuvés. Avant l'incident, l'*Ecolos* avait été exploité pendant presque 3 saisons, occasionnellement dans des eaux recouvertes de glace, sans aucun signalement d'incident.

L'*Ecolos* assure un service saisonnier de 5 h à 22 h (de 6 h à minuit la fin de semaine) sur la rivière des Outaouais entre Rockland (Ontario), du côté sud, et Thurso (Québec), du côté nord. Il est en service à compter du printemps, dès que la glace disparaît, jusqu'au début de l'hiver, soit le lendemain du jour où la glace commence à se former. Il effectue la traversée sur demande ou lorsqu'il y a une personne ou un véhicule qui attend.

Les mécanismes d'entraînement des câbles sont positionnés symétriquement de chaque côté des superstructures du pont intérieur du traversier. Chaque mécanisme d'entraînement comprend un moteur électrique, une poulie d'entraînement électrique de 1,9 m de diamètre, ainsi qu'une poulie de tension de 0,86 m de diamètre. Puisque le traversier ne se déplace que vers l'avant ou vers l'arrière le long des câbles, on utilise les expressions côté ouest et côté est pour désigner l'emplacement de l'appareillage et des mécanismes d'entraînement connexes. Les parties avant et arrière du traversier sont considérées comme les extrémités nord et sud.

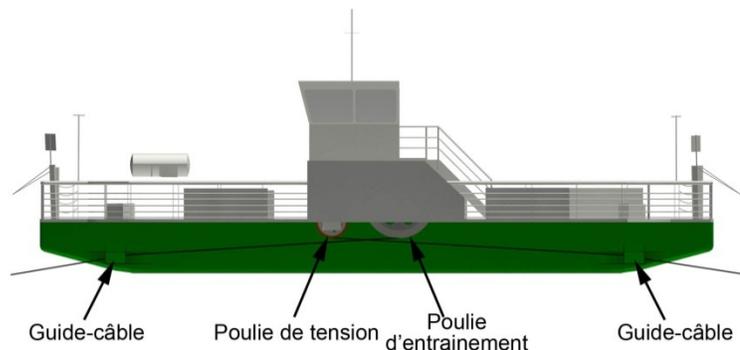


Figure 1. Dessin en élévation montrant la vue à partir du côté ouest du traversier à câble *Ecolos*

² On utilise un diffuseur de bulles d'air en hiver afin d'empêcher la formation de glace. Le système de diffuseur de bulles d'air sur l'île Howe consiste en un tuyau traversant la rivière d'une rive à l'autre le long du lit de rivière, et légèrement en amont du parcours du traversier. L'air est expulsé à travers des trous du tuyau, par des compresseurs. Les bulles d'air montent, apportant de l'eau chaude à la surface, et remuent l'eau près du parcours du traversier, ce qui empêche la formation de glace.

³ Les modifications consistaient à élargir le bateau pour permettre l'installation des batteries, à éliminer les contrepoids, à repositionner les guides-câbles plus près de la ligne de flottaison (pour réduire le risque d'accrochage par les embarcations naviguant sur la rivière), à modifier la poulie d'entraînement et les poulies de tension (pour passer d'un système à 3 poulies à un système à 2 poulies), à remplacer la timonerie (pour améliorer la visibilité) et à remplacer le moteur diesel par des moteurs électriques.

L'Ecolos est rattaché, par 2 câbles, à chacune des rives d'une distante de 487 m⁴, l'une de l'autre. Chaque câble mesure 518 m de longueur et repose sur le fond de la rivière, à une profondeur maximale de 14 m.

Du côté est du traversier, la superstructure se prolonge vers le haut pour former un pont qui permet au conducteur d'avoir une vue sur 360° de la rivière et du pont des véhicules. Le traversier est muni de 2 commandes de propulsion indépendantes (une pour chaque moteur), d'un téléphone cellulaire, d'un tableau de commande pour l'éclairage du pont, d'une vanne sélectrice pour les barrières et d'une soupape de régulation de la pression hydraulique des rampes. Il est également équipé d'un système informatique pour la surveillance des moteurs d'entraînement électriques.

Trajet des câbles

À l'extrémité nord du traversier et de chaque côté de celui-ci, les câbles passent par des guides-câbles à rouleaux installés sous la ligne de flottaison. Chaque câble remonte ensuite sous le pont latéral en porte-à-faux, s'enroule sur la poulie d'entraînement et la poulie de tension, puis redescend sous le pont latéral et ressort par le guide-câble, placé sous la ligne de flottaison, à l'extrémité sud du traversier. Les poulies de tension installées de chaque côté du traversier sont inclinées vers l'extérieur à un angle d'environ 2,5° par rapport à la verticale, pour éviter que les 2 tronçons du câble n'entrent en contact. Cette disposition crée une boucle continue qui se déplace le long des câbles, à mesure que le traversier avance (Figure 2).

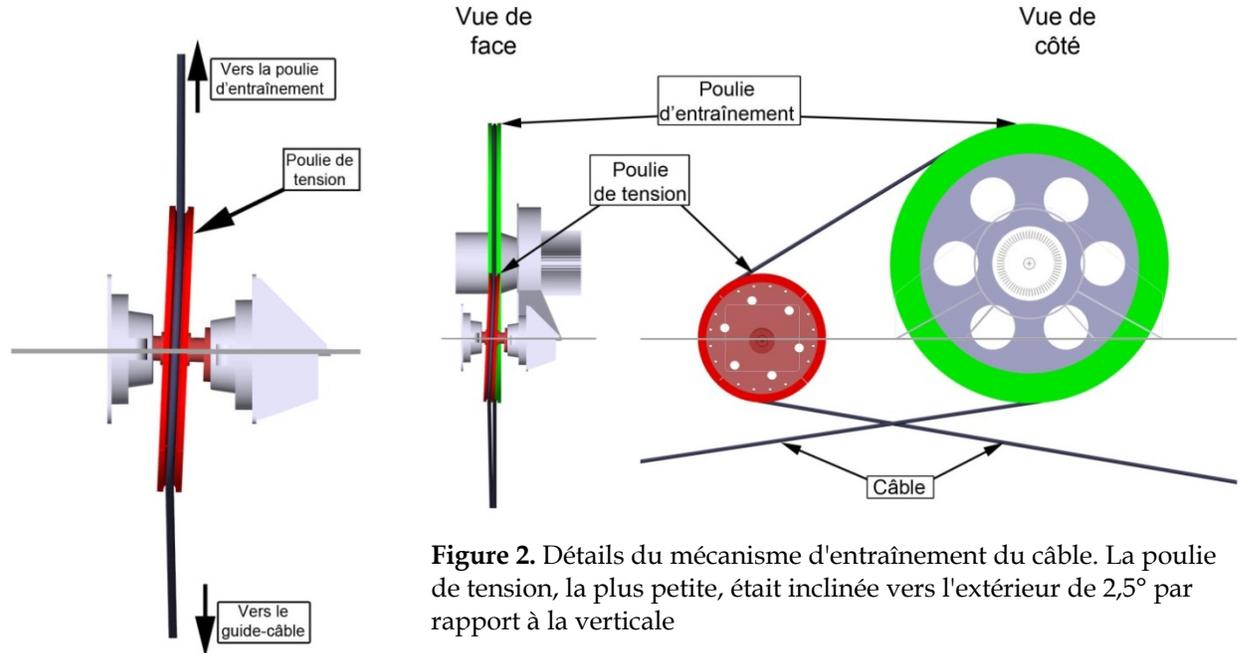


Figure 2. Détails du mécanisme d'entraînement du câble. La poulie de tension, la plus petite, était inclinée vers l'extérieur de 2,5° par rapport à la verticale

Les poulies d'entraînement des câbles sont munies de freins hydrauliques qui les empêchent de tourner et maintiennent le traversier immobile sur les câbles. Les freins sont appliqués

⁴ Au moment de l'incident, le traversier utilisait des câbles de 25,4 mm (1 po) de diamètre, étirés, galvanisés, commis à droite, réguliers, de type Warrington Seal 6 X 26 à âme indépendante en acier.

automatiquement dès qu'une rampe est abaissée. Le conducteur peut réduire la vitesse en plaçant la commande de vitesse à la position « 0 ».

Déroutement du voyage

Le 9 décembre 2010, à environ 20 h 45⁵, l'*Ecolos* a embarqué 3 véhicules et 5 passagers, et a quitté Thurso (Québec). Le conducteur était le seul membre d'équipage à bord. Le nombre de véhicules a été noté dans le journal de bord du traversier. Ce jour-là, le conducteur a remarqué une augmentation considérable du nombre de plaques de glace descendant la rivière par rapport aux déplacements précédents de la journée. Il a donc synchronisé le départ du traversier pour qu'il coïncide avec une ouverture entre les plaques de glace, afin de ne pas avoir à les traverser.

La traversée dure normalement 4 minutes. Pendant la traversée, des plaques de glace se sont accumulées du côté ouest (amont) du traversier. Lorsque le traversier est parvenu environ à mi-parcours, un bruit violent a retenti et le traversier s'est arrêté brusquement. Le conducteur a placé les commandes des moteurs d'entraînement électriques à la position d'arrêt. Il a alors quitté le poste de barre pour tenter de déterminer la cause du bruit, lequel provenait de la superstructure du mécanisme d'entraînement du côté ouest du traversier. En plus des plaques de glace flottantes sur la rivière, celle-ci était recouverte d'une mince couche de glace. Lorsque le traversier s'est immobilisé, la nouvelle glace et les plaques de glace couvraient environ 90 % de la surface de la rivière. Les plaques de glace ont continué à s'accumuler du côté ouest du traversier immobilisé.

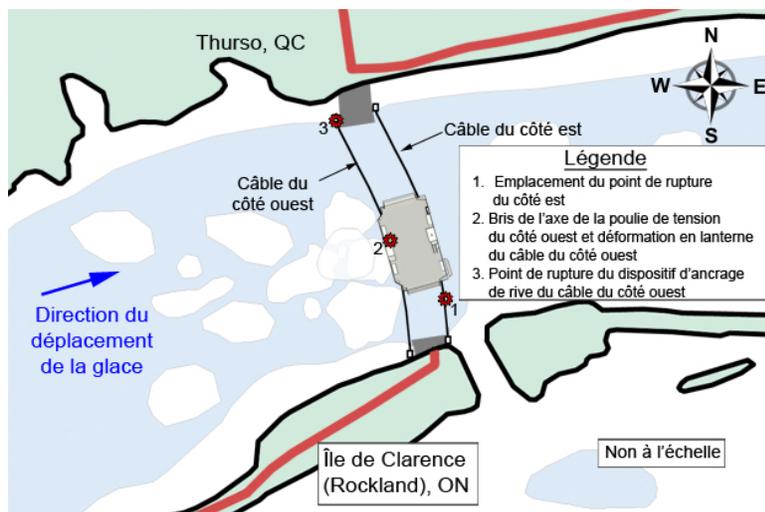


Figure 3. Emplacement des défaillances. Les défaillances se sont produites presque simultanément.

⁵ Toutes les heures sont indiquées en heures normales de l'Est (temps universel coordonné) moins 5 heures, à moins d'indications contraires.

L'axe de la poulie de tension du côté ouest (en amont) s'était brisé et le câble présentait une déformation en lanterne⁶ sous la structure du pont. Le mécanisme d'entraînement du côté est était intact. À peu près au même moment, le câble situé du côté est s'est rompu et est sorti du mécanisme d'entraînement. Enfin, le point d'ancrage de la rive nord à Thurso, sur le câble ouest, s'est détaché.

Le conducteur est revenu sur le pont et a utilisé le téléphone cellulaire du traversier pour appeler son épouse et demander de l'aide. Le traversier et les plaques de glace libérées du côté du traversier ont alors commencé à dériver vers l'aval. Le traversier, retenu à la rive par le câble déformé du côté ouest et le point d'ancrage sud-ouest, s'est arrêté à environ 200 m en aval du quai, environ de 25 à 50 m de la rive, le long de la glace de rive.

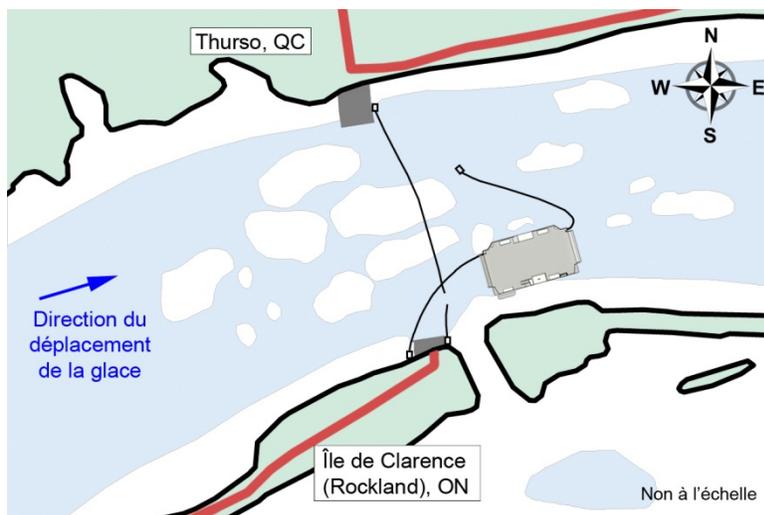


Figure 4. Position de l'*Ecolos* après les défaillances. Le traversier n'était rattaché à la rive que par le câble du côté ouest

Après le bruit violent, les 5 passagers à bord se sont rassemblés sur le pont du traversier. Le conducteur a alors demandé à tous les passagers de revêtir un gilet de sauvetage en trou de serrure. Étant donné que les passagers ont trouvé les gilets de sauvetage rigides et inconfortables, un seul a revêtu un gilet, puis l'a enlevé, après un court laps de temps.

Le conducteur du traversier a appelé 3 employés en congé pour de l'assistance. Un résident de l'endroit, constatant que le traversier était près de la rive à proximité de sa résidence, a franchi la glace pour offrir de l'aide. Un plan d'évacuation a alors été élaboré. Un des employés en congé, appelé par le conducteur, habitait à proximité de la traverse-. Il attendait sur la rive pour aider à évacuer les passagers lorsque le résident est revenu du traversier. Le résident est ensuite reparti vers le traversier en apportant une embarcation légère en aluminium, une corde et son propre

⁶ L'expression « déformation en lanterne » ou séparation des torons du câble métallique est une désignation technique qui décrit la déformation des torons individuels d'un câble après un bris pendant que le câble était sous tension.

vêtement de flottaison individuel⁷. L'employé en congé a fixé solidement l'embarcation à la rive et le résident l'a attachée à l'*Ecolos* au moyen d'une corde de nylon.

Vers 21 h 30, l'épouse du conducteur du traversier et 3 policiers de la Police provinciale de l'Ontario⁸ sont arrivés sur les lieux. De la rive, les policiers ont demandé aux passagers de revêtir leur gilet de sauvetage. Un policier a franchi la glace jusqu'au traversier. Une fois à bord, le policier a expliqué aux passagers comment revêtir les gilets de sauvetage, puis il a enlevé le sien parce qu'il nuisait à ses manœuvres d'évacuation des passagers. Le policier était également d'avis que le gilet de sauvetage était rigide et inconfortable. Le policier est demeuré à bord pour aider les passagers à évacuer le traversier.

Un par un, les 5 passagers ont revêtu le vêtement de flottaison individuel apporté par le résident et sont montés à bord de l'embarcation en apportant un gilet de sauvetage en trou de serrure. L'embarcation a ensuite été tirée à travers la glace. Tous les passagers, les policiers et le résident sont revenus sur la rive avant 22 h, un peu plus d'une heure après l'incident. Le conducteur du traversier est demeuré à bord.

Une fois sur la rive, les passagers ont été invités par le résident de l'endroit et l'employé en congé à se réfugier dans leurs résidences respectives, situées à proximité. Deux passagers ont accepté cette offre. Les 3 autres ont décidé de gravir la berge non illuminée, sur une distance approximative de 100 m, et de franchir un pont flottant privé pour atteindre le quai du traversier. On a alors proposé aux passagers de se rendre à un restaurant, de prendre une boisson chaude ou d'attendre dans une des voitures de police ou dans la fourgonnette du conducteur du traversier. Aucun renseignement n'a été recueilli sur les passagers.

Les policiers sont repartis tôt le 10 décembre. Le matin, on a tenté de tirer le traversier à partir de la rive au moyen d'une dépanneuse lourde, mais le traversier s'est échoué sur un banc de sable avoisinant. Au début de l'après-midi, on a fait appel à un remorqueur des environs pour extraire l'*Ecolos* du banc de sable et le ramener dans la rivière des Outaouais. Au moyen d'une dépanneuse, le traversier a ensuite été tiré jusqu'au quai et les propriétaires ont pu récupérer leur véhicule. .

Certification de l'équipage

Le conducteur du traversier détenait un certificat FUM A3, conformément à la réglementation. Le propriétaire du traversier exploitait celui-ci depuis sa conversion à la propulsion électrique et sa remise en service en 2008. Il a supervisé toutes les modifications apportées au traversier (depuis 2004), et il a embauché et formé l'équipage.

Certification du navire

L'*Ecolos* était enregistré au Canada et inspecté tous les ans par TC. C'est un traversier de plus de 15 tonnes pouvant transporter plus de 12 passagers. Tous les 4 ans, le traversier était retiré de l'eau et la coque était inspectée, entretenue et réparée, conformément au *Règlement sur l'inspection*

⁷ Les vêtements de flottaison individuels, ont généralement la forme d'une veste. Ces vêtements ne maintiennent pas nécessairement la tête de la personne hors de l'eau, bien que certains le fassent. Ils sont conçus pour être confortables, faciliter les mouvements et/ou garder la personne au chaud.

⁸ La Police provinciale de l'Ontario n'a pas été avisée directement de l'incident, mais en a été informée à la suite d'une vérification routière de routine.

des coques. Le 9 avril 2010, TC a délivré un certificat d'inspection annuel pour l'*Ecolos*, attestant que le traversier pouvait transporter jusqu'à 48 passagers, y compris autant d'enfants qu'il y avait de gilets de sauvetage pour eux. Le certificat ne comporte aucune restriction, autre que le traversier peut naviguer uniquement dans des eaux protégées.

Équipement de sauvetage

Le plan relatif à l'équipement de sauvetage requis affiché à bord indiquait l'emplacement de tout le matériel de sauvetage. Cinquante-six gilets de sauvetage en trou de serrure étaient rangés dans une boîte métallique sur le pont du traversier. Ces gilets étaient d'un type approuvé par TC en 2006 et le propriétaire du traversier les a achetés en 2008. Ils étaient conformes aux normes de l'Office des normes générales du Canada (CAN/ONGC-65GP-14M [1978]) relatives aux gilets de sauvetage en vigueur au moment de l'achat.

Le traversier était également équipé d'un radeau de survie pneumatique pouvant transporter 75 personnes et d'un dispositif de largage hydrostatique installé sur la rambarde du côté est. Une chaloupe de sauvetage en aluminium équipée d'un moteur de 6 chevaux et de rames, pouvant transporter 5 personnes, était fixée à la rambarde est. Un treuil permet de mettre la chaloupe de sauvetage à l'eau. De plus, le traversier était également muni de 2 bouées de sauvetage rattachées à des lignes d'attrape flottantes, une sur le côté ouest, et une juste à l'extérieur du pont. Les 6 fusées de détresse et la trousse de premiers soins se trouvaient dans le poste de barre du conducteur.

Facteurs environnementaux

Le débit de la rivière des Outaouais varie selon les endroits, généralement à cause des variations de profondeur, des chutes et des rapides le long de la rivière. Le 9 décembre, le courant à Thurso était estimé à 1,2 noeud⁹, ce qui est dans les limites normales¹⁰. Au moment de l'incident, la température de l'air mesurée par Environnement Canada était de -15 °C. La température moyenne pour la semaine précédente était de -5,7 °C. Des vents de l'ouest d'environ 15 km/h ont été enregistrés pendant la journée et la nuit.

Entre le 4 décembre et le 9 décembre, la température quotidienne moyenne de l'eau de la rivière est passée de 2,8 °C à 0,5 °C, respectivement, ce qui est favorable à la formation de glace. Le 9 décembre 2010, la glace s'est formée rapidement. Ce matin-là, on a constaté la présence de glace de rive le long de la berge, mais seulement quelques plaques de glace. Au moment de l'incident, de grandes plaques de glace flottantes dérivait sur la rivière. En raison de la température de l'air froid, la glace se transformait en cristaux et créait une couche glacée de neige fondante à la surface des eaux libres. Les plaques de glace, la glace de rive et la neige fondante glacée combinées recouvraient environ 90 % de la surface de la rivière.

⁹ Calculé d'après le débit de la rivière mesuré en aval à Carillon, au Québec (2 883 m³/s), et en mesurant l'aire de la surface et la profondeur de la rivière des Outaouais à Thurso (données fournies par Hydro-Québec).

¹⁰ Le débit normal de la rivière varie. Au cours des 5 dernières années, Hydro Québec a enregistré un débit maximal de 5 947 m³/s au barrage de Carillon et un débit minimal de 519 m³/s.

Inspections et entretien effectués par l'exploitant

L'exploitant du traversier a effectué des inspections visuelles hebdomadaires pendant des traversées en ralentissant les moteurs et en examinant différentes sections des câbles à l'endroit où ils passent dans les mécanismes d'entraînement. Environ toutes les 2 semaines, on inclinait le traversier en plaçant tous les bancs de batteries d'un côté du pont pour examiner les guides-câbles installés à chaque coin du traversier. Les câbles ont été remplacés tous les ans, mais jamais simultanément; les câbles ont été remplacés de chaque côté selon un horaire décalé.

Les dossiers d'entretien du navire n'ont pas été transférés à la vente du traversier en 2004.

Sélection des câbles

Deux types de câbles sont disponibles, soit des câbles 6 x 26 à âme en acier indépendante sans remplissage de plastique ou des câbles 6 x 26 à âme en acier indépendante avec remplissage de plastique. L'exploitant a choisi d'utiliser des câbles sans remplissage de plastique. Les câbles de l'*Ecolos* sont du type galvanisé et leur résistance de base à l'abrasion externe est la même que celle des câbles avec remplissage de plastique. Les câbles du traversier sont lubrifiés par l'eau, puisque l'utilisation de la graisse ou d'autres lubrifiants sur des câbles submergés peut porter atteinte à l'environnement.

Les câbles de 25,4 mm (1 po) de diamètre utilisés par l'*Ecolos* ont une résistance à la rupture de 45 359 kg (100 000 lb), c'est-à-dire 32 fois la charge de fonctionnement prévue, qui est de 1 406 kg (3 100 lb). Le traversier a été conçu pour fonctionner avec un seul câble et un seul mécanisme d'entraînement en cas de défaillance d'un des câbles ou d'un des systèmes. Par conséquent, la charge de fonctionnement de l'autre câble en cas de défaillance d'un système a été établie à 2 812 kg (6 200 lb). Ce type de câble avait été utilisé sans problème pendant 2 ans par l'*Ecolos*. Lorsqu'il portait le nom de *Howe Islander*, le traversier utilisait un câble similaire, mais d'un diamètre de 28,5 mm (1 1/8 po) et ayant une résistance à la rupture d'environ 47 627 kg (105 000 lb).

Analyse des défaillances après l'événement

Après l'incident, on a constaté qu'en plus du bris de l'axe de la poulie de tension du côté ouest et de la déformation en lanterne du câble du même côté, le câble du côté est s'était rompu à environ 90 m de l'île Clarence et que le dispositif d'ancrage du côté ouest (en amont) sur la rive de Thurso s'était également rompu.

Défaillance du câble du côté est

La tension d'un câble dépend du débit de la rivière et de la vitesse du traversier ainsi que de l'angle d'entrée

et de sortie du câble par rapport aux rouleaux.

En avril 2010, le câble du côté est a été remplacé au début de la saison d'exploitation. On avait également prévu que ce câble soit remplacé avant le début de la saison 2011. L'examen et les essais effectués



Photo 2. Section du câble du côté est montrant le toron de l'âme exposé en raison de l'absence d'un toron

par le BST¹¹ ont révélé que le tronçon en service du câble du côté est était en mauvais état, que le degré d'usure du câble était important, que la couche galvanisée avait totalement disparu et que plusieurs torons étaient brisés. La résistance résiduelle du câble a été établie à environ 25 % de la résistance initiale. Le câble du côté est était endommagé au point que des sections complètes de torons étaient absentes près du point de rupture. Au moment de l'incident, tous les 10 brins extérieurs de chaque toron étaient complètement usés ou rompus. Le câble du côté est s'est rompu sous une charge relativement faible sans déformation des torons.

Défaillance de l'axe de la poulie de tension

L'axe de la poulie de tension était un composant réutilisé qui provenait du traversier d'origine, le *Howe Islander*.

L'axe de la poulie de tension du côté ouest présentait une défaillance aux points de changement de rayon intérieur et extérieur des 2 côtés de la poulie. Cette défaillance a été provoquée par un prolongement des fissures de fatigue préexistantes, causé par une surcharge. L'examen de l'axe de la poulie de tension défectueuse a révélé d'autres facteurs pouvant avoir contribué à la défaillance. Le diamètre de l'axe était de 10,6 cm à l'intérieur de la poulie de tension et diminuait à 7,62 cm à l'intérieur des roulements placés des 2 côtés de la poulie. L'enquête a démontré que le rayon du congé de 0,8 mm (1/32 po) entre les sections de petit et de grand diamètre de l'axe défectueux avait produit une concentration de tensions locales. Les caractéristiques de la surface, comme les congés ou les rebords aigus, les défauts et la rugosité de la surface ont réduit la résistance à la fatigue en concentrant les tensions¹². La poulie de tension défectueuse était munie d'un axe en acier faiblement allié, dont la résistance à la rupture est inférieure à celle de l'acier inoxydable utilisé pour la poulie d'entraînement. Par conséquent, la résistance à la fatigue de l'axe de la poulie de tension défectueuse du côté ouest équivalait approximativement au tiers de la résistance de l'axe de la poulie de tension du côté est, demeuré intact¹³.

Même si le traversier était inspecté tous les ans par TC, il n'existait aucune obligation quant à l'essai des composants du mécanisme d'entraînement. Une inspection visuelle du mécanisme d'entraînement est habituellement effectuée au moment de l'inspection annuelle et toutes les semaines par l'exploitant. Toutefois, une inspection visuelle n'aurait pas permis de déceler la présence de fissures de fatigue. Même si le mécanisme avait été démonté, les fissures de fatigue n'auraient pu être détectées, à moins d'effectuer des essais non destructifs (END)¹⁴, car les fissures n'étaient présentes qu'aux endroits où l'axe change de diamètre. Puisque les fissures de fatigue étaient présentes sur seulement 25 % (intérieur) et 10 % (extérieur) de l'axe de la poulie de tension du côté ouest, l'enquête a permis de déterminer que la défaillance de cet axe a principalement été causée par la surcharge.

¹¹ Le rapport du laboratoire du BST LP188/2010 est disponible sur demande.

¹² *Metals Handbook*, vol. 11, 9^e édition : Failure Analysis and Prevention, (ASTM International, 1986), p. 113 à 119.

¹³ Cette règle générale s'applique aux aciers dont le degré de dureté est inférieur à environ 43 HRC, à l'exception des aciers renforcés par précipitation. Consultez le *Metals Handbook*, vol. 1, 10^e édition : Properties and Selection: Irons, Steels and High-Performance Alloys, (ASTM International, 1990), p. 678 à 681.

¹⁴ Les essais non destructifs (END) sont constitués d'un vaste ensemble de techniques d'analyse industrielle utilisées pour évaluer les propriétés d'un matériau, d'un composant ou d'un système sans causer de dommages.



Photo 3. Partie extérieure de l'axe de la poulie de tension du côté est; notez le changement de diamètre (flèche)



Photo 4. Vue rapprochée de l'extrémité extérieure de l'axe brisé de la poulie de tension du côté ouest après le nettoyage

1. Défaillance causée par une surcharge (90 %)
2. Fissures de fatigue à la périphérie au point où l'axe change de diamètre. La présence de corrosion démontre que les fissures étaient présentes depuis un certain temps

Déformation en lanterne du câble du côté ouest

En août 2010, le câble du côté ouest avait été remplacé au milieu de la saison d'exploitation. Lorsque l'axe de la poulie tension s'est rompu, le câble du côté ouest n'était plus retenu par la poulie de tension. La tension sur le câble a augmenté lorsque celui-ci a fléchi contre la structure à faible rayon de courbure du pont, alors que le traversier était poussé vers l'aval par la force de la glace accumulée contre la paroi de la coque du côté amont. L'examen du câble a

permis de démontrer que celui-ci ne s'était pas entièrement rompu, mais que des 6 torons extérieurs et du toron central, il ne restait que 3 torons extérieurs. L'examen des torons rompus a révélé la présence d'une rupture primaire causée par la traction. La résistance de 3 sections échantillons intacts du câble était égale ou supérieure à la résistance nominale du câble de 100 000 lb¹⁵. Le câble du côté ouest s'est replié sur lui-même lorsque les torons rompus se sont déformés en lanterne, ce qui se produit normalement sous l'effet d'une force de tension élevée. Le câble présentait peu de corrosion ou d'usure.



Photo 5. Section du câble du côté ouest montrant une déformation en lanterne. Des 6 torons et du toron central, seulement 3 torons sont demeurés intacts.

¹⁵

Le rapport d'enquête LP188/2010 du BST est disponible sur demande.

Dispositifs d'ancrage sur la rive

Le dispositif d'ancrage du câble du côté ouest situé sur la rive à Thurso s'était brisé et a été trouvé dans la neige à environ 3 m de son point d'origine, ce qui se correspond à une rupture causée par la tension. Le dispositif d'ancrage récupéré s'est rompu à l'endroit où se produit un changement de diamètre, là où la tige filetée a été soudée à une plaque métallique. La comparaison des surfaces des pièces brisées a montré que le dispositif d'ancrage avait été considérablement déformé avant la défaillance, mais qu'il ne présentait aucune fissure préalable.

L'examen sur le terrain du dispositif d'ancrage sur la rive sud (à l'île Clarence), du côté ouest du traversier, a montré que ce dispositif avait également été exposé à des tensions élevées. La tige filetée du dispositif d'ancrage avait été courbée et la plaque de fixation, fabriquée à partir d'une plaque de métal épais, s'était déformée plastiquement en direction de la rivière.

Du côté est, aucun des dispositifs d'ancrage n'a été courbé ou déformé, ce qui indique que la résistance résiduelle du câble du côté est était de beaucoup inférieure à celle du dispositif d'ancrage sur la rive.



Photo 6. Vue rapprochée du dispositif d'ancrage déformé de la rive sud auquel est fixé le câble du côté ouest. Ce dispositif d'ancrage ne s'est pas rompu



Photo 7. Dispositif d'ancrage situé sur la rive nord du

Conception du système de propulsion de l'Ecolos

Les modifications apportées au traversier ont été conçues par un architecte naval. En août 2008, le traversier a été inspecté par TC et le 25 novembre 2008, les plans ont été approuvés. Avant l'incident, l'Ecolos avait été en service pendant presque 3 ans, sans qu'aucun problème ne soit signalé.



Photo 8. L'Ecolos montrant l'emplacement des guides-câbles à rouleaux du câble du côté ouest (flèches)

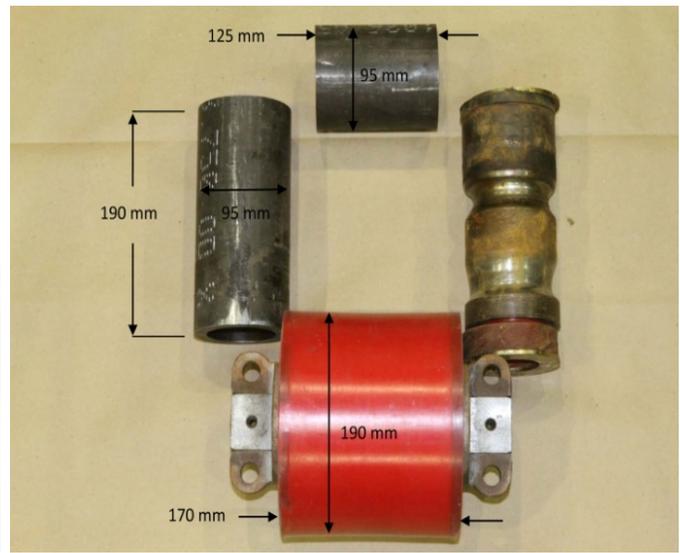


Photo 9. Guide-câble à rouleaux, montrant le rouleau supérieur, latéral et inférieur; notez que le rouleau du côté droit (rouleau d'amont) est usé, mais que les autres sont neufs

Les guides-câbles à rouleaux installés aux 4 coins du traversier servent à guider les câbles jusqu'à la poulie d'entraînement et à la poulie de tension. Les rouleaux supérieurs et latéraux des guides-câbles ont été fabriqués à partir de sections de tuyaux d'acier de 9,5 cm de diamètre et d'une épaisseur de 1,2 cm, munies d'un manchon de plastique servant de coussinet. Le rouleau inférieur a été monté sur des paliers. Les rouleaux installés sur le traversier présentaient un degré d'usure élevé, notamment les rouleaux latéraux et inférieurs des guides-câbles du côté amont. Les rouleaux situés du côté amont étaient remplacés environ une fois par mois, tandis que les autres étaient remplacés à intervalles de quelques années, selon leur degré d'usure. L'usure des rouleaux d'un traversier à câble dépend de leur emplacement. Les rouleaux côté amont ont tendance à s'user plus rapidement en raison de la friction du câble, avec lequel ils sont presque constamment en contact et du niveau d'eau de la rivière car les niveaux élevés augmentent le courant, ce qui entraîne encore plus le traversier vers l'aval hors de sa trajectoire habituelle et augmente les angles d'entrée et de sortie des câbles par rapport aux rouleaux.

Un diamètre minimal est recommandé pour les rouleaux, selon le diamètre des câbles utilisés. Les câbles employés sur le traversier, câble 6 x 26 WarringtonSeal à âme en acier indépendante de 2,54 cm (1 po) de diamètre, doivent être utilisés avec un rouleau d'un diamètre minimal de 76,2 cm (30 po)¹⁶. Les ruptures provoquées par la fatigue peuvent se produire aux endroits où le câble est fléchi, notamment si le diamètre minimal est inférieur aux recommandations. Un rouleau de diamètre plus petit ne soutient pas convenablement le câble et accroît la pression de contact. Le diamètre des rouleaux des guides-câbles (10,16 cm ou 4 po) du traversier *Ecolos* était inférieur au minimum recommandé (76,2 cm ou 30 po). Ainsi, les rouleaux tournaient plus lentement que la vitesse de déplacement des câbles d'acier, même s'ils étaient bien lubrifiés.

¹⁶

Catalogue Python High performance Wire Rope (Uniropes Limited, 2005) p. 13.

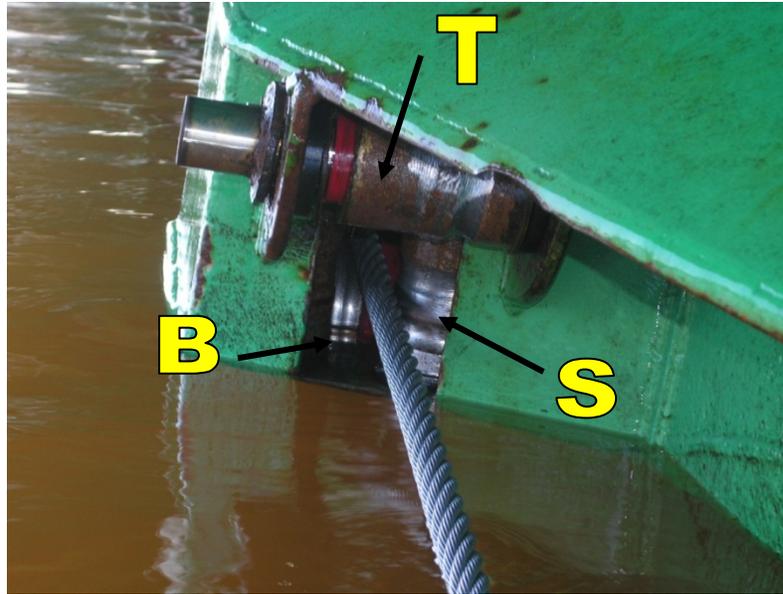


Photo 10. Vue rapprochée du guide-câble à rouleaux situé du côté ouest à l'extrémité sud du traversier montrant l'usure des rouleaux; les rouleaux supérieur (T) et inférieur (B) ainsi qu'un des rouleaux latéraux (S) sont visibles

Les câbles utilisés par les traversiers subissent des tensions accrues en raison de la variation des charges qu'ils doivent supporter. Dans le cas des traversiers en service sur une rivière, les câbles passent toujours dans les guides-câbles en suivant un angle par rapport aux dispositifs d'ancrage sur la rive. Une force angulaire appliquée à un câble augmente la tension sur celui-ci. Si un câble est utilisé selon un angle, l'usure et la fatigue sont également accrues. Dans un environnement dynamique comme une rivière, la tension varie en fonction du débit du courant. Par conséquent, même en fonctionnement normal, les câbles de l'*Ecolos* forment un angle par rapport aux guides-câbles. Si une force latérale supplémentaire est appliquée au traversier (dans le cas présent, par la glace), la tension sur le câble devient encore plus élevée.

Ainsi, à force de frotter contre des rouleaux plus petits en suivant un angle, les torons extérieurs du câble du côté est montraient des signes d'usure après une saison complète d'exploitation. L'emploi de rouleaux de diamètres inférieurs est assez courant, tout comme les contraintes de flexion auxquelles le câble est soumis. Les renseignements obtenus par le BST dans le cadre de l'enquête montrent que de nombreux exploitants de traversiers, y compris celui de l'*Ecolos*, prennent des dispositions pendant la construction et l'exploitation des traversiers pour tenir compte de l'usure accélérée des câbles. Cette pratique est courante et acceptable dans l'industrie des traversiers à câble.

Sécurité des passagers

Gilets de sauvetage

L'enquête a démontré que les gilets de sauvetage en trou de serrure de l'*Ecolos* étaient rigides et inconfortables. Le soir de l'incident, la température était de -15 °C. Lorsque le conducteur a

demandé aux passagers de revêtir les gilets de sauvetage, 4 des 5 passagers de l'*Ecolos* ne l'ont pas fait. Celui qui a revêtu le gilet de sauvetage l'a enlevé après peu de temps. Le conducteur du traversier et les policiers n'ont pas revêtu les gilets de sauvetage du traversier. Pendant l'évacuation, chaque passager a décidé de revêtir le vêtement de flottaison individuel (VFI) prêté par un résident de l'endroit et d'apporter un des gilets de sauvetage du traversier.

Dénombrement des passagers

Les passagers n'ont pas été dénombrés lorsqu'ils sont montés à bord de l'*Ecolos*, et aucun règlement n'obligeait l'exploitant à le faire¹⁷. L'exploitant du traversier *Ecolos* enregistre plutôt le nombre de véhicules à chaque traversée. Au Canada, les pratiques concernant le dénombrement des passagers des traversiers à câble varient considérablement. La plupart des exploitants de ce type de traversiers, tout comme celui de l'*Ecolos*, dénombrent uniquement les véhicules, conservent les données à bord et transfèrent périodiquement celles-ci à un système de données installé sur la rive. Les transferts sont effectués chaque jour, chaque semaine, chaque mois ou chaque saison. Certains exploitants dénombrent les véhicules et les passagers. Un seul exploitant de traversier à câble dénombre les passagers et enregistre le résultat en temps réel dans un système installé sur la rive.

Le Bureau estime que le décompte des passagers doit être adapté à chaque navire, de manière à tenir compte des risques potentiels de chaque traversée et de la façon la plus appropriée d'atténuer ces risques. En 2008, le Bureau a formulé les recommandations suivantes :

Que le ministère des Transports, de concert avec l'Association canadienne des opérateurs de traversiers et la Garde côtière canadienne, élabore un cadre basé sur le risque grâce auquel les exploitants de traversiers pourront élaborer des méthodes efficaces qui permettront de dénombrer les passagers de chaque navire et de chaque itinéraire, et d'en rendre compte efficacement¹⁸.

En réponse à cette recommandation, TC a modifié les dispositions du *Règlement sur les exercices d'incendie et d'embarcation*, pris en vertu de la *Loi sur la marine marchande du Canada* (LMMC), dans le but d'obliger les exploitants à recueillir certains types de renseignements sur les passagers ainsi que la mise à jour de ces renseignements, et leur accessibilité aux membres de l'équipage en cas d'urgence. Toutefois, actuellement, les traversiers à câble ne sont pas visés par le *Règlement sur les exercices d'incendie et d'embarcation*.

Consignes aux passagers

Depuis 2002, le *Règlement sur l'équipement de sauvetage* et le *Règlement sur les petits bâtiments* exigent que tous les exploitants de bateaux transportant des passagers expliquent les consignes de sécurité à ceux-ci. Pour ce faire, la plupart des exploitants de traversiers à câble placent une affiche dans les zones d'attente de chaque côté de la traversée ou, comme dans le cas de l'*Ecolos*, à bord du traversier. Les consignes peuvent être communiquées aux passagers de plusieurs façons; par exemple, les consignes concernant le sauvetage peuvent être expliquées au moyen d'affichettes placées sur le pare-brise des véhicules pendant les traversées brèves.

¹⁷ Les traversiers à câble ne sont pas visés par le *Règlement sur les exercices d'incendie et d'embarcation*.

¹⁸ Recommandation M08-01, extraite du Rapport d'enquête maritime M06W0052 du BST.

Sauvetage des passagers

Le conducteur de l'*Ecolos* a fait le point avec les passagers et leur a donné des consignes pendant l'incident. Il leur a demandé de revêtir les gilets de sauvetage. Il leur a expliqué comment revêtir le gilet de sauvetage en trou de serrure dont était équipé le traversier, mais il n'a pas continué à porter le sien. Il a élaboré et exécuté un plan d'évacuation, en collaboration avec le résident local. Certains passagers ne portaient pas les vêtements appropriés pour marcher dans la neige et franchir le pont flottant. Outre les véhicules des passagers, il n'y avait pas d'abri sur le traversier. Toutefois, diverses options ont été proposées aux passagers dès leur arrivée sur la rive. Les 5 passagers ont été évacués du traversier en un peu plus d'une heure.

Le Manuel d'urgences et de formation du traversier *Ecolos* n'explique pas les démarches à suivre en cas d'urgence, dont la rupture d'un câble, mais il décrit la procédure d'évacuation. Puisque le traversier utilise 2 câbles, l'exploitant et TC estimaient qu'en cas de bris de l'un des 2 câbles, le traversier pouvait revenir au quai en se hâlant au moyen de l'autre câble intact.

Même si la Police provinciale de l'Ontario n'a pas été officiellement informée de l'urgence, les policiers étaient sur les lieux quelques minutes plus tard. Aucun autre organisme de sauvetage n'a été informé de l'incident, bien que le Service d'incendie d'Ottawa et le Service d'Incendie de Gatineau disposent d'une flotte combinée de 10 embarcations de sauvetage¹⁹.

De plus, 6 unités de la Garde côtière auxiliaire canadienne (GCAC) assurent un service saisonnier sur la rivière des Outaouais. Toutefois, au moment de l'incident, aucune n'était disponible pour prêter assistance. Au cours des 5 dernières années, la GCAC est intervenue à 24 reprises à la suite d'incidents sur la rivière des Outaouais.

Alerte de détresse et communications

La *Loi de 2001, sur la marine marchande du Canada* prévoit que tous les navires doivent répondre à un appel de détresse. Toutefois, un navire peut répondre à un appel de détresse seulement si son équipage a été informé de la situation. En mer, les systèmes radio à très haute fréquence (VHF) sont souvent utilisés pour informer la terre ferme et les autres navires d'une situation de détresse afin d'obtenir de l'assistance. La voie VHF 16 (156,8 MHz) est utilisée internationalement pour les communications maritimes et les appels de détresse. Les navires sont souvent équipés d'appareils radio VHF, comme la Loi l'exige pour de nombreux gros navires. Toutefois, l'enquête a démontré que la radio VHF n'est pas utilisée sur la rivière des Outaouais. En effet, personne n'est mandaté pour surveiller la voie VHF 16. Dans d'autres régions, les services de communications et de trafic maritimes (SCTM) de la Garde côtière canadienne (GCC) surveillent en permanence les communications sur la voie 16. Les SCTM, également appelés Radio Garde côtière, surveillent les appels de détresse et les transmettent aux services de recherche et de sauvetage locaux.

En 2000, le Bureau a fait état de préoccupations liées à la sécurité, indiquant que « les centres SCTM ne sont pas toujours en mesure d'assurer l'écoute des communications sur la voie 16 VHF dans la région d'Ottawa et que les services de recherche et sauvetage de la GCC ne sont pas à même d'organiser et de coordonner de manière efficace les communications locales et les ressources de recherche et sauvetage ». À ce jour, la voie 16 VHF ne fait l'objet d'aucune surveillance sur la rivière des Outaouais.

¹⁹ On aurait pu joindre le Service d'incendie d'Ottawa et le Service d'incendie de Gatineau en composant le 9-1-1.

Depuis, un système a été mis en place pour permettre aux bateaux qui se trouvent dans une zone desservie d'utiliser un téléphone cellulaire pour communiquer avec une personne-ressource sur la rive, pour composer le 9-1-1 ou pour accéder au système SCTM en composant *16. Les ports de plaisance locaux utilisent des affiches et le bouche-à-oreille afin d'inciter les gens à utiliser le 9-1-1 pour les appels de détresse sur la rivière des Outaouais, bien que certains endroits ne soient pas desservis par le service cellulaire. Des dépliants sont remis aux plaisanciers aux écluses de la rivière des Outaouais pour les informer qu'ils sont hors de portée des communications VHF. On conseille aux plaisanciers de vérifier la couverture cellulaire dans les zones où ils comptent naviguer.

Dans le cas présent, aucun appel 9-1-1 n'a été fait et les SCTM n'ont pas été informés de la situation. La Police provinciale de l'Ontario effectuait une vérification routière de routine et a été informée de l'incident par l'épouse du conducteur du traversier. La Police provinciale de l'Ontario a communiqué avec le BST et le centre conjoint de coordination de sauvetage (JRCC) de Trenton. Contrairement aux exigences de la réglementation, TC n'a pas été informé de l'échouage au moment de l'incident²⁰.

On estime qu'au moins 25 bâtiments commerciaux enregistrés et 120 petites embarcations commerciales transportant des passagers sont en service sur la rivière des Outaouais. De plus, on compte des milliers de plaisanciers possédant des embarcations de diverses dimensions. Depuis 2002, 13 incidents maritimes à signalement obligatoire se sont produits sur la rivière des Outaouais entre Quyon et Carillon, au Québec.

Traversiers à câble au Canada

Selon l'information obtenue par le BST, au moins 65 traversiers à câble sont en service au Canada. TC a dénombré 49 traversiers à câble enregistrés, dont 38 qui font l'objet d'une inspection. De tels traversiers sont en service dans toutes les provinces et tous les territoires, à l'exception du Nunavut, de l'Île-du-Prince-Édouard et de Terre-Neuve-et-Labrador. Ces traversiers transportent de 1 à 30 véhicules. Certains assurent un service saisonnier, tandis que d'autres sont en service toute l'année, même dans des eaux recouvertes de glace.

Bon nombre de traversiers ne sont en service qu'à certaines heures; d'autres sont en service 24 heures sur 24. Plusieurs services de traversier existent depuis plus d'un siècle. Depuis 1975, 30 incidents impliquant des traversiers à câble ont été signalés au BST, mais personne n'a perdu la vie dans ces incidents. Treize incidents ont été provoqués par la défaillance d'un câble ou d'un mécanisme d'entraînement. Dans 10 de ces incidents, dont celui qui fait l'objet du présent rapport, des traversiers ont été emportés à la dérive. De nombreux traversiers à câble appartiennent à des organismes de transport provinciaux et sont exploités par ceux-ci ou confiés à des sous-traitants. D'autres, comme l'*Ecolos*, appartiennent à des entreprises privées.

²⁰

Règlement sur les rapports de sinistres maritimes (DORS/85-514).

Analyse

Décision de naviguer

Lorsqu'il portait le nom de *Howe Islander*, le traversier *Ecolos* était en service toute l'année, même pendant les mois d'hiver. Il parcourait généralement une voie aménagée dans la glace de rive au moyen d'un système de diffuseur de bulles d'air. Pendant la débâcle du printemps et au début de l'hiver, le traversier était parfois exposé à la glace flottante. La responsabilité de décider si le service devait être temporairement interrompu à cause de la glace incombait au conducteur du traversier. Il n'existait aucune directive ou politique précise.

En l'absence de procédure ou de politique précise, le conducteur du traversier doit évaluer la situation et déterminer la meilleure façon de procéder dans une situation anormale. Dans le cas présent, l'exploitant avait décidé de maintenir le service jusqu'au 9 décembre 2010, le lendemain du jour où la glace a commencé à se former. Après avoir constaté une augmentation de la quantité de glace sur la rivière, le conducteur a quand même décidé d'entreprendre la dernière traversée de la saison. Une combinaison de facteurs a poussé le conducteur à effectuer la traversée, malgré la quantité élevée imprévue de glace sur la rivière. La date de fin de service avait été annoncée à l'avance, des clients attendaient pour traverser et le chaland devait être remisé pour l'hiver de l'autre côté de la rivière.

TC et le propriétaire du traversier n'avaient formulé aucune règle en ce qui a trait à l'utilisation du traversier en présence de glace. Par conséquent, la décision d'effectuer la traversée incombait au conducteur. Sans directives précises au sujet des conditions environnementales acceptables, le conducteur a décidé d'entreprendre la traversée, en dépit de l'accumulation croissante de glace.

Or, des recherches sur le comportement humain ont démontré que les gens qui doivent résoudre un problème en l'absence de directives ou de règles claires ont tendance à considérer ce problème comme un choix entre un gain ou une perte. Des études indiquent que les gens préfèrent une solution présentant un risque potentiel élevé à une solution ayant des répercussions négatives. La décision du conducteur du traversier a été influencée par ce type de raisonnement négatif²¹. Dans le cas présent, le conducteur a choisi le risque potentiel de traverser malgré la glace plutôt que la certitude des répercussions négatives d'une interruption de service.

Défaillances mécaniques

Les traversiers à câble sont des embarcations d'un type particulier. Puisqu'ils doivent se déplacer le long de câbles fixés aux rives, leur manœuvrabilité est limitée. Si de la glace flottante s'accumule du côté amont d'un traversier à câble, celui-ci est soumis à des charges latérales anormalement élevées.

Au moment de l'incident, des plaques de glace s'étaient accumulées sur le côté de l'*Ecolos* pendant la traversée, exerçant sur celui-ci une force supérieure à la force normale. En fait, le déplacement latéral du traversier a été accentué par la poussée de la glace sur la coque, qui a été

²¹ Amos Tversky et Daniel Kahneman, « The Framing of Decisions and the Psychology of Choice. » *Science*, vol. 211, n° 4481, p. 453-458 (1981).

entraînée à la dérive, en aval (Figure 3). Les câbles d'acier sont conçus pour supporter uniquement des charges de tension, c'est-à-dire des charges constantes et en ligne droite, à moins qu'ils ne soient convenablement supportés par un rouleau de dimension appropriée. Lorsque le chaland a été poussé latéralement par la glace du côté amont de la coque, les câbles ont été forcés de traverser le mécanisme d'entraînement à un angle décroissant par-dessus le rouleau sous-dimensionné (par rapport à 180° ou à une ligne droite), ce qui a augmenté la tension sur le câble et le mécanisme d'entraînement.

Les fabricants de câbles recommandent que les câbles métalliques soient remplacés lorsque le diamètre des torons extérieurs atteint le tiers de leur diamètre initial. Après une saison en service, tous les torons extérieurs du câble du côté est étaient usés ou endommagés à cause de la friction provoquée par les rouleaux des guides-câbles, dont le diamètre était de dimension inférieure aux normes. Le câble du côté est affichait une résistance résiduelle de 25 000 lb et sa charge de fonctionnement normale était estimée à 3 100 lb. Par conséquent, malgré un degré élevé d'usure, le câble du côté est affichait une résistance résiduelle correspondant à 8 fois la charge de fonctionnement prévue.

L'exploitant du traversier savait que le câble du côté est était usé et prévoyait le remplacer à la fin de la saison. Dans un système à câble unique, le câble du côté est aurait peut-être été remplacé à la suite d'une inspection parce qu'il était en mauvais état. Toutefois, dans le cas présent, le système à 2 câbles de l'*Ecolos* permettait à celui-ci de revenir au quai en n'utilisant qu'un seul câble et un seul mécanisme d'entraînement. En fait, la charge de fonctionnement prévue à la conception pour un câble et un système d'entraînement unique a été établie à 6 200 lb, soit beaucoup moins que la résistance résiduelle du câble du côté est.

La poulie de tension du côté ouest présentait des fissures de fatigue préalables sur 25 % de sa surface. La défaillance de l'axe de la poulie de tension a principalement été causée par la surcharge provoquée par la tension accrue sur le câble, en raison de la force du courant qui poussait la glace contre la coque du traversier. La conception de l'axe peut avoir contribué à l'apparition des fissures de fatigue existantes. De plus, le changement de section et le petit rayon du congé ont concentré la tension locale. Après la rupture de l'axe de la poulie de tension du côté ouest, le câble ouest a fléchi en s'appuyant contre la structure du pont et s'est déformé en lanterne.

Les renseignements sur l'entretien et le bris de composants essentiels à la sécurité sont plus utiles s'ils se trouvent sur le traversier, indépendamment du type de navire. L'absence de dossier d'entretien sur la durée de vie du traversier pouvait prévenir un entretien en règle et une analyse des tendances, ce qui peut augmenter le risque de défaillance d'équipement. Puisque les dossiers d'entretien n'ont pas été transférés lors de la vente du traversier, l'enquête n'a pu révéler l'âge ou la nature des inspections et de l'entretien effectué sur les axes de poulies de tension.

En raison de la tension élevée, le dispositif d'ancrage sur la rive nord s'est rompu. Ce dispositif ne présentait pas de défaillance préalable. Il a été trouvé dans la neige à environ 3 m du point d'ancrage, ce qui indique que le traversier a été soumis à des forces supérieures à la normale en raison de la poussée de la glace descendant la rivière.

La force latérale exercée par la glace sur le traversier a produit une charge de tension supérieure à la charge normale de fonctionnement prévue. L'enquête a permis d'établir que la rupture de l'axe de la poulie de tension du côté ouest et celle du câble du côté est se sont produites presque

simultanément. Après la rupture initiale, les plaques de glace ont continué à s'accumuler contre le traversier pendant que celui-ci était immobile sur la rivière. Quel que soit le composant qui s'est rompu en premier, la tension était supérieure à la résistance résiduelle des autres composants et a provoqué leur défaillance. Le câble usé du côté est s'est rompu, l'axe défectueux de la poulie de tension du côté ouest s'est brisé et a provoqué la déformation en lanterne du câble situé du même côté. Finalement, le dispositif d'ancrage de la rive nord s'est brisé. Le traversier a alors dérivé, retenu seulement par le dispositif d'ancrage du côté ouest fixé sur la rive sud, ce qui a nécessité l'évacuation des passagers du traversier.

Redondance des câbles

Puisque l'*Ecolos* était muni de 2 câbles, l'exploitant et TC avaient convenu, au moment de l'inspection annuelle, que le deuxième câble pouvait être utilisé comme câble de secours en cas de défaillance de l'autre câble. Le propriétaire du traversier connaissait le degré d'usure du câble du côté est et prévoyait le remplacer avant le début de la nouvelle saison. Puisque les câbles devaient être remplacés de façon décalée, un des 2 câbles était toujours en bon état, assurant ainsi la redondance.

Dans le cas présent, le câble du côté est s'est rompu et est complètement sorti du mécanisme d'entraînement. Toutefois, le câble du côté ouest a été partiellement endommagé lorsque l'axe de la poulie de tension s'est brisé, mais il ne s'est pas rompu. La partie déformée en lanterne du câble est demeurée coincée dans le mécanisme d'entraînement situé du côté ouest, retenant le traversier le long de la rive.

En 1996, le câble unique du traversier à câble *F-39*, en service au Nouveau-Brunswick, s'est rompu et le traversier avait dérivé sur la rivière Saint-Jean sur une distance de plus de 8 km (5 milles) avant d'être récupéré²². À la suite de cet incident, les provinces du Nouveau-Brunswick et de la Colombie-Britannique ont décidé d'équiper leurs traversiers à câble d'ancres. Grâce à cette exigence, il est possible d'exercer un certain contrôle sur le traversier en cas de défaillance d'un câble. Dans un autre incident, le câble du traversier *F-39* s'est rompu, mais comme dans le cas de l'*Ecolos*, le câble est demeuré coincé dans le mécanisme d'entraînement et le traversier ainsi retenu a été poussé jusqu'à la rive par le courant²³.

Lors de cet incident, les 2 câbles ont été endommagés, mais l'un des 2 ne l'a été que partiellement. En cas de défaillance totale des 2 câbles, l'*Ecolos* ne dispose d'aucun système de secours. Il n'y avait aucun moyen d'empêcher le traversier de dériver sous la poussée du courant et de la glace ou de le ramener jusqu'à la rive en toute sécurité. Si les 2 câbles se rompent et s'il n'y a aucun moyen d'empêcher le traversier de dériver, le traversier, les passagers et l'équipage pourraient être en danger.

Sécurité des passagers

Gilets de sauvetage en forme de trou de serrure

Les équipements de sécurité doivent être disponibles et faciles à utiliser en situation d'urgence. Dans le cas présent, les gilets de sauvetage en trou de serrure étaient à bord du traversier,

²² Rapport du BST sur un accident maritime (n° M96M0150).

²³ Rapport du BST sur un accident maritime (n° M02M0055).

disponibles et faciles à utiliser, mais aucun des passagers n'en a porté pendant l'évacuation, bien que le conducteur et plus tard les policiers leur aient demandé de le faire. Les passagers ont déclaré que les gilets de sauvetage étaient rigides et inconfortables. De nombreuses plaintes sont formulées en ce qui a trait à l'inconfort des gilets de sauvetage en raison de leur étroitesse nécessaire autour du cou. En effet, les normes qui régissent les gilets de sauvetage stipulent que ceux-ci doivent maintenir la tête de la personne hors de l'eau.

Dans le cas présent, ni les passagers, ni le conducteur du traversier, ni les policiers n'ont revêtu de gilet de sauvetage. L'enquête a démontré que les personnes impliquées dans l'incident n'ont pas revêtu les gilets de sauvetage parce qu'ils étaient inconfortables et qu'ils avaient une solution de rechange (le vêtement de flottaison individuel du résident), et que le risque était perçu comme étant faible.

Dénombrement des passagers

En situation d'urgence, il est essentiel de dénombrer tous les passagers. Un dénombrement complet des passagers et de l'équipage dès le début de l'urgence permet de fournir aux intervenants des renseignements essentiels pour déterminer si des recherches poussées sont nécessaires et optimiser l'utilisation des ressources. Si une évacuation est requise, comme dans le cas de l'*Ecolos*, le fait de connaître le nombre de passagers permet au conducteur de s'assurer que tout le monde a été évacué en toute sécurité.

L'enquête a permis d'établir que la plupart des exploitants de traversiers à câble dénombrent les véhicules pour le calcul des billets. Toutefois, seuls quelques-uns dénombrent les passagers. De plus, les données sur le nombre de véhicules et de passagers sont normalement stockées à bord et ne sont pas transmises à la terre ferme avant le départ.

Aucune procédure n'avait été mise en place à bord de l'*Ecolos* pour dénombrer les passagers. En outre, le dénombrement n'est pas exigé par la réglementation. Bien que le conducteur ait noté le nombre de véhicules à bord, il ne connaissait pas le nombre de passagers. Dans le cas présent, le traversier ne transportait que 5 passagers. Toutefois, il peut en transporter jusqu'à 48. Le fait de ne pas connaître le nombre de passagers à bord aurait pu créer de la confusion et faire en sorte que certains passagers ne soient pas pris en compte pendant l'événement.

Si les exploitants de traversiers ne dénombrent pas les passagers à bord et ne transmettent pas ces données à la terre ferme, il se peut que des passagers ne soient pas pris en compte en situation d'urgence.

Alerte de détresse et communications

Il est important que les incidents dans lesquels sont impliqués des bateaux soient signalés aux autorités appropriées le plus rapidement possible afin que celles-ci puissent fournir rapidement l'aide nécessaire. Bien que certains bateaux soient munis d'appareils radio VHF, il n'y a pas de système de surveillance, de signalisation et de coordination en cas de détresse sur la rivière des Outaouais. Les appareils radio VHF permettent d'informer les autres utilisateurs de leur situation, y compris ceux qui naviguent sur la rivière.

Dans le cas présent, le conducteur du traversier a décidé d'appeler son épouse et 3 employés en congé au lieu de composer le 9-1-1 ou *16. Toutefois, si les autorités appropriées ne sont pas informées, les opérations de recherche et de sauvetage peuvent être retardées, exposant ainsi les

passagers, l'équipage et le navire à des risques.

Conclusions

Faits établis quant aux causes et aux facteurs contributifs

1. Sans directives précises en ce qui a trait aux conditions environnementales acceptables, le conducteur du traversier a décidé de faire la traversée en dépit de l'accumulation croissante de glace.
2. La poussée latérale exercée par la glace sur le traversier a provoqué une tension supérieure à la résistance résiduelle des composants du système d'entraînement et entraîné la défaillance de ceux-ci.
3. La conception de l'axe de la poulie de tension peut avoir contribué à l'apparition de fissures de fatigue préalables, car le changement de rayon et l'angle aigu du congé ont joué le rôle de concentrateurs de tension.
4. Les rouleaux des guides-câbles étant de dimensions inférieures aux normes, les câbles se sont usés de manière accélérée.

Faits établis quant aux risques

1. Si les 2 câbles se rompent et qu'il n'y a aucun moyen d'empêcher le traversier de dériver, le traversier, les passagers et l'équipage pourraient être en danger.
2. Si les exploitants de traversiers ne dénombrent pas les passagers à bord et ne transmettent pas ces données à la terre ferme, il se peut que des passagers ne soient pas pris en compte en situation d'urgence.
3. Le fait de ne pas informer les autorités appropriées peut retarder les opérations de recherche et de sauvetage, exposant ainsi les passagers, l'équipage et le navire à des risques.
4. L'absence de dossier d'entretien sur la durée de vie du traversier pouvait prévenir un entretien en règle et une analyse des tendances, ce qui peut augmenter le risque de défaillance d'équipement.

Autre constatation

1. Personne à bord n'a revêtu de gilets de sauvetage en raison de leur inconfort et que le risque était perçu comme étant faible.

Mesures de sécurité prises

Le propriétaire de l'*Ecolos* a modifié la conception du mécanisme d'entraînement et installé des axes de poulies de tension de diamètre constant, c'est-à-dire 10,6 cm (4 po) d'un roulement à l'autre. Des roulements flottants ont été installés des 2 côtés des axes. Les rouleaux inférieurs des guides-câbles de l'*Ecolos* sont maintenant entièrement en polyuréthane. Des maillons de sécurité ont été installés aux dispositifs d'ancrage des câbles sur la rive. Le système utilise maintenant des câbles emboutis 6 x 26 à âme en acier indépendante.

Le présent rapport met un terme à l'enquête du Bureau de la sécurité des transports du Canada (BST) sur cet événement. Le Bureau a autorisé la publication du rapport le 12 janvier 2012.

Pour obtenir de plus amples renseignements sur le BST, ses services et ses produits, visitez son site Web (www.bst-tsb.gc.ca). Vous y trouverez également des liens vers d'autres organismes de sécurité et des sites connexes.

Annexe A – Carte du lieu de l'incident

