



Bureau de la sécurité  
des transports  
du Canada

Transportation  
Safety Board  
of Canada

# RAPPORT D'ENQUÊTE MARITIME M16P0241



## **Incendie et abandon**

Remorqueur *Ken Mackenzie*

Fleuve Fraser (Colombie-Britannique)

11 juillet 2016

Bureau de la sécurité des transports du Canada  
Place du Centre  
200, promenade du Portage, 4<sup>e</sup> étage  
Gatineau QC K1A 1K8  
819-994-3741  
1-800-387-3557  
[www.bst.gc.ca](http://www.bst.gc.ca)  
[communications@bst.gc.ca](mailto:communications@bst.gc.ca)

© Sa Majesté la Reine du chef du Canada, représentée par  
le Bureau de la sécurité des transports du Canada, 2017

Rapport d'enquête maritime M16P0241

No de cat. TU3-7/16-0241F-PDF  
ISBN 978-0-660-09428-1

Le présent rapport se trouve sur le site Web  
du Bureau de la sécurité des transports du Canada  
à l'adresse [www.bst.gc.ca](http://www.bst.gc.ca)

*This report is also available in English.*

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 M16P0241

### **Incendie et abandon**

Remorqueur *Ken Mackenzie*

Fleuve Fraser (Colombie-Britannique)

11 juillet 2016

### *Résumé*

Le 11 juillet 2016, vers 22 h 30 (heure avancée du Pacifique), le remorqueur *Ken Mackenzie* a signalé qu'un incendie avait éclaté dans la salle des machines alors qu'il naviguait sur le fleuve Fraser (Colombie-Britannique) avec 2 personnes à son bord. Les 2 membres de l'équipage ont abandonné le navire et ont été secourus par le remorqueur de renfort *Harken No. 5*. L'incendie a été éteint avec l'aide d'autres navires à proximité.

*This report is also available in English.*



## Renseignements de base

### Fiche technique du navire

Tableau 1. Fiche technique du navire

Nom du navire	<i>Ken Mackenzie</i>
Numéro officiel	812323
Port d'immatriculation	Vancouver (Colombie-Britannique)
Pavillon	Canadien
Type	Remorqueur
Jauge brute	8,79 tonneaux
Longueur	12,28 m
Tirant d'eau au départ	3,35 m
Construction	1989
Propulsion	2 moteurs diesel (1200 BHP) entraînant 2 hélices à pas fixe
Cargaison	Remorquage de billes de bois
Équipage	2
Propriétaire enregistré	Tidal Towing Ltd., Port Coquitlam (Colombie-Britannique)
Gestionnaire	Harken Towing Co. Ltd., Port Coquitlam (Colombie-Britannique)

### Description du navire

Le *Ken Mackenzie* (figure 1) est un remorqueur à 2 hélices, bordé à franc-bord, de plein déplacement et à coque en acier construit en 1989. Une petite timonerie en aluminium est montée sur la partie avant du pont principal. Elle est boulonnée à une base principale en acier surélevée par rapport au pont principal. On peut accéder à la timonerie depuis le pont principal par des portes étanches situées à bâbord et à tribord. La timonerie est munie d'une console centrale de manœuvre, de commandes de propulsion et de matériel de navigation comprenant 2 radiotéléphones à très haute fréquence (VHF) avec système d'appel sélectif numérique, un radar, un compas magnétique, un pilote automatique, un système mondial de positionnement pour navigation satellite (GPS), un système d'identification automatique (SIA)<sup>1</sup> et un échosondeur. Une cuisine

Figure 1. Remorqueur *Ken Mackenzie*



<sup>1</sup> Le système d'identification automatique fournit l'identité, le type, la position, la route, la vitesse, les conditions de navigation et la distance des autres navires qui en sont aussi équipés.

comprenant un four compact, un réfrigérateur, un four à micro-ondes et un canapé se trouve derrière le poste de pilotage.

Sous le pont principal, 3 cloisons transversales divisent la coque en 4 compartiments (à partir de la proue) : le coqueron avant, les quartiers d'équipage, la salle des machines et la cambuse. On peut accéder aux quartiers d'équipage par une écoutille ronde d'évacuation d'urgence de 762 mm située à l'avant du pont principal. On peut accéder à la salle des machines par une écoutille étanche surélevée qui se trouve sur le pont surélevé arrière, entre les cheminées d'échappement. Une autre porte étanche relie la salle des machines aux quartiers d'équipage.

La salle de machines compte 2 moteurs diesel de 600 HP entraînant 2 hélices à pas fixe, et une génératrice diesel de 11,3 kW. Un autre moteur diesel entraîne le treuil de remorquage. Les panneaux de distribution principaux et le tableau de distribution se trouvent sur la cloison avant de la salle des machines. Il y a 5 réservoirs de carburant diesel (2 à l'avant et 3 à l'arrière) dans la salle des machines. Au moment de l'événement à l'étude, ces réservoirs contenaient environ 19 000 litres de carburant. Ces réservoirs sont dotés de robinets d'alimentation et de retour qui se trouvent dans la salle des machines et qui peuvent être actionnés à distance, depuis le pont principal, à l'aide de longues tiges reliées à un collecteur situé à tribord. L'alimentation en carburant peut être interrompue à l'aide des robinets d'alimentation et de retour ou, en cas d'urgence, à l'aide de leviers de commande à distance situés dans la timonerie et sur le pont principal.

Sur le pont principal, on retrouve un poste de barre et un treuil de remorquage hydraulique doté d'un tambour secondaire. On peut accéder au dessus de la timonerie par une échelle située à tribord; on y retrouve un poste de pilotage et les commandes du treuil de remorquage. C'est aussi à cet endroit que l'on entrepose le radeau de sauvetage et la pompe à eau portative<sup>2</sup>.

L'appareil à gouverner du navire se trouve dans la cambuse. Cette dernière n'est accessible que par une écoutille surélevée qui se trouve sur le pont principal.

### *Circuit carburant*

Le navire est doté de 5 réservoirs de carburant diesel pour alimenter les moteurs principaux et la génératrice. Il y a 2 réservoirs à l'avant et 2 réservoirs à l'arrière, de chaque côté du navire. On retrouve aussi un réservoir de talon de quille<sup>3</sup> central situé entre les 2 réservoirs arrière. Les réservoirs sont reliés à un collecteur commun d'alimentation et de retour par de la tuyauterie en acier (annexe A). Chaque réservoir est doté d'un robinet indépendant d'alimentation et de retour situé dans la salle des machines. Des tiges allongées permettent la manœuvre de ces robinets depuis le pont principal. Chaque réservoir de carburant est en outre doté d'un robinet d'arrêt d'urgence. Les robinets d'arrêt d'urgence des réservoirs avant

---

<sup>2</sup> À bord d'un navire, on peut utiliser la pompe à eau portative pour alimenter un boyau d'incendie en eau de mer ou pomper l'eau qui s'accumule dans les cales et les autres compartiments.

<sup>3</sup> Un réservoir de talon de quille est un réservoir installé contre l'étambot et la quille.

sont reliés par des câbles d'acier à des leviers de commande situés dans la timonerie qui permettent la manœuvre à distance des robinets. Les robinets d'arrêt d'urgence des réservoirs arrière peuvent être actionnés à l'aide de leviers de commande situés à bâbord sur le pont principal qui sont reliés aux robinets par des câbles de commande recouverts d'une gaine de plastique.

Le carburant circule du collecteur d'alimentation à la génératrice par l'intermédiaire d'une conduite de carburant flexible. La génératrice est reliée au collecteur de retour par une conduite de retour de carburant flexible raccordée à un tuyau de cuivre.

### *Activités de l'entreprise*

Fondée en 1948, l'entreprise Harken Towing Co. Ltd. (l'entreprise) offre une gamme complète de services de remorquage dans la région Nord-Ouest Pacifique. Sa flotte compte environ 15 remorqueurs, 9 bateaux-taxis et 7 barges-ponts.

En 2009, l'entreprise a volontairement participé à un projet pilote relatif à la flotte de navires canadiens et portant le nom de « Programme alternatif canadien de la conformité et des systèmes de gestion de la sécurité ». Dans le cadre de ce projet, l'entreprise a collaboré avec Transports Canada (TC) et le Council of Marine Carriers pour mettre en œuvre au sein de la flotte de navires canadiens un système de gestion de la sécurité (SGS) destiné aux entreprises exploitant des bâtiments d'une jauge brute inférieure à 500 tonneaux. L'entreprise exploite toujours son propre programme de gestion de la sécurité, et ce, même si TC a mis fin à ce projet pilote en 2012.

L'entreprise effectue elle-même la réparation et l'entretien régulier de ses navires. L'entreprise emploie une équipe d'entretien qui veille à ce que les navires soient maintenus en bon état de navigabilité et de fonctionnement. Un superviseur de l'entretien chapeaute les mécaniciens, les soudeurs et les autres employés d'entretien de l'équipe. Pour occuper le poste de superviseur de l'entretien, une personne doit posséder une expérience pratique suffisante dans les domaines de l'exploitation, de la réparation et de l'entretien maritimes.

### *Déroulement du voyage*

Le 11 juillet 2016, le *Ken Mackenzie* remorquait environ 30 sections de billes<sup>4</sup> à environ 2,5 nœuds sur le fleuve Fraser (Colombie-Britannique) avec 2 personnes à son bord<sup>5</sup>. Le remorqueur *Harken No. 5* assistait le *Ken Mackenzie* avec 2 personnes à son bord; le remorqueur déposait des sections remorquées (coupes) à des endroits préalablement définis le long du fleuve.

---

<sup>4</sup> Une section de billes mesure environ 60 pieds de longueur.

<sup>5</sup> Les sections étaient remorquées à l'aide d'une bride de 60 pieds munie d'un crochet.

Vers 19 h<sup>6</sup>, le *Ken Mackenzie* s'est immobilisé dans le bras nord du fleuve Fraser, près d'Iona, pour un changement d'équipage prévu. L'équipage du quart de jour a informé l'équipage de relève qu'une odeur de carburant diesel émanait de la salle des machines. Comme on n'a pas été capable de repérer la source de l'odeur, l'équipage du quart de jour a rempli un rapport du Système national de gestion de la sécurité (SNGS), mais n'a pas transmis ce rapport aux bureaux de l'entreprise, car ceux-ci étaient fermés.

Peu de temps après le changement d'équipage, le matelot de pont du quart de nuit a effectué une ronde de sécurité de routine dans la salle des machines et a essayé de localiser la fuite de carburant qui expliquerait l'odeur de diesel. Le matelot de pont n'a pas trouvé de fuite, et le navire a poursuivi son chemin sur le fleuve Fraser.

Vers 22 h 25, le *Harken No. 5* a libéré 6 sections de billes et les a déposées à l'est de l'île Mitchell (annexe B).

Le capitaine du *Ken Mackenzie*, qui était à la barre dans la timonerie, a aperçu de la fumée s'échappant de l'orifice d'échappement forcé de la salle des machines. Le capitaine a pris l'extincteur de la timonerie et s'est dirigé vers le pont principal. À ce moment, le navire était envahi par la fumée, et le capitaine a vu des flammes sortir des orifices d'échappement.

Le capitaine est retourné à la timonerie et a utilisé le radiotéléphone VHF vers 22 h 30 pour aviser le *Harken No. 5* qu'il y avait un incendie hors de contrôle dans la salle des machines. Lorsque le capitaine est retourné à la timonerie, le système de détection d'incendie de la salle des machines s'était déclenché et l'alarme d'incendie retentissait dans la timonerie. Le capitaine a coupé les moteurs principaux depuis la timonerie et a actionné les robinets d'arrêt d'urgence des 2 réservoirs de carburant avant.

Le capitaine et le matelot de pont ont quitté la timonerie avec leurs effets personnels et ont abandonné le *Ken Mackenzie* en sautant sur une section de billes remorquée. Juste avant d'abandonner le navire, le capitaine a fermé les robinets d'alimentation en carburant et de retour de carburant de la salle des moteurs depuis le pont principal.

À 22 h 37, le capitaine du *Ken Mackenzie* a composé le 911 à l'aide de son téléphone cellulaire depuis la section de billes pour aviser les services d'urgence de la situation. Peu de temps après, le remorqueur de renfort *Harken No. 5* a secouru le capitaine et le matelot de pont. Une fois à bord du *Harken No. 5*, le capitaine du *Ken Mackenzie* a utilisé le radiotéléphone VHF pour aviser les Services de communication et de trafic maritimes et les autres navires dans les environs de la situation. Le remorqueur de renfort a ensuite immobilisé les sections de billes remorquées qui étaient à la dérive.

Vers 22 h 45, le remorqueur *Pacific Tyee* a répondu à l'appel radio du *Harken No. 5* et est arrivé sur place. L'équipage du *Pacific Tyee* est monté à bord du *Ken Mackenzie* et a étouffé l'incendie à l'aide de boyaux sous pression insérés par l'écouille de la salle des machines.

---

<sup>6</sup> Les heures sont exprimées en heure avancée du Pacifique (temps universel coordonné moins 7 heures).

L'équipage du *Harken No. 9*, qui a aussi répondu à l'appel radio, et l'équipage du *Harken No. 5* ont aidé l'équipage du *Pacific Tyee* à combattre l'incendie.

L'incendie a été maîtrisé vers 23 h. Pour fermer les ouvertures, on a martelé les volets d'aération de la salle des machines pour les libérer des supports d'entreposage auxquels ils étaient grippés. Rien ne permettait l'obturation de l'orifice d'échappement forcé de la salle des machines.

À environ 23 h 15, le *Ken Mackenzie* a été remorqué jusqu'au quai City Transfer à Richmond (Colombie-Britannique), où du personnel du service des incendies de Richmond est monté à bord du navire pour effectuer des vérifications.

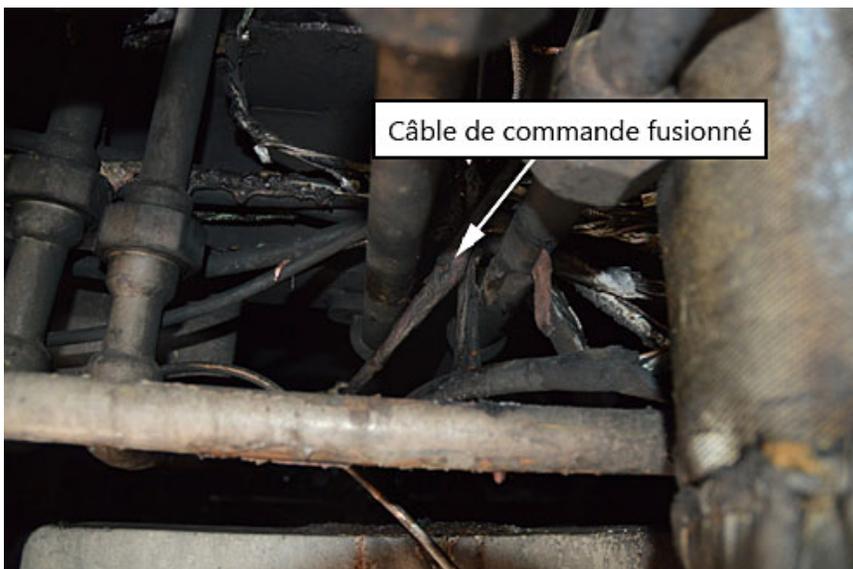
### *Conditions environnementales*

Au moment de l'événement, le ciel était couvert. La visibilité était d'environ 5 milles marins, et les vents soufflaient du sud-est à environ 5 nœuds. La marée montait à environ 0,5 nœud, et la surface de l'eau était miroitante et exempte de houle.

### *Dommages subis par le remorqueur*

Les matériaux de la salle des machines ont subi une combustion et une carbonisation considérables, particulièrement autour de la génératrice. La chaleur de l'incendie a fait fondre ou brûler de nombreux composants installés directement au-dessus de la génératrice et a déformé certains bordés du pont. La gaine et le manchon des câbles de commande des robinets d'arrêt des réservoirs de carburant arrière étaient fusionnés, ce qui empêchait les câbles de remplir leur fonction (figure 2). La gaine et le manchon des câbles étaient faits d'un matériau à base de polyéthylène.

Figure 2. Câbles de commande fusionnés



La peinture des conduites d'échappement montrait des signes de brûlure et de décoloration par la chaleur. L'intérieur de la salle des machines était recouvert de suie produite par

l'incendie, et l'eau de mer et la mousse utilisées pour éteindre l'incendie avaient contaminé les autres systèmes mécaniques et électriques.

On a remorqué le navire jusqu'à un chantier naval pour y réparer les dommages causés par l'incendie.

### *Certification et expérience du personnel*

Le capitaine a commencé sa carrière dans la marine en 1998 en tant que matelot de pont à bord de remorqueurs et travaille pour son employeur actuel depuis 2003. En novembre 2005, le capitaine a obtenu un brevet de capitaine avec restrictions pour les navires d'au plus 60 tonneaux de jauge brute, valide pour les remorqueurs naviguant sur le fleuve Fraser, sur la rivière Pitt, dans le port de Vancouver, dans la baie Howe et dans le détroit de Georgia (Colombie-Britannique), et à 20 milles marins ou moins du rivage. Il assumait le rôle de capitaine depuis 2006 et avait effectué des activités de remorquage de billes de bois et de chalands à bord de tous les navires de l'entreprise. Au moment de l'événement à l'étude, il détenait un brevet valide de capitaine avec restrictions pour les navires d'au plus 60 tonneaux de jauge brute. Le capitaine détenait aussi un certificat restreint d'opérateur radio – commercial maritime, un certificat de secourisme avancé en mer et un certificat de fonctions d'urgence en mer A1.

Le matelot de pont travaillait à bord de remorqueurs depuis 2011 et était à l'emploi de l'entreprise depuis 2013. Le matelot de pont avait suivi une formation de quart à la passerelle et détenait un certificat restreint d'opérateur radio – commercial maritime. Il avait aussi participé à une formation sur les fonctions d'urgence en mer portant sur les notions de base en matière de sécurité, d'embarcations de sauvetage et de premiers soins.

Le superviseur de l'entretien à terre s'était joint à l'entreprise en 1999 en tant que soudeur/transformateur et occupait son rôle de superviseur depuis 2014. Le superviseur détenait un certificat de soudeur de niveau C et un certificat de dessinateur de structures. Il travaillait également à l'obtention d'un brevet de mécanicien de marine de classe 4 de TC. Lorsqu'il occupait le poste de soudeur/transformateur au sein de l'entreprise, il a participé à la fabrication de chalands et d'un lève-bateau, et aux travaux d'entretien des navires de l'entreprise. TC ne stipule pas de qualifications obligatoires pour les personnes accomplissant de telles tâches.

### *Surveillance réglementaire*

En vertu de la réglementation<sup>7</sup>, les remorqueurs d'une jauge brute inférieure à 15 tonneaux ne doivent pas faire l'objet d'inspections de TC et ne sont pas tenus d'utiliser un SGS.

---

<sup>7</sup> Transports Canada, C.R.C., ch. 1432, *Règlement sur l'inspection des coques* (dernière modification le 1<sup>er</sup> juillet 2007); Transports Canada, DORS/2007-31, *Règlement sur les certificats de bâtiment* (dernière modification le 1<sup>er</sup> juillet 2007).

En vertu de la *Loi de 2001 sur la marine marchande du Canada* (LMMC 2001), le représentant autorisé (RA) du navire est responsable de la conformité aux règlements applicables et de l'exploitation sécuritaire du navire. Même si les inspecteurs de la sécurité maritime de TC ont l'autorité nécessaire pour effectuer des inspections de surveillance aléatoires afin de vérifier la conformité à la LMMC 2001, rien n'indique que le *Ken Mackenzie* a déjà fait l'objet d'une telle inspection.

Pour offrir aux exploitants les outils dont ils ont besoin pour se conformer à la réglementation et accomplir leurs activités en toute sécurité, TC révisé actuellement son Programme de conformité des petits bâtiments pour que celui-ci s'applique aux remorqueurs d'une jauge brute inférieure à 15 tonnes. Toutefois, ce programme n'a pas encore été mis en œuvre, et on s'attend à ce que la participation au programme ne soit que volontaire.

Après le naufrage du remorqueur *Syringa* au large de Sechart (Colombie-Britannique) en 2015, le Bureau de la sécurité des transports du Canada (BST) a émis une préoccupation liée à la sécurité, car il estimait « qu'à défaut d'une surveillance appropriée par le ministère des Transports, les lacunes de gestion de la sécurité et d'exploitation des remorqueurs de moins de 15 tonnes de jauge brute pourraient n'être pas traitées.<sup>8</sup> ».

Après une analyse des incidents passés, dont le naufrage du remorqueur *Syringa*, TC a effectué une campagne d'inspection ciblée (CIC) portant sur les remorqueurs et les chalands. La phase initiale de cette CIC a eu lieu de janvier à mars 2017 sur la côte ouest du Canada, et TC se penche actuellement sur des phases subséquentes ciblant d'autres régions.

En 2004, en raison d'un grand nombre d'incidents<sup>9</sup> mettant en cause des remorqueurs, le Congrès des États-Unis a modifié la classification des remorqueurs pour que ces derniers soient assujettis à des inspections. La United States Coast Guard a ainsi élaboré des règles propres aux remorqueurs et aux bateaux remorqués pour réduire le nombre d'incidents. Le 20 juillet 2016, les États-Unis ont adopté de nouveaux règlements s'ajoutant au sous-chapitre M du titre 46 du *Code of Federal Regulations* (CFR)<sup>10</sup>. Ces règlements visent les remorqueurs immatriculés aux États-Unis d'une longueur de 26 pieds ou plus et aux remorqueurs d'une longueur de moins de 26 pieds qui remorquent des chalands transportant du pétrole ou des marchandises dangereuses en vrac. Dans ces règlements, on établit de nouvelles options de conformité, et de nouvelles exigences relatives au matériel, à la construction, à l'exploitation, à l'inspection, aux normes et aux SGS des remorqueurs.

---

<sup>8</sup> Rapport d'enquête maritime M15P0037 du BST, section 4.2.

<sup>9</sup> Les accidents mettant en cause des remorqueurs correspondent à un peu plus des deux tiers (67,5 %) de la moyenne quinquennale des collisions, des heurts et des échouements de navires.

<sup>10</sup> Department of Homeland Security des États-Unis, United States Coast Guard, Federal Register, *Inspection of Towing Vessels*, Final Rule, Docket No. USCG-2006-24412 (20 juin 2016), au <https://www.uscg.mil/hq/cg5/TVNCOE/SubM.asp> (dernière consultation le 9 août 2017).

## *Dispositifs de lutte contre les incendies*

Le *Ken Mackenzie* est doté d'un boyau d'incendie situé à bâbord sur le pont principal. Il y a 2 pompes d'incendie à bord. La première pompe se trouve dans la salle des machines et est actionnée par la prise de force du moteur du treuil, et la seconde pompe (portative) est entreposée sur le toit de la timonerie. Le boyau d'incendie peut être alimenté par l'une ou l'autre de ces pompes.

Le navire transporte 4 seaux d'incendie et 2 extincteurs (1 dans la timonerie et 1 dans la salle des machines). Des détecteurs de chaleur installés dans la salle des machines et la cuisine déclenchent une alarme sonore et font apparaître une indication visuelle sur le panneau de commande de la timonerie.

Le système de ventilation de la salle des machines comprend 2 volets d'aération par conduite de ventilation<sup>11</sup> et 1 orifice muni d'un ventilateur d'échappement forcé situé au milieu du navire.

La salle des machines n'est pas munie d'un système fixe de lutte contre les incendies, et la réglementation n'exige pas l'installation d'un tel système.

Le BST a inspecté le navire et son matériel après l'événement et a constaté les conditions non sécuritaires suivantes :

- Les couvercles des conduites de ventilation étaient bloqués à leur emplacement d'entreposage, et il n'était pas possible d'y accéder facilement pendant l'incendie.
- Il était impossible de boucher l'orifice de ventilation de la salle des machines situé au centre du navire.
- On n'avait pas testé les détecteurs de chaleur de la salle des machines et de la cuisine.

## *Directives relatives à la modification des navires*

Au Canada, le *Règlement sur les machines de navires* et le *Règlement sur la construction de coques* régissent l'installation et l'entretien des machines et de la tuyauterie connexes à bord de remorqueurs d'une jauge brute inférieure à 15 tonneaux. Toutefois, ces règlements ne comprennent pas de directives détaillées comme celles figurant dans les *Normes de construction pour les petits bâtiments* (TP 1332 F)<sup>12</sup>, lesquelles s'appliquent aux navires commerciaux de transport de passagers et aux navires de travail (à l'exception des remorqueurs) d'une jauge brute inférieure à 15 tonneaux.

Le document TP 1332 F s'applique aux navires construits et exploités au Canada. Ces normes tirent leur autorité du *Règlement sur les petits bâtiments* de la LMMC 2001, lequel s'applique aux navires commerciaux de transport de passagers et aux navires de travail d'une jauge

---

<sup>11</sup> Ces conduites peuvent être utilisées pour l'acheminement des câbles et la ventilation.

<sup>12</sup> Transports Canada, TP 1332F, *Normes de construction pour les petits bâtiments* (avril 2010), article 7, paragraphe 7.5, « Accessoires, joints et raccords ».

brute inférieure à 15 tonnes. En ce qui concerne les boyaux de carburant, ces normes indiquent notamment ce qui suit<sup>13</sup> :

- 7.5.3 Les conduites flexibles des systèmes de mise à l'air libre des réservoirs à combustible, d'alimentation en combustible ou de retour du combustible doivent être raccordées à un manchon d'accouplement, à un tuyau ou à un raccord doté de cannelures matricées ou usinées d'au moins 0,38 mm (0,15 po) de profondeur ou d'un cordon de soudure [c'est-à-dire, d'un bourrelet]. Au moins un collier de serrage métallique résistant à la corrosion doit être utilisé.
- 7.5.4 Les pinces, les rubans ou les colliers de serrage, y compris les dispositifs de fixation :
- doivent être faits d'un matériau résistant à la corrosion;
  - ne doivent ni couper ni user les conduites d'alimentation en combustible;
  - doivent résister à une force de traction de 5 N sans se séparer quand ils sont soumis à l'épreuve de résistance au feu des systèmes d'alimentation en combustible décrite dans la norme H-24 de l'ABYC, Standards for Small Craft, ou la norme H-33 de l'ABYC.
- 7.5.5 Les colliers de serrage :
- doivent servir à serrer des conduites flexibles conçues pour les recevoir;
  - doivent être placés, par rapport à l'extrémité de la conduite flexible, à une distance d'au moins une largeur de collier;
  - doivent être placés après la tête ou l'évasement, ou sur les cannelures du tuyau, du tube ou du raccord de la conduite flexible;
  - ne doivent pas être dotés d'un mécanisme à ressort destiné à la compression.
- 7.5.6 La largeur minimale d'un collier de serrage doit être déterminée en fonction du diamètre extérieur de la conduite flexible, comme l'indique le Tableau 7.3.

**Tableau 7.3 LARGEUR MINIMALE D'UN COLLIER DE SERRAGE**

Diamètre extérieur de la conduite flexible	Largeur du collier
Moins de 11 mm (7/16 po)	6 mm (1/4 po)
11 mm à 20 mm (7/16 po à 25/32 po)	8 mm (3/8 po)
Plus de 20 mm (25/32 po)	12,5 mm (1/2 po)

<sup>13</sup> *Ibid.*

Le RA du navire n'a pas l'obligation d'aviser TC lorsque du matériel est installé ou modifié (sauf en cas de modifications importantes<sup>14</sup>) ni de recourir aux services d'un expert ou d'un représentant du fabricant pour vérifier à ce que le matériel a été adéquatement installé avant la remise en service du navire.

### *Remplacement de l'équipement du Ken Mackenzie*

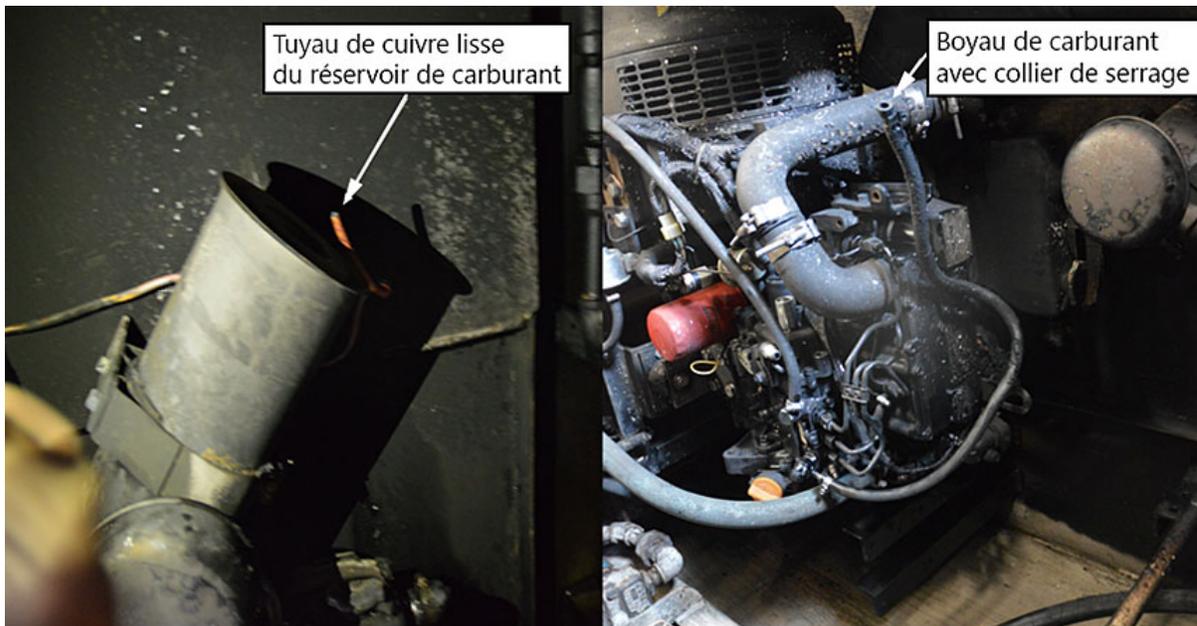
L'entreprise a remplacé la génératrice du navire en 2009. L'équipe d'entretien de l'entreprise a installé une nouvelle génératrice monophasée de 11,3 kW et 240 V, ainsi que la tuyauterie d'alimentation en carburant diesel reliant les collecteurs à la génératrice.

Après l'événement à l'étude, le BST a inspecté le *Ken Mackenzie* alors que le navire était accosté à Port Coquitlam (Colombie-Britannique). Cet examen a permis de faire les observations suivantes :

- La conduite de retour de carburant reliant la génératrice au collecteur se composait d'un boyau de carburant de 6 mm en caoutchouc et d'un tuyau de cuivre de 8 mm. Le boyau de caoutchouc et le tuyau de cuivre étaient maintenus l'un à l'autre à l'aide d'un seul collier de serrage. L'extrémité du tuyau de cuivre était lisse et ne comportait pas de cannelures ou de bourrelet (figure 3).
- Il était impossible d'arrêter la génératrice depuis l'extérieur de la salle des machines en cas d'urgence. La seule façon d'arrêter la génératrice depuis l'extérieur de la salle des machines était de couper l'alimentation en carburant depuis le pont principal. Cela aurait coupé l'alimentation en carburant de tous les systèmes de la salle des machines, y compris les moteurs principaux.
- L'acheminement des câbles actionnant les robinets d'arrêt d'urgence dans la salle des machines n'offrait pas une protection adéquate contre la chaleur et les flammes en cas d'incendie.
- Il était impossible d'actionner les robinets d'arrêt d'urgence des réservoirs de carburant arrière depuis le pont principal. Pendant l'événement à l'étude, la chaleur de l'incendie dans la salle des machines a agi sur la gaine et le manchon des câbles de commande, ce qui a causé le grippage des câbles à leur manchon.

---

<sup>14</sup> Le terme modifications importantes s'entend d'une modification ou d'une réparation, ou d'une série de modifications ou de réparations, qui change considérablement la capacité ou les dimensions d'un bâtiment ou la nature d'un système à bord de celui-ci, qui a une incidence sur l'étanchéité à l'eau ou la stabilité de celui-ci. Source : Transports Canada, DORS/2010-91, *Règlement sur les petits bâtiments* (dernière modification le 6 décembre 2013), paragraphe 710(3).

Figure 3. Agencement du retour de carburant de la génératrice du *Ken Mackenzie*

La nouvelle génératrice et les raccords connexes du *Ken Mackenzie* n'ont pas été inspectés ou certifiés par TC ou un organisme semblable (p. ex., une société de classification ou un représentant du fabricant) avant la remise en service du remorqueur. En vertu de la réglementation actuelle, les navires de cette classe ne doivent pas faire l'objet d'une inspection ou d'une certification, et TC ne stipule pas de qualifications pour les personnes chargées de ces installations.

### *Gestion de la sécurité des navires*

Un SGS à bord d'un navire vise principalement à assurer la sécurité en mer, à prévenir les blessures ou les décès, et à éviter les dommages aux biens et à l'environnement. La gestion de la sécurité nécessite la participation de chaque personne à tous les niveaux de l'organisation et exige le recours à une approche systématique relativement à la détermination et à l'atténuation des risques opérationnels.

Voici certains des éléments constituant un SGS efficace :

- procédures d'exploitation du navire et utilisation de listes de vérification;
- procédures d'entretien du navire et de son équipement connexe;
- procédures de documentation et de tenue de dossiers;
- procédures d'identification des dangers et de gestion du risque;
- procédures de préparation et de réaction aux situations d'urgence;
- exercices, formation et connaissances pour préparer l'équipage du navire

En 1998, TC a mis en œuvre le *Règlement sur la gestion pour la sécurité de l'exploitation des bâtiments* en vertu de la LMMC 2001 pour que les exigences du *Code international de gestion de la sécurité* (code ISM) s'appliquent aux entreprises canadiennes et aux navires assujettis à la *Convention internationale pour la sauvegarde de la vie humaine en mer* (SOLAS).

En 2010, TC a entamé des consultations officielles dans le cadre d'un projet de règlement visant la mise en œuvre de règlements de gestion de la sécurité pour les navires canadiens hors convention. Le Council of Marine Carriers et TC ont mené un projet pilote sur la côte ouest auquel 5 exploitants de remorqueurs ont participé. L'objectif de ce projet pilote était de mettre à l'essai un équivalent canadien au code ISM portant le nom de « SNGS » qui s'appliquerait aux navires hors convention.

L'entreprise a participé au programme d'essai et a travaillé à l'élaboration d'un système de sécurité intégré destiné aux entreprises exploitant des navires d'une jauge brute inférieure à 500 tonnes. En réponse aux préoccupations des intervenants, TC a modifié son projet de règlement en 2012 pour qu'il ne vise que les navires de plus de 24 mètres de longueur et transportant plus de 50 passagers.

Après la fin de ce projet pilote, l'entreprise a continué à utiliser le SNGS pour que ses activités soient effectuées de la manière la plus sécuritaire possible.

#### *Entretien du navire et de son matériel*

En vertu du SNGS de l'entreprise, les navires doivent être entretenus conformément à la réglementation de TC et aux procédures établies par le fabricant. De plus, il faut déterminer le matériel et les systèmes techniques qui peuvent causer une situation dangereuse en cas de défaillance soudaine. Le matériel doit aussi être inspecté périodiquement; il faut tenir des dossiers des inspections, des non-conformités et des mesures correctives.

Même si les dossiers d'entretien du *Ken Mackenzie* étaient disponibles sur un système informatisé et des fiches de vérification physique, on n'avait pas constaté les problèmes liés aux conduites de carburant et aux raccords reliant ces conduites à la génératrice.

#### *Exercices d'urgence*

La LMMC 2001 du Canada exige que les RA de navires canadiens élaborent des règles d'exploitation sécuritaire des navires, ainsi que la procédure à suivre en cas d'urgence<sup>15</sup>. Le *Règlement sur le personnel maritime* de la LMMC 2001 stipule que le capitaine d'un navire doit fournir des instructions écrites à son équipage pour lui permettre de se familiariser avec l'équipement de sécurité, les activités et ses responsabilités. En vertu du *Règlement sur le personnel maritime*, les RA doivent aussi veiller à ce que les membres de l'équipage participent à une séance de familiarisation avec chaque navire<sup>16</sup>. Conformément au *Règlement sur les exercices d'incendie et d'embarcation* de la LMMC 2001, il faut effectuer des exercices d'incendie et d'embarcation à intervalles d'au plus 1 mois<sup>17</sup>. Toutefois, ce règlement ne s'applique pas aux remorqueurs d'une jauge brute inférieure à 15 tonnes.

---

<sup>15</sup> Gouvernement du Canada, *Loi de 2001 sur la marine marchande du Canada* (L.C. 2001, ch. 26), article 106.

<sup>16</sup> Transports Canada, DORS/2007-115, *Règlement sur le personnel maritime* (dernière modification le 20 août 2013), article 206.

<sup>17</sup> Transports Canada, DORS/2010-83, *Règlement sur les exercices d'incendie et d'embarcation* (dernière modification le 6 décembre 2013), article 20, « Obligation de tenir des exercices et d'y participer ».

Au moment de l'événement à l'étude, l'entreprise employait des procédures en vertu desquelles les capitaines devaient effectuer des exercices d'urgence selon un calendrier établi, puis en rendre compte en transmettant un formulaire d'exercice de sécurité à bord d'un navire aux bureaux de l'entreprise. Chaque mois, les capitaines devaient aussi passer en revue différents scénarios d'urgence, comme un incendie dans la salle des machines, la cuisine, la cabine ou la timonerie. L'entreprise exigeait aussi la vérification fréquente de l'équipement de sauvetage et de lutte contre les incendies. Ces vérifications comprenaient :

- l'essai de l'alarme générale;
- le repérage de l'emplacement et des fonctions de tout l'équipement de lutte contre les incendies;
- le déroulement et l'essai de tous les boyaux et l'essai de toutes les pompes;
- la vérification des extincteurs et l'essai des robinets d'arrêt de carburant;
- la fermeture de tous les orifices de ventilation de la salle des machines.

Pendant son enquête, le BST a constaté que même si l'équipage du *Ken Mackenzie* tenait des discussions informelles sur les interventions en cas de différentes urgences, on n'effectuait pas d'exercices d'incendie et d'embarcation périodiques pour simuler les scénarios d'urgence et s'exercer à utiliser l'équipement de sauvetage et de lutte contre les incendies, et on ne remplissait pas de formulaires d'exercice de sécurité à bord d'un navire comme l'exigeait le SNGS.

### *Événements antérieurs*

Au cours des 5 dernières années, on a signalé au BST 2 autres événements<sup>18</sup> mettant en cause un incendie dans la salle des machines d'un remorqueur d'une jauge brute inférieure à 15 tonneaux en Colombie-Britannique.

### *Rapports de laboratoire du BST*

Dans le cadre de l'enquête, on a envoyé un câble de commande semblable au câble utilisé pour actionner les robinets d'arrêt de carburant des réservoirs arrière du *Ken Mackenzie* au Laboratoire d'ingénierie du BST aux fins d'analyse. L'objectif de cette analyse était de déterminer la résistance à la chaleur du câble.

Le laboratoire du BST a soumis le câble à un examen et une analyse approfondis et a publié le rapport d'ingénierie LP 287/2016, qui comprend les conclusions suivantes :

- Des essais de chauffage en laboratoire (figures 4 et 5) ont permis de constater que les matériaux à base de polyéthylène de la gaine et du manchon des câbles de commande commencent à fondre lorsque la température dépasse 110 °C. La chaleur a détruit la gaine et le manchon à des températures d'environ 130 °C et d'environ 135 °C, respectivement.

---

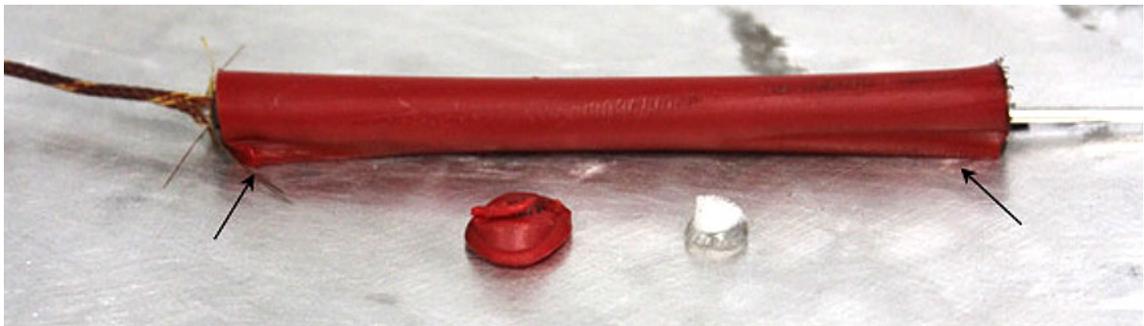
<sup>18</sup> Événements maritimes M16P0399 et M13W0259 du BST.

- La fonte du manchon a entraîné le grippage du câble central, empêchant celui-ci de remplir sa fonction.
- Ces résultats correspondent à l'information fournie par le fabricant de câbles de commande semblables, qui a indiqué que ces câbles devraient être protégés contre la chaleur et ne sont pas conçus pour une utilisation à des températures soutenues de 99 °C et plus.

Figure 4. Fragments de polyéthylène (indiqués par les flèches) qui commencent à fondre sur la surface de la plaque à 113 °C



Figure 5. Fragments qui continuent de fondre et gaine de câble qui commence à fondre à 124 °C



## *Analyse*

L'analyse portera sur la cause de l'incendie, les modifications apportées au navire, la surveillance réglementaire, la préparation aux situations d'urgence et les exercices, et l'incidence de ces éléments sur l'accident.

### *Cause de l'incendie*

L'équipage a senti une odeur de diesel au cours de la journée. Toutefois, comme on n'a pas été capable de trouver la source de l'odeur, le navire a poursuivi sa route sur le fleuve Fraser. L'équipage a rédigé un rapport, mais n'a pas informé l'entreprise pour permettre au personnel de trouver la source de l'odeur et de mettre en œuvre les mesures correctives requises.

La conduite de retour de carburant diesel reliant la pompe à carburant de la génératrice au réservoir de carburant se composait d'un boyau à carburant de 6 mm et d'un tuyau de cuivre de 8 mm. Le tuyau de cuivre installé en 2009 était lisse, et son extrémité ne comportait pas de cannelures ni de bourrelet. Un seul collier de serrage maintenait le tuyau de cuivre et le boyau de carburant flexible l'un à l'autre. Le boyau de carburant flexible et le tuyau de cuivre se sont séparés, ce qui a entraîné la pulvérisation de carburant diesel sur les composants de la génératrice. Ce carburant s'est enflammé, ce qui a déclenché l'incendie.

### *Modifications apportées au navire*

#### *Installation de la génératrice*

Lors de l'installation de la nouvelle génératrice en 2009, on a installé une conduite de retour de carburant se composant d'un boyau de carburant flexible raccordé à l'aide d'un seul collier de serrage à un tuyau de cuivre lisse. L'extrémité du tuyau de cuivre était dépourvue des cannelures ou du bourrelet nécessaires pour permettre une connexion suffisamment solide. Le boyau s'est donc séparé du tuyau de cuivre, ce qui a entraîné la pulvérisation de carburant sur les composants de la génératrice.

Il n'existe pas de directives pour les représentants autorisés (RA) relatives à l'installation ou au remplacement de machines (comme des moteurs principaux, des génératrices et des conduites de carburant) à bord de remorqueurs d'une jauge brute inférieure à 15 tonneaux, semblables aux directives figurant dans les *Normes de construction pour les petits bâtiments* (TP 1332 F). Ces dernières s'appliquent aux navires commerciaux de transport de passagers et aux navires de travail d'une jauge brute inférieure à 15 tonneaux. La consultation de ces normes aurait aidé le RA à confirmer qu'on avait installé la génératrice conformément aux meilleures pratiques.

Les RA de navires n'ont pas l'obligation d'aviser Transports Canada (TC) lorsque du matériel est installé ou modifié (sauf en cas de modifications importantes) ni de recourir aux services d'un expert ou d'un représentant du fabricant pour vérifier ce que le matériel a été adéquatement installé avant la remise en service du navire. De plus, s'il n'existe pas

d'exigences relatives aux qualifications ou à la certification du personnel chargé de telles installations, aucun mécanisme ne permet de garantir que le personnel est bien informé de la réglementation et des normes appropriées.

### *Câbles de commande des robinets d'arrêt d'urgence de l'alimentation en carburant*

Les robinets d'arrêt d'urgence des réservoirs arrière peuvent être actionnés à l'aide de leviers de commande situés à bâbord sur le pont principal qui sont reliés aux robinets par l'intermédiaire de câbles de commande recouverts d'une gaine de plastique. Ces câbles étaient des câbles de commande de type Morse que l'on utilise couramment comme câbles de commande des gaz ou de changement de vitesse pendant l'exploitation quotidienne de navires.

Un examen du navire effectué après l'événement à l'étude a permis de constater que les robinets ne fonctionnaient pas, car la chaleur de l'incendie dans la salle des machines a agi sur la gaine et le manchon des câbles, ce qui a causé le grippage des câbles à leur manchon.

Selon les meilleures pratiques de l'industrie, il faut seulement utiliser des câbles de commande conçus et testés pour résister aux températures susceptibles de se produire en cas d'urgence (p. ex., un incendie dans la salle des machines) pour les systèmes d'urgence, dont les robinets d'arrêt de l'alimentation en carburant et les dispositifs fixes de lutte contre les incendies.

De plus, on a constaté que l'acheminement des câbles dans la salle des machines n'offrait pas une protection adéquate contre la chaleur et les flammes en cas d'incendie.

Si des composants de l'équipement d'urgence ou des machines sont installés ou remplacés par du personnel ne suivant pas de directives adéquates ou ne connaissant pas les normes de l'industrie, et que cet équipement est mis en service sans être d'abord inspecté par une personne compétente, il y a un risque que l'installation ne soit pas sécuritaire.

### *Surveillance réglementaire*

Il faut exercer une surveillance efficace pour garantir que les RA de navires, y compris ceux de remorqueurs d'une jauge brute inférieure à 15 tonneaux, se conforment aux règlements essentiels à la sécurité.

Contrairement aux remorqueurs plus grands, les remorqueurs d'une jauge brute inférieure à 15 tonneaux ne font l'objet d'aucune obligation de certification en vertu du *Règlement sur l'inspection des coques* ou du *Règlement sur les certificats de bâtiment* en vigueur. Ainsi, TC ne connaît pas toujours la condition mécanique de ces remorqueurs. Même si TC a l'autorité nécessaire pour soumettre les remorqueurs d'une jauge brute inférieure à 15 tonneaux à des inspections aléatoires, ces inspections ne sont pas effectuées de manière périodique et ne sont généralement effectuées qu'après un événement ou un incident.

Après avoir effectué une analyse des incidents antérieurs mettant en cause des remorqueurs, TC a entrepris une campagne d'inspection ciblée portant sur les remorqueurs d'une jauge

brute inférieure à 15 tonneaux. TC travaille toujours au développement de son Programme de conformité des petits bâtiments volontaire pour que celui-ci s'applique aux remorqueurs de cette classe, et ce, afin de faciliter la tâche des RA lorsqu'ils doivent assurer la conformité réglementaire de leurs navires.

En 2004, en raison du grand nombre d'incidents mettant en cause des remorqueurs, le Congrès des États-Unis a modifié la classification des remorqueurs pour que ceux-ci soient assujettis à des inspections. La United States Coast Guard a ainsi élaboré des règles propres aux remorqueurs et aux bateaux remorqués pour réduire le nombre d'incidents. En juin 2016, cet organisme a publié le sous-chapitre M du titre 46 du *Code of Federal Regulations* (CFR) relatif aux remorqueurs d'une longueur de 26 pieds et plus qui n'étaient pas inspectés auparavant. Des règlements exigeant que ces navires soient inspectés par la United States Coast Guard ou un inspecteur tiers (p. ex., une société de classification) sont maintenant en vigueur<sup>19</sup>.

L'entreprise en cause dans l'événement à l'étude effectuait ses activités selon un système volontaire de gestion de la sécurité en vertu duquel le personnel de l'entreprise devait entretenir et inspecter la machinerie de manière périodique, conformément à un système informatisé d'entretien. En dépit des vérifications effectuées à l'interne par l'entreprise, on n'a pas détecté les problèmes liés aux conduites de carburant.

Si les navires de cette classe ne font pas l'objet d'une surveillance réglementaire adéquate, du matériel et des conditions d'exploitation non sécuritaires peuvent persister, ce qui pose des risques pour les personnes, les actifs et l'environnement.

### *Préparation aux situations d'urgence et exercices*

Un incendie peut se propager rapidement et déclencher une situation d'urgence. Pour intervenir efficacement lorsque de telles situations se produisent, il est essentiel que les dispositifs de lutte contre les incendies soient en bon état de marche et que l'équipage ait reçu de la formation théorique et pratique sur l'utilisation de ces dispositifs. Cette formation théorique et pratique est particulièrement importante, car on dispose de très peu de temps pour se familiariser avec l'équipement de lutte contre les incendies dans l'éventualité d'un incendie. De plus, comme ces situations sont stressantes, il est plus difficile de se souvenir des procédures ou des techniques de lutte contre les incendies.

La tenue périodique d'exercices d'urgence n'est pas seulement une occasion de vérifier si l'équipement de lutte contre les incendies est en bon état de marche, mais permet aussi à l'équipage de se familiariser avec l'utilisation de cet équipement. Plus les exercices pratiques sont fréquents, plus les gestes essentiels à poser en situation d'urgence deviennent naturels, ce qui peut permettre d'économiser de précieuses secondes. Des exercices d'urgence qui

---

<sup>19</sup> Department of Homeland Security des États-Unis, United States Coast Guard, Federal Register, *Inspection of Towing Vessels*, Final Rule, Docket No. USCG-2006-24412 (20 juin 2016), disponible à <https://www.uscg.mil/hq/cg5/TVNCOE/SubM.asp> (dernière consultation le 9 août 2017).

comprennent des mises en situation réalistes améliorent la préparation, la capacité de réaction et l'efficacité de l'équipage.

L'entreprise reconnaît l'importance de ces exercices, et le manuel de son programme de gestion de la sécurité indique que l'équipement de lutte contre les incendies doit être vérifié lorsqu'on effectue des exercices d'urgence de routine. Cela comprend la vérification des alarmes d'incendie, des détecteurs d'incendie, des pompes d'incendie, des boyaux d'incendie, des robinets d'arrêt de l'alimentation en carburant et des volets d'aération.

Toutefois, l'enquête a permis de constater que le capitaine et les autres membres de l'équipage n'effectuaient pas d'exercices d'urgence périodiques. De plus, des lacunes, dont le grippage des couvercles des conduites de ventilation et l'absence d'un moyen efficace pour fermer hermétiquement la salle des machines, n'ont pas été détectées.

Si on n'effectue et n'évalue pas des exercices d'urgence de manière périodique, il y a un risque que les lacunes liées aux dispositifs d'intervention en cas d'urgence passent inaperçues et que l'équipage ne soit pas prêt à réagir aux situations d'urgence.

## *Faits établis*

### *Faits établis quant aux causes et aux facteurs contributifs*

1. L'équipage a constaté une odeur de diesel indiquant la présence d'une fuite de carburant dans la salle des machines, mais n'a pas été capable d'en trouver la source et a poursuivi son chemin à bord du navire.
2. Le tuyau de cuivre installé en 2009 était lisse, et son extrémité ne comportait pas de cannelures ni de bourrelet. Un seul collier de serrage maintenait le tuyau de cuivre et le boyau de carburant flexible l'un à l'autre.
3. La connexion entre le boyau de carburant flexible et le tuyau de cuivre, qui permettaient au carburant de retourner de la génératrice au réservoir de carburant, s'est rompue, ce qui a causé la pulvérisation de carburant diesel sur les composants de la génératrice.
4. Ce carburant s'est enflammé, ce qui a déclenché un incendie.

### *Faits établis quant aux risques*

1. Si des composants de l'équipement d'urgence ou des machines sont installés ou remplacés par du personnel ne suivant pas de directives adéquates ou ne connaissant pas les normes de l'industrie, et que cet équipement est mis en service sans être d'abord inspecté par une personne compétente, il y a un risque que l'installation ne soit pas sécuritaire.
2. Si les remorqueurs d'une jauge brute inférieure à 15 tonneaux ne font pas l'objet d'une surveillance réglementaire adéquate, du matériel et des conditions d'exploitation non sécuritaires peuvent persister, ce qui pose des risques pour les personnes, les actifs et l'environnement.
3. Si on n'effectue et n'évalue pas des exercices d'urgence de manière périodique, il y a un risque que les lacunes liées à l'équipement d'urgence passent inaperçues et que l'équipage ne soit pas prêt à réagir aux situations d'urgence.

## *Mesures de sécurité*

### *Mesures de sécurité prises*

#### *Bureau de la sécurité des transports du Canada*

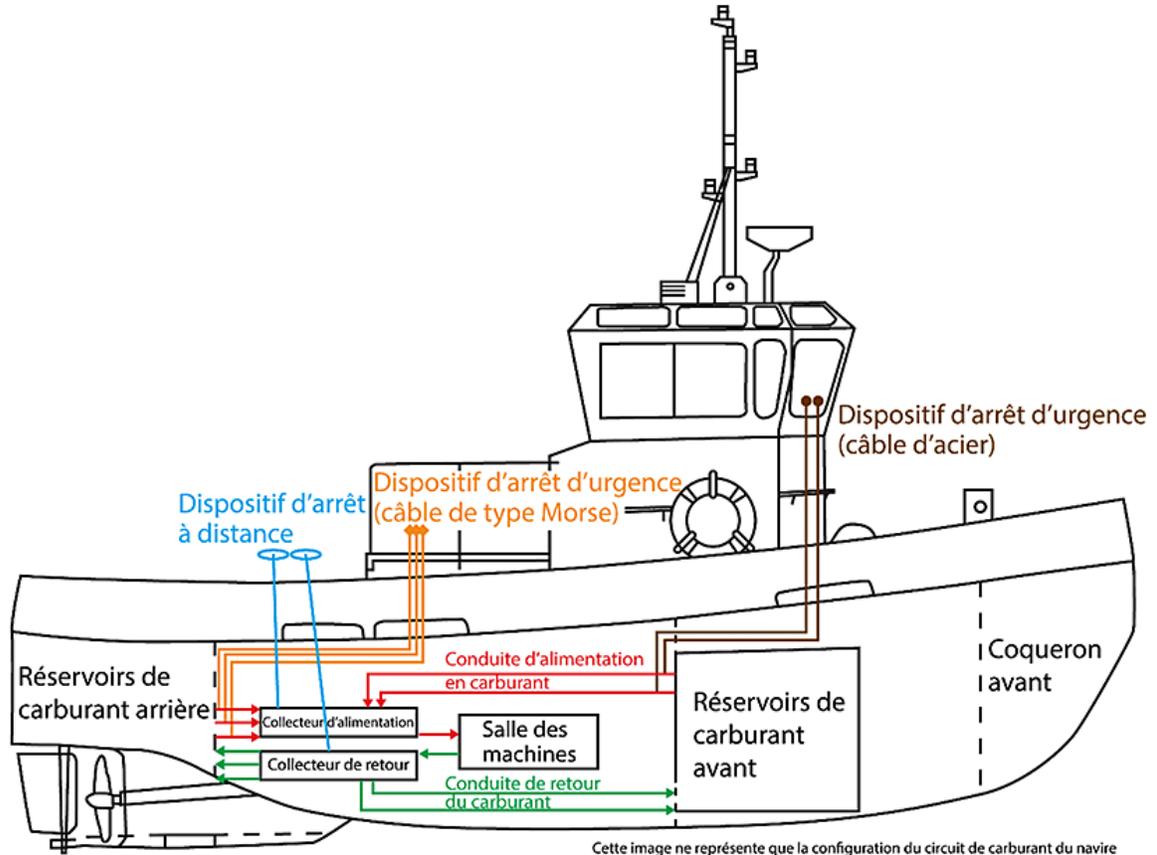
Le 2 février 2017, le Bureau de la sécurité des transports du Canada a envoyé l'Avis de sécurité maritime n° 01/17 à Transports Canada et la Lettre d'information sur la sécurité maritime n° 02/17 aux propriétaires. Ces lettres fournissaient de l'information sur les lacunes liées aux câbles de commande en polyéthylène utilisés pour actionner le robinet d'arrêt d'urgence des réservoirs de carburant.

*Le présent rapport conclut l'enquête du Bureau de la sécurité des transports du Canada sur cet événement. Le Bureau a autorisé la publication de ce rapport le 14 août 2017. Le rapport a été officiellement publié le 12 septembre 2017.*

*Visitez le site Web du Bureau de la sécurité des transports du Canada ([www.bst.gc.ca](http://www.bst.gc.ca)) pour obtenir de plus amples renseignements sur le BST, ses services et ses produits. Vous y trouverez également la Liste de surveillance, qui énumère les problèmes de sécurité dans les transports qui posent les plus grands risques pour les Canadiens. Dans chaque cas, le BST a constaté que les mesures prises à ce jour sont inadéquates, et que le secteur et les organismes de réglementation doivent adopter d'autres mesures concrètes pour éliminer ces risques.*

# Annexes

## Annexe A – Agencement du circuit carburant du Ken Mackenzie



## Annexe B – Lieu de l'événement à l'étude

