

Bureau de la sécurité des transports  
du Canada



Transportation Safety Board  
of Canada

**RAPPORT D'ENQUÊTE MARITIME  
M14C0219**



**CONTACT AVEC LE FOND**

**PÉTROLIER NANNY  
ÎLE DEER, BRAS CHESTERFIELD (NUNAVUT)  
14 OCTOBRE 2014**

**Canada**

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-tsb.gc.ca](mailto:communications@bst-tsb.gc.ca)

© Sa Majesté la Reine du chef du Canada, représentée par  
le Bureau de la sécurité des transports du Canada, 2016

Rapport d'enquête maritime M14C0219

No de cat. TU3-7/14-0219F-PDF  
ISBN 978-0-660-04782-9

Le présent document 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)

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 M14C0219

### **Contact avec le fond**

Pétrolier *Nanny*

Île Deer, bras Chesterfield (Nunavut)

14 octobre 2014

### *Résumé*

Le 14 octobre 2014 vers 6 h 30, heure avancée de Terre-Neuve, le pétrolier *Nanny* est entré en contact avec le fond à l'ouest de l'île Deer dans le bras Chesterfield (Nunavut). Le *Nanny* transportait alors une cargaison partielle de carburant diesel. Il n'y a eu ni blessé ni pollution, mais les citernes de ballast ont subi des avaries, dont une fissure causant une infiltration d'eau. Le navire a repris son voyage à la suite de l'événement, puis a ultérieurement fait route vers St. John's (Terre-Neuve-et-Labrador) pour y être réparé.

*This report is also available in English.*



## Table des matières

1.0	Renseignements de base.....	1
1.1	Fiche technique du navire.....	1
1.2	Description du navire.....	1
1.3	Navigation dans le bras Chesterfield.....	2
1.4	Déroulement du voyage.....	3
1.5	Avaries au navire.....	6
1.6	Certificats du navire.....	7
1.7	Brevets et expérience du personnel.....	7
1.8	Conditions environnementales.....	8
1.9	Opérations de ravitaillement en carburant à Baker Lake.....	8
1.10	Heures de travail et de repos.....	9
1.11	Fatigue.....	10
1.11.1	Facteurs de risque de fatigue.....	11
1.11.2	Programmes de gestion de la fatigue.....	12
1.12	Examens médicaux d'acuité auditive.....	13
1.13	Évaluation des risques liés à la navigation.....	15
1.13.1	Aides à la navigation dans le bras Chesterfield.....	16
1.14	Gestion des ressources à la passerelle.....	17
1.14.1	Exigences réglementaires sur la formation en gestion des ressources à la passerelle.....	17
1.15	Planification du voyage.....	18
1.16	Procédures de navigation.....	19
1.17	Registre des activités à bord.....	20
1.18	Événements antérieurs.....	21
1.19	Recommandations en suspens.....	21
1.20	Liste de surveillance du BST.....	22
2.0	Analyse.....	23
2.1	Événements ayant mené au contact avec le fond.....	23
2.2	Fatigue.....	23
2.3	Gestion de la fatigue.....	25
2.3.1	Gestion de la fatigue à bord.....	25
2.3.2	Programmes de gestion de la fatigue.....	26
2.4	Examens médicaux d'acuité auditive.....	26
2.5	Procédures de navigation.....	27
2.5.1	Gestion des ressources à la passerelle.....	28
2.6	Mise en œuvre et surveillance d'un système de gestion de la sécurité.....	29
3.0	Faits établis.....	30
3.1	Faits établis quant aux causes et aux facteurs contributifs.....	30
3.2	Faits établis quant aux risques.....	30
3.3	Autres faits établis.....	31

4.0	Mesures de sécurité.....	32
4.1	Mesures de sécurité prises .....	32
4.1.1	Det Norske Veritas - Germanischer Lloyd .....	32
4.1.2	Coastal Shipping Limited.....	32
	Annexes .....	34
	Annexe A - Profil et coupe du Nanny (non à l'échelle) .....	34
	Annexe B - Aménagement de la passerelle du Nanny .....	35
	Annexe C - Lieu de l'événement .....	36
	Annexe D - Horaires de travail et de repos .....	37
	Annexe E - Définition des facteurs de risque de fatigue .....	38

## 1.0 Renseignements de base

### 1.1 Fiche technique du navire

Tableau 1. Fiche technique du navire

Nom du navire	<i>Nanny</i>
Numéro de l'Organisation maritime internationale (OMI)	9051399
Port d'immatriculation	St. John's (Terre-Neuve-et-Labrador)
Pavillon	Canadien
Type	Pétrolier-chimiquier
Jauge brute	6544
Longueur	110,6 m
Tirant d'eau au moment de l'événement	Avant : 6,1 m Arrière : 6,9 m
Construction	1993, Hyundai Shipbuilding & Heavy Ind. Ltd., Ulsan (Corée du Sud)
Propulsion	1 moteur diesel (4050 kW) entraînant une hélice à pas variable
Cargaison	Diesel à très faible teneur en soufre (6350 m3)
Équipage	14
Propriétaire enregistré et gestionnaire	Coastal Shipping Limited, Goose Bay (Terre-Neuve-et-Labrador)

### 1.2 Description du navire

Le *Nanny* est un pétrolier-chimiquier à double coque d'acier dont la passerelle de navigation, la salle des machines et les quartiers de l'équipage se trouvent à l'arrière (photo 1 et annexe A). La propulsion est assurée par 1 moteur diesel. Le navire comporte 1 hélice à pas variable, 1 gouvernail suspendu (angle maximal de 35° de chaque côté) et 2 propulseurs en tunnel à pas variable de 450 kW chacun, à savoir 1 à la proue et 1 à la poupe. La vitesse normale du navire est de 14 nœuds.

Photo 1. *Nanny*



La passerelle est munie de tout l'équipement de navigation requis. Il y a 2 radars, 1 de chaque côté de l'axe longitudinal. Du côté tribord de la console centrale se trouvent 2 systèmes de cartes électroniques (SCE). Le navire est doté de 2 systèmes de positionnement mondial (GPS), 1 situé du côté bâbord de la console centrale, et l'autre, à la table des cartes, du côté bâbord de la passerelle, ainsi que d'un enregistreur des données du voyage simplifié (S-VDR).

Le navire est gouverné à partir d'un poste de barre central qui se trouve légèrement à l'arrière de la console centrale. Il y a 3 indicateurs d'angle de barre : 1 au poste de barre, 1 à la console centrale entre les radars et 1 monté au plafond au-dessus et légèrement à l'arrière du radar bâbord (annexe B). Le voyant de l'indicateur monté au plafond était hors service au moment de l'événement.

### *1.3 Navigation dans le bras Chesterfield*

Le bras Chesterfield est une voie navigable de 124 milles marins (nm) reliant le lac (d'eau douce) Baker, à la baie d'Hudson (annexe C). L'agglomération de Baker Lake se trouve à 40 nm de l'embouchure du bras Chesterfield. Dans ce bras, de puissants courants de marée de 3 à 5 nœuds créent des courants traversiers dans une grande partie de la voie navigable. Dans le passage Chesterfield, des courants de jusant atteignant jusqu'à 8 nœuds ont été



signalés, et des clapotis de marée<sup>1</sup> se forment fréquemment dans le chenal de l'île Deer. La profondeur minimale le long du bras est de 4,2 m dans le passage Chesterfield<sup>2</sup>.

Le bras est large de 1 nm ou légèrement plus étroit, sauf sur 3 tronçons du parcours où le chenal s'élargit jusqu'à 2 nm ou plus. À l'approche du lac Baker, à l'ouest de l'île Helicopter, le bras se rétrécit : la largeur navigable se situe entre 0,05 nm et 0,25 nm. Pour traverser le bras, un navire de la taille du *Nanny* doit effectuer plus de 50 changements de cap, dont 12 supérieurs à 70°.

Le relief bordant le bras Chesterfield est de faible altitude, en pente, et présente peu de repères distinctifs. Les rives sont rocheuses et les images radar produites correspondent bien aux cartes. Le Service hydrographique du Canada (SHC) produit des cartes papier détaillées du bras, mais pas de cartes électroniques. Toutefois, il est possible de se procurer des cartes électroniques auprès d'une entreprise privée.

La route par le bras Chesterfield est jalonnée de 17 alignements de balises directrices sans feu. Deux de ces alignements jalonnent la route vers l'aval (l'est) passant par le chenal de l'île Deer. Les pétroliers-navettes transitent parfois par le passage Chesterfield de nuit, parce qu'ils ne peuvent le franchir qu'à marée haute, soit environ toutes les 12 heures.

#### 1.4 Déroutement du voyage

À 23 h 30<sup>3</sup> le 12 octobre, le *Nanny* a terminé ses opérations de ravitaillement en carburant à Baker Lake pour la saison 2014 et s'est mis en route vers l'aval pour rejoindre le pétrolier *Travestern* à l'île Helicopter (annexe C). À 8 h le 13 octobre, le *Nanny* a été amarré le long du *Travestern*, puis le chargement d'une cargaison de carburant diesel a commencé. Ce carburant devait être livré à 4 ports situés le long de la côte du Labrador.

Le 14 octobre à 1 h 50, le *Nanny* a été désamarré du *Travestern* et s'est mis en route vers l'agglomération de Chesterfield Inlet en bordure de la baie d'Hudson, à environ 107 nm. L'équipe à la passerelle était alors composée du capitaine, d'un second officier, d'une vigie et d'un timonier. À 5 h 45, le timonier et la vigie ont été relevés par un nouveau quart. À 6 h, le second officier a porté une position sur la carte en utilisant une distance et un relèvement radar, puis il a été relevé par le 3<sup>e</sup> officier<sup>4</sup> en tant qu'officier de quart.

L'officier de quart surveillait le navire au moyen du radar tribord et du SCE, et le capitaine était toujours sur la passerelle. Le navire faisait route en avant toute, à la noirceur, à des

---

<sup>1</sup> Un clapotis de marée est une zone d'eau agitée qui peut être causée par des courants de marée opposés ou par un courant de marée passant sur un fond irrégulier.

<sup>2</sup> Service hydrographique du Canada, Instructions nautiques, *Détroit d'Hudson, baie d'Hudson et eaux limitrophes*, ARC401, 2009.

<sup>3</sup> Les heures sont exprimées en heure avancée de Terre-Neuve-et-Labrador (temps universel coordonné [TUC] moins 2,5 heures), sauf indication contraire.

<sup>4</sup> Il était prévu que le 3<sup>e</sup> officier quitte le navire à l'arrivée à l'agglomération de Chesterfield Inlet, car son quart de travail à bord s'achevait à l'issue des trajets de la navette dans le lac Baker.

vitesses qui dépassaient parfois 19 nœuds<sup>5</sup> en raison du courant de jusant. À 6 h 15, l'officier de quart a consigné une position dans le registre de positions en utilisant 2 distances radar qu'il a recoupées au moyen du GPS. Le navire se trouvait à environ 2,6 nm du point de cheminement pour le prochain cap à 71° vrais (V) dans le chenal de l'île Deer. La partie la plus étroite du chenal est de 0,3 nm, et le passage le plus sûr est jalonné au moyen d'un ensemble de balises d'alignement sans feu.

À 6 h 22 min 42 s, le navire se trouvant à environ 0,7 nm du point de cheminement<sup>6</sup>, l'officier de quart, qui exerçait le commandement pour la première fois dans cette zone, a demandé au capitaine de le remplacer avant le grand changement de cap à bâbord à la hauteur de l'île Deer (figure 1). Le capitaine a pris le commandement peu après, et l'officier de quart s'est déplacé vers la table des cartes où il a commencé à préparer la carte suivante<sup>7</sup>. Le timonier gouvernait manuellement au cap d'environ 140° gyro (G) et le navire faisait route à une vitesse de 16,7 nœuds. Le capitaine surveillait la progression du navire au radar de tribord, où il avait paramétré une parallèle tracée à l'alidade mécanique pour déterminer à quel moment commencer le virage à bâbord à la hauteur de l'île Deer. Une parallèle tracée à l'alidade mécanique a également été paramétrée au cap 71 °V afin de conserver une distance de 0,22 nm au large du point le plus au nord de l'île Deer.

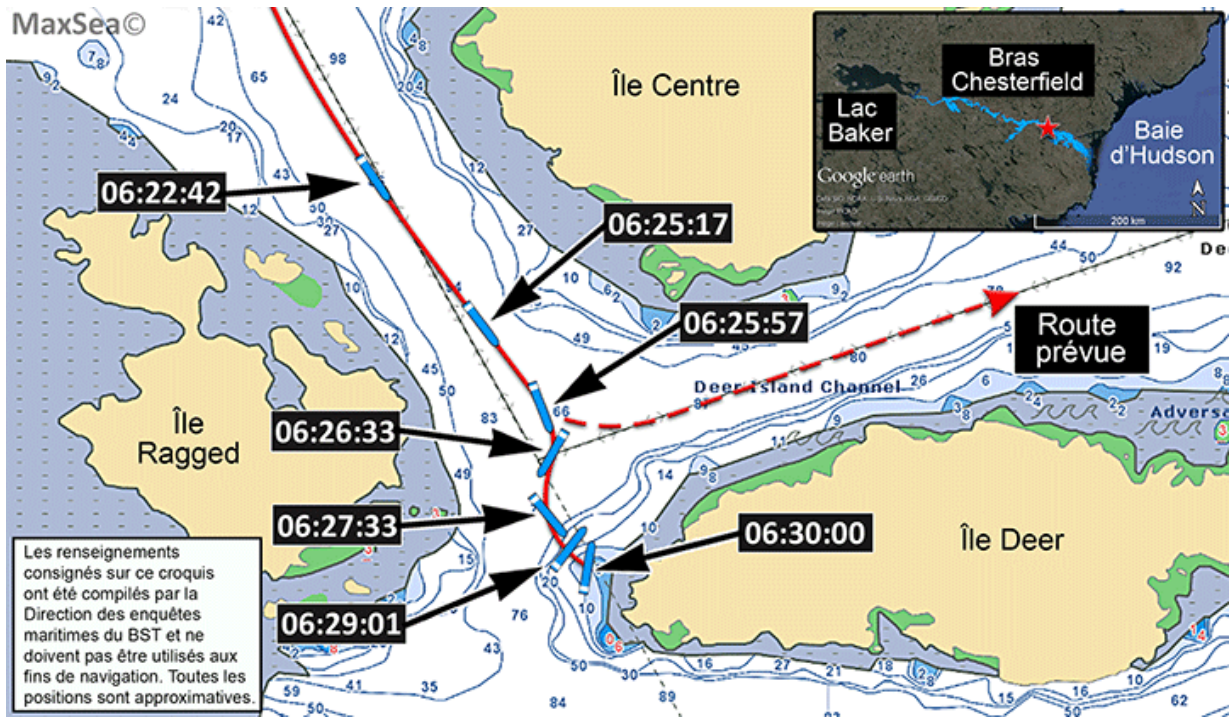
---

<sup>5</sup> Les vitesses sont exprimées en vitesse sur le fond dans le présent rapport, sauf indication contraire.

<sup>6</sup> L'enregistreur des données du voyage simplifié du navire a été utilisé pour établir toutes les références temporelles et les événements ayant mené à l'événement à l'étude.

<sup>7</sup> Pour naviguer, l'équipe à la passerelle utilisait la carte n° 5622 du Service hydrographique du Canada, qui montrait le changement de cap en approche de l'île Deer, mais n'allait pas plus loin. La carte suivante, n° 5621, montrait le changement de cap à l'île Deer ainsi que les routes ultérieures vers l'aval.

Figure 1. Route réelle et route prévue du *Nanny* entre le moment de la passation du commandement et celui du contact avec le fond



À 6 h 25 min 17 s, le capitaine a ordonné au timonier de mettre la barre à 10° sur bâbord pour amorcer le virage à la position prévue (figure 1). Le timonier a confirmé le commandement en le répétant, mais a mis la barre à 10° sur tribord. Quelques secondes après, le capitaine a ordonné au timonier de mettre la barre à 15°. Le timonier a regardé l'indicateur d'angle de barre et répété le commandement, mais a mis la barre à 15° sur tribord.

À 6 h 25 min 57 s, le capitaine a donné un autre commandement sur bâbord, tout en surveillant le navire au radar de tribord. Le timonier a demandé des éclaircissements sur la direction indiquée par le commandement. Le capitaine a ordonné de mettre la barre plus rapidement sans préciser la direction. Le timonier a alors déclaré que la barre était à 15° sur tribord. Le capitaine a ordonné de mettre la barre à bâbord toute. Le timonier a confirmé le commandement en le répétant et a mis à bâbord toute (35°). À 6 h 26 min 18 s, la route sur le fond était à 161°, le cap à 193 °G, et le navire tournait à tribord à raison de 93°/min. La vitesse était de 15,6 nœuds.

À 6 h 26 min 33 s, le *Nanny* était au point de changement de cap (71 °V) sur un cap au 202 °G (figure 1). La vitesse était de 13,4 nœuds. À 6 h 26 min 41 s, l'officier de quart a quitté son poste derrière la table des cartes et s'est placé debout juste derrière le capitaine. L'officier de quart a regardé le SCE sur le côté tribord et a commencé à énoncer diverses directions, y compris la route sur le fond, le relèvement au point de changement de cap manqué et le cap, sans toujours indiquer le paramètre auquel il faisait référence. Le capitaine a continué à surveiller le *Nanny* au radar alors que le navire commençait à tourner vers bâbord. La vigie a quitté la passerelle pour préparer l'ancre. Pendant les 3 minutes suivantes, le capitaine a continué à surveiller le *Nanny* au radar pendant que le navire revenait à bâbord, tout en prenant connaissance de l'information que l'officier de quart lui donnait. À un moment

donné au cours de ces 3 minutes, le capitaine a mis les machines en marche arrière<sup>8</sup>. À 6 h 29 min 1 s, le cap était au 46 °G et la vitesse était réduite à 4 nœuds. À 6 h 29 min 47 s, le cap du navire était au 16 °G et sa vitesse était de 0,2 nœud. La route sur le fond était à 126 °V.

À 6 h 30, le *Nanny* a touché le fond à 0,2 nm à l'ouest de l'île Deer à la position 63°37.2' N, 091°31.2' W (figure 1). Le cap du navire à ce moment était au 12 °G. Les machines et les propulseurs d'étrave ont été utilisés pour ramener le navire dans le chenal, et le *Nanny* a poursuivi son voyage pendant que l'équipage sondait les citernes et vérifiait s'il y avait des avaries. On a trouvé une fissure, d'environ 0,6 m de long, au droit de la citerne de ballast bâbord n° 3. De l'eau s'infiltrait par cette fissure.

À environ 10 h, le *Nanny* a mouillé au large de Chesterfield Inlet et l'officier de quart a quitté le bord comme prévu. Le capitaine a alors signalé l'événement à la compagnie, et celle-ci a ensuite informé Sécurité et sûreté maritimes de Transports Canada (SSMTC), à 12 h 30. À 13 h 26, le capitaine a signalé l'événement au Système de trafic de l'Arctique canadien (NORDREG). Vers 21 h, SSMTC a ordonné que le *Nanny* soit dérouté vers Coral Harbour pour faciliter les communications en attendant une « condition de classification<sup>9</sup> ».

Le 15 octobre, au vu du rapport d'avaries que le capitaine en second avait fourni à la compagnie, l'organisme reconnu a émis une condition de classification. Le *Nanny* a été autorisé à poursuivre son voyage, décharger sa cargaison, puis faire route vers le port le plus proche disposant de l'infrastructure voulue pour évaluer les avaries et effectuer les réparations nécessaires. Le *Nanny* a déchargé sa cargaison dans 4 ports situés le long de la côte du Labrador, puis est arrivé au port de St. John's (Terre-Neuve-et-Labrador) le 28 octobre. Il a été mis en cale sèche et inspecté pour constater les avaries. Les réparations ont ensuite été effectuées.

## 1.5 Avaries au navire

Une inspection effectuée à la suite de l'événement a révélé que la tôle de la citerne et les structures internes au droit des citernes de ballast à double fond du navire avaient subi des avaries (tableau 2). Le navire a été hors service du 28 octobre au 29 novembre 2014 pendant l'exécution des réparations en cale sèche.

---

<sup>8</sup> L'enquête du Bureau de la sécurité des transports du Canada n'a pas permis de préciser l'heure exacte à laquelle les machines ont été mises en marche arrière.

<sup>9</sup> Une condition de classification, qui est émise par un organisme reconnu, peut exiger que certaines mesures soient prises, comme des réparations ou des inspections, et ce, dans un laps de temps déterminé, pour que le navire reste conforme aux critères dudit organisme.

Tableau 2. Avaries subies par les citernes de ballast<sup>10</sup>

Numéro de citerne	Emplacement des avaries	Description des avaries
1	Fond tribord	Déformation de la tôle et des structures internes
2	Côté tribord	Déformation de la tôle et des structures internes, fissure de la tôle
3	Fond tribord	Déformation de la tôle et des structures internes
3	Fond bâbord	Déformation de la tôle et des structures internes, perforation de la tôle
4	Fond tribord	Déformation de la tôle et des structures internes
5	Fond tribord	Déformation de la tôle et des structures internes
6	Fond tribord	Déformation de la tôle et des structures internes

## 1.6 Certificats du navire

Le *Nanny* était certifié et équipé conformément aux règlements en vigueur. En 2013, Det Norske Veritas (DNV) avait délivré au navire un certificat de gestion de la sécurité, et ce certificat était toujours valide. Auparavant, en 2009, DNV avait délivré au *Nanny* une attestation de conformité volontaire au Code international de gestion pour la sécurité de l'exploitation des navires et la prévention de la pollution (Code ISM).

Le certificat d'effectif minimal de sécurité indiquait que les quarts étaient établis selon un système de quarts à 2 bordées (6 heures de service et 6 heures de repos). La compagnie affectait normalement un officier de navigation supplémentaire au *Nanny* de manière à en avoir 2 sur la passerelle pendant les navettes vers Baker Lake. Le 3<sup>e</sup> officier avait été affecté à ce titre pour la période des navettes d'octobre 2014.

## 1.7 Brevets et expérience du personnel

Le capitaine était titulaire d'un brevet de capitaine au long cours valide obtenu en 2006 et naviguait depuis 1972, exerçant diverses fonctions. Il était capitaine à bord de pétroliers depuis 1990, moment où il a commencé à travailler pour la Coastal Shipping Limited. Il avait transité de nombreuses fois par le bras Chesterfield, à bord du *Nanny* et d'autres pétroliers. En 2014, il a été capitaine à bord du *Nanny* à différentes périodes, dont une en juin, puis à partir du 6 octobre, date à laquelle il avait quitté le pétrolier *Travestern* pour rembarquer sur le *Nanny*. En avril 2008, le capitaine avait participé à une formation officielle de 30 heures en gestion des ressources à la passerelle (GRP)<sup>11</sup>.

<sup>10</sup> Les renseignements sur les avaries ont été extraits de rapports d'inspection de l'organisme reconnu (3 novembre 2014 et 28 novembre 2014) et d'un rapport d'inspection de chantier produit par un entrepreneur privé (19 novembre 2014).

<sup>11</sup> Cette formation était conforme à la publication TP 13117 de Transports Canada intitulée *Programme de formation en gestion des ressources à la passerelle*, révision 01 (septembre 1999) ainsi qu'à la *Convention internationale sur les normes de formation des gens de mer, de délivrance des brevets et de veille*, STCW 95, chapitre VIII, partie 3-1.

L'officier de quart avait travaillé à bord de plusieurs navires depuis 1982 et initialement obtenu un brevet d'officier de pont de quart en 1986. Il était titulaire d'un brevet valide d'officier de pont de quart, à proximité du littoral, délivré en 2008. Il comptait à son actif environ 100 jours de service en qualité d'officier de quart, ayant principalement travaillé à titre de matelot de pont / timonier. Il a embarqué pour la première fois sur le *Nanny* le 28 septembre 2014 en tant que 3<sup>e</sup> officier. Il n'avait participé à aucune formation en GRP, ce qui n'était d'ailleurs pas requis.

Le timonier était titulaire d'un brevet valide de matelot de quart à la passerelle délivré en 2013 et avait embarqué pour la première fois sur le *Nanny* le 1<sup>er</sup> août 2014. C'était la première fois qu'il travaillait sur un navire commercial. Il avait à son actif environ 8 ans d'expérience sur des bateaux de pêche. Il n'avait participé à aucune formation en GRP, ce qui n'était d'ailleurs pas requis.

## 1.8 Conditions environnementales

Au moment de l'événement, le bâtiment naviguait à la noirceur. La visibilité était bonne, le ciel était couvert, et des vents variables soufflaient à moins de 5 nœuds. Il était prévu une marée basse de 0,4 m à 9 h 52 à l'île Norton<sup>12</sup>, et le courant de jusant, selon les calculs, devait varier de 2 à 5 nœuds.

## 1.9 Opérations de ravitaillement en carburant à Baker Lake

Le *Nanny* est l'un des 2 pétroliers-navettes qui servent à ravitailler en carburant les citernes à terre de Baker Lake. Ces pétroliers-navettes reçoivent leur cargaison de pétroliers de plus grande taille, ancrés près de l'île Helicopter, à 32 nm de l'entrée du lac Baker. En général, les livraisons de carburant débutent en juillet et se poursuivent jusqu'à ce que les citernes à terre de Baker Lake soient pleines. Elles recommencent ensuite vers la fin de la saison, en octobre, pour remplir les citernes avant l'hiver. En 2014, les pétroliers-navettes ont effectué 21 livraisons à Baker Lake, dont 6 en octobre.

De la baie d'Hudson à l'île Helicopter, il y a 107 nm, soit au moins 8 heures de navigation. Une fois à l'île Helicopter, les pétroliers-navettes embarquent du carburant pendant 12 à 24 heures, puis naviguent sur la distance de 72 nm qui les sépare encore de l'agglomération de Baker Lake, soit au moins 5 heures de navigation. En fonction du volume à bord, il faut 12 à 24 heures pour décharger la cargaison au terminal de Baker Lake. Ensuite, les pétroliers-navettes repartent vers l'île Helicopter. Ainsi, pour faire l'aller-retour entre l'île Helicopter et le lac Baker, il faut compter un minimum d'environ 30 heures, et il faut synchroniser le voyage de manière à traverser le passage Chesterfield à marée haute (annexe C). Les pétroliers-navettes effectuent plusieurs voyages pour ravitailler les citernes à terre. Chaque voyage peut durer jusqu'à une semaine.

---

<sup>12</sup> L'île Norton se trouve à 2,5 nm à l'est du passage Chesterfield (annexe C).

## 1.10 Heures de travail et de repos

L'Organisation maritime internationale (OMI) et l'Organisation internationale du Travail (OIT) requièrent des administrations maritimes la reconnaissance du danger découlant de la fatigue, en particulier dans le cas du personnel dont les fonctions ont une incidence sur la sécurité d'exploitation d'un navire. La *Convention internationale sur les normes de formation des gens de mer, de délivrance des brevets et de veille* (STCW) et la *Convention du travail maritime* (CTM) stipulent que les navigants affectés aux fonctions d'officier ou de matelot de quart, y compris tout personnel dont les tâches ont une incidence sur la sécurité de la navigation, sur la prévention de la pollution ainsi que sur la sûreté et la sécurité de l'exploitation du navire, doivent bénéficier de périodes de repos comme suit :

- minimum de 10 heures de repos par période de 24 heures;
- minimum de 77 heures de repos par période de 7 jours;
- heures de repos quotidiennes réparties au maximum entre 2 périodes;
- intervalle entre les périodes de repos ne dépassant pas 14 heures;
- au moins 1 des périodes de repos d'une durée minimale de 6 heures.

La STCW et la CTM requièrent la tenue de registres des heures quotidiennes selon un modèle normalisé, pour permettre la surveillance et la vérification de la conformité<sup>13, 14</sup>.

Le système de gestion de la sécurité (SGS) de la compagnie établissait des exigences en matière d'heures de repos conformes à celles de la STCW<sup>15</sup>. La pratique voulait que chaque membre de l'équipage consigne ses heures de repos dans une feuille de calcul à l'ordinateur du navire. Cette feuille comportait 3 colonnes et le logiciel totalisait automatiquement les heures de travail et de repos et le total des heures de repos par période de 7 jours. Une des responsabilités globales du capitaine était de s'assurer que ces données étaient enregistrées et périodiquement envoyées à terre, mais en pratique c'était le capitaine en second qui veillait à ce que tous les renseignements soient consignés tous les mois. Ces documents étaient classés à terre par la compagnie et examinés, sur demande, dans le cadre de vérifications et d'examens planifiés. Rien n'indique que ces heures avaient été examinées.

Dans le SGS, il était expliqué que

[Traduction]

les heures de repos sont considérées comme du temps pendant lequel un membre d'équipage n'a pas à travailler. Comme il y a de nombreuses choses à faire pendant ce temps libre, il incombe aux membres d'équipage de veiller à

<sup>13</sup> *Convention internationale sur les normes de formation des gens de mer, de délivrance des brevets et de veille*, article A-VIII/1, Aptitude au service et organisation de la veille.

<sup>14</sup> *Convention du travail maritime*, 2006, Règle 2.3 – Durée du travail ou du repos.

<sup>15</sup> Les heures de travail et de repos à bord des navires canadiens sont régies par le Règlement sur le personnel maritime (RPM). La conformité à la Convention internationale sur les normes de formation des gens de mer, de délivrance des brevets et de veille satisfait aux exigences du RPM.

dormir suffisamment pendant leurs heures de repos pour éviter la fatigue pendant leur période de travail suivante. Les courtes pauses ne sont pas considérées comme des heures de repos et doivent être consignées comme du temps de travail.

Il était également précisé dans le SGS que si un membre d'équipage était en disponibilité pendant une période de repos et que la période de repos normale était interrompue en raison d'un appel au travail, une période de repos compensatoire adéquate devait lui être accordée.

Le BST a examiné les horaires de travail et de repos de 7 membres de l'équipage pour les 2 semaines précédant le contact avec le fond : les horaires du capitaine, du capitaine en second, du second officier, du 3<sup>e</sup> officier, du maître d'équipage et de 2 matelots de pont. À l'exception de celui du capitaine et de l'officier de quart, aucun des horaires n'était conforme au SGS. En l'occurrence, 5 des 7 membres d'équipage avaient travaillé plus de 14 heures au moins une fois au cours des 2 semaines précédant l'événement. Un des matelots de pont n'avait pas bénéficié des heures minimales de repos quotidien pendant 7 des 14 jours examinés, ce qui signifie qu'il y avait également une non-conformité à l'exigence d'heures minimales de repos hebdomadaire. Dans 1 cas, un membre d'équipage avait bénéficié de 1 période de congé compensatoire. Au cours de l'enquête sur un événement antérieur<sup>16</sup>, on avait collecté 12 horaires de travail et de repos de membres d'équipage du *Nanny*. L'examen de ces horaires avait permis de constater que 5 contrevenaient au SGS de la compagnie.

## 1.11 Fatigue

La fatigue est la réponse corporelle à un manque de sommeil ou une perturbation du sommeil et peut nuire au rendement, ce qui augmente le risque d'incidents et d'accidents<sup>17</sup>. La fatigue peut résulter d'un ou de plusieurs des 6 facteurs de risque suivants : perturbations aiguës du sommeil, perturbations chroniques du sommeil, état de veille continu, perturbations des rythmes circadiens, troubles du sommeil ou autres troubles médicaux et psychologiques, et maladies ou prise de médicaments influant sur le sommeil ou induisant de la somnolence.

Dans 14 (soit 11 %) des 128 enquêtes maritimes effectuées par le BST depuis 2002, la fatigue a été constatée comme fait établi<sup>18</sup>. Au nombre de ces événements, 5 (soit 36 %) ont été cause de décès ou de disparitions.

<sup>16</sup> Rapport d'enquête maritime du BST M12H0012 (*Nanny*).

<sup>17</sup> T. Raslear, S. Hursh et H. Van Dongen, « Predicting cognitive impairment and accident risk », dans H.P.A. Van Dongen et G.A. Kerkhof (dir.), « Human sleep and cognition. Part II : Clinical and applied research », *Progress in Brain Research*, vol. 190 (2011), Amsterdam, Elsevier, p. 155-167.

<sup>18</sup> Rapports d'enquête du BST M12L0147 (*Tundra*), M12F0011 (*Viking Storm* et *Maverick*), M12N0017 (*Beaumont Hamel*), M11W0091 (*F.W. Wright*), M09W0064 (*Velero IV* et *Silver Challenger II*), M08C0024 (*Algomarine*), M07L0158 (*Nordik Express*), M06F0024 (*Picton Castle*), M06W0052 (*Queen of the North*), M06N0014 (*Kometik*), M05C0063 (*Michipicoten*), M04L0092 (*Horizon*), M02C0011 (*Progress* et *Pitts Carillon*) et M02L0061 (*Kent*).



En 2014, à la lumière de plusieurs incidents maritimes où la fatigue a été considérée comme un facteur déterminant, les autorités chargées du contrôle des navires par l'État du port de divers pays ont procédé à une campagne d'inspection concentrée (CIC). La CIC portait en particulier sur la conformité aux heures de repos prescrites dans la STCW. Dans le cadre d'une campagne conjointe entre les régions des protocoles d'entente (PE) de Paris et de Tokyo, 4041 inspections ont été effectuées sur une période de 3 mois. La CIC a permis de constater que la conformité aux heures de repos prescrites était insatisfaisante. L'analyse des lacunes a montré que les heures de repos n'étaient pas enregistrées correctement dans 449 cas (soit 11 %) et que le personnel de quart ne bénéficiait pas de suffisamment de repos dans 203 cas (soit 5 %)<sup>19</sup>.

### 1.11.1 Facteurs de risque de fatigue

Le BST prend en compte 6 facteurs de risque pour juger s'il y a fatigue ou non. Ces facteurs de risque sont établis en fonction des heures de travail et de repos des membres d'équipage, des heures de sommeil réel obtenues (si disponibles) et des données personnelles particulières liées au sommeil. Les annexes D et E donnent des détails supplémentaires sur les heures de travail et de repos ainsi que les définitions des facteurs de risque. Le BST a utilisé les critères établis de chacun des 6 facteurs de risque de fatigue pour déterminer si certains de ces facteurs étaient présents ou non chez les 3 membres clés de l'équipe à la passerelle dans l'événement à l'étude.

Les horaires de travail et de repos des 3 membres clés de l'équipe à la passerelle en cause dans l'événement (le capitaine, l'officier de quart et le timonier) ont été analysés sur la durée de la semaine précédant l'accident. Pendant cette période, le capitaine n'avait pas été affecté à un quart, mais travaillait chaque fois que cela était nécessaire. L'officier de quart et le timonier travaillaient au rythme de 6 heures de travail et 6 heures de repos (système 6/6); ils étaient en service de 6 h à 12 h et de 18 h à 0 h.

Les heures de sommeil du capitaine ont montré que, avant l'événement, il avait été éveillé pendant 13,5 heures, depuis 17 h le jour précédent. Au cours des 24 heures précédant l'événement, il avait fait une sieste de 3 heures et, au cours des 24 heures antérieures, il avait fait une sieste de 4 heures à la suite d'une période d'état de veille continu de 17 heures. En remontant encore au jour précédent, il avait une période de 22 heures d'état de veille continu.

Les heures de repos du timonier ont indiqué que, au cours des 7 jours précédant l'événement, il avait travaillé pendant 106 heures avec seulement 62 heures de repos enregistrées. Trois jours avant l'événement, il n'avait eu que 2 périodes de repos de 4 heures

---

<sup>19</sup> Protocole d'entente de Paris sur le contrôle des navires par l'État du port, *Report of the 2014 Concentrated Inspection Campaign (CIC) on STCW Hours of Rest*, 15 décembre 2014 (en anglais seulement), <https://www.parismou.org/sites/default/files/Results%20of%20CICHours%20of%20Rest%202014%20final%20-%20public.pdf> (dernière consultation : 11 septembre 2015).

chacune. Avant l'événement, il avait travaillé de 18 h jusqu'à environ 3 h et s'attendait à être appelé à 8 h, au lieu de quoi il l'a été pour le quart de 6 h.

L'officier de quart n'a pas été tenu de faire des heures supplémentaires en-dehors du système 6/6 normal pendant la semaine qui a précédé l'événement. Cependant, alors qu'il s'attendait à commencer à 8 h le matin de l'événement, tout comme le timonier, il a été appelé à 6 h.

L'analyse du BST a révélé que 3 des 6 facteurs de risque de fatigue étaient présents chez le capitaine et le timonier : perturbations aiguës du sommeil, perturbations chroniques du sommeil et désynchronisation des rythmes circadiens. Il est possible que des facteurs de risque de fatigue supplémentaires aient été présents pour tous les 3 (tableau 3).

Tableau 3. Facteurs de risque de fatigue pour le capitaine, le timonier et l'officier de quart

Facteur de risque de fatigue	Capitaine	Timonier	Officier de quart
Perturbation aiguë du sommeil	Présente	Présente	Possiblement présente
Perturbation chronique du sommeil	Présente	Présente	Possiblement présente
Désynchronisation des rythmes circadiens	Présente	Présente	Non présente
Perturbation des cycles circadiens – moment de la journée	Possiblement présente	Possiblement présente	Possiblement présente
État de veille continu	Possiblement présent	Non présent	Non présent
Troubles du sommeil	Non présents	Non présents	Non présents
Troubles médicaux et psychologiques	Non présents	Non présents	Non présents

### 1.11.2 Programmes de gestion de la fatigue

Un programme de gestion de la fatigue (PGF) constitue un moyen reconnu de gestion proactive de la fatigue du personnel d'exploitation. Il peut inclure la planification adéquate des heures de travail et de repos, une formation de sensibilisation à la fatigue ainsi que le recours à des stratégies de maintien de la vigilance et à des mécanismes de consignation de la fatigue pour surveiller les niveaux réels de fatigue opérationnelle. Dans le secteur ferroviaire, Transports Canada (TC) a élaboré le document intitulé *Programmes de gestion de la fatigue : Exigences et guide d'évaluation* pour aider les compagnies de chemin de fer à mettre au point un PGF. Les compagnies doivent déposer leur PGF auprès de TC pour être conformes aux *Règles relatives au temps de travail et de repos du personnel d'exploitation ferroviaire*<sup>20</sup>. Le document de TC préconise que les PGF tiennent compte, sans s'y limiter, des éléments suivants : sensibilisation et formation, méthodes d'établissement des horaires, gestion des

<sup>20</sup> Transports Canada, *Règles relatives au temps de travail et de repos du personnel d'exploitation ferroviaire*, février 2011, [www.tc.gc.ca/media/documents/securiteferroviaire/tc\\_o\\_0-140.pdf](http://www.tc.gc.ca/media/documents/securiteferroviaire/tc_o_0-140.pdf) (dernière consultation : 9 septembre 2015).

situations d'urgence, stratégies destinées à assurer la vigilance, environnements de repos, politiques de mise en œuvre, évaluation des PGF et efficacité de la gestion des équipes<sup>21</sup>. En outre, aux termes du *Règlement de 2015 sur le système de gestion de la sécurité ferroviaire*<sup>22</sup>, la compagnie ferroviaire doit appliquer les principes de la science de la fatigue lors de la planification du travail de ses employés.

Dans le secteur de l'aviation civile, les exploitants ne sont pas tenus d'adopter un PGF, mais TC fournit des outils pour ceux qui souhaitent le faire volontairement<sup>23</sup>. Les compagnies de transport maritime ne sont pas tenues de mettre en œuvre un PGF, et celle qui exploite le *Nanny* n'en avait pas.

Bien que la formation au sujet de la fatigue ne soit pas obligatoire, il y avait à bord du navire quelques vidéos de sensibilisation à la sécurité portant sur différents thèmes, dont une sur la fatigue, intitulée *Minimizing Fatigue, Maximizing Performance*. L'équipage était censé regarder ces vidéos, qui étaient à bord depuis environ un an avant l'événement, pendant les réunions ordinaires portant sur la santé et la sécurité au travail. Au moment de l'événement, l'équipage n'avait pas regardé la vidéo sur la fatigue. Aucun des membres de l'équipe à la passerelle n'avait participé à une formation de sensibilisation à la fatigue, de gestion de la fatigue ou de stratégies visant à maintenir la vigilance. Ils n'étaient d'ailleurs pas tenus de le faire.

### 1.12 Examens médicaux d'acuité auditive

La norme de l'OMI sur les examens médicaux des gens de mer est définie par l'OIT. Les directives de l'OIT<sup>24</sup> fournissent des critères reconnus à l'échelle internationale à l'intention des administrations maritimes. Les examens médicaux garantissent que les gens de mer

[...] justifient d'une acuité auditive et d'une élocution satisfaisantes pour communiquer avec efficacité et percevoir tout signal d'alarme audible; [et] ne présentent aucun état pathologique et ne sont atteints d'aucun trouble ou d'aucune déficience de nature à empêcher l'exécution efficace et sûre de leurs tâches courantes et d'urgence à bord [...]<sup>25</sup>.

<sup>21</sup> Transports Canada, *Programmes de gestion de la fatigue : Exigences et guide d'évaluation*, 1<sup>er</sup> mars 2011, [www.tc.gc.ca/media/documents/securiteferroviaire/gestion\\_fatigue.pdf](http://www.tc.gc.ca/media/documents/securiteferroviaire/gestion_fatigue.pdf) (dernière consultation : 9 septembre 2015).

<sup>22</sup> Règlement de 2015 sur le système de gestion de la sécurité ferroviaire (DORS/2015-26), article 28.

<sup>23</sup> Transports Canada, *Système de gestion des risques liés à la fatigue pour le milieu aéronautique canadien – Boîte à outils*, [www.tc.gc.ca/fra/aviationcivile/normes/sgs-sgrf-menu-634.htm](http://www.tc.gc.ca/fra/aviationcivile/normes/sgs-sgrf-menu-634.htm) (dernière consultation : 18 septembre 2015).

<sup>24</sup> Organisation internationale du Travail, *Directives relatives aux examens médicaux des gens de mer*, 2013, [www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed\\_dialogue/---sector/documents/normativeinstrument/wcms\\_174795.pdf](http://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed_dialogue/---sector/documents/normativeinstrument/wcms_174795.pdf) (dernière consultation : 18 septembre 2015).

<sup>25</sup> Ibid.

En outre, les directives de l'OIT indiquent que pendant l'examen des gens de mer : « Le poste occupé par l'intéressé – ou pour lequel il est candidat – à bord et, autant que possible, les exigences propres à cet emploi sur les plans physique et mental ainsi que le type de voyages prévus devraient être déterminés<sup>26</sup>. »

Pour contrôler l'acuité auditive des gens de mer, les directives de l'OIT recommandent d'utiliser

[une méthode normalisée de] contrôle de l'audition au moyen d'un audiomètre à tonalité pure [aux fréquences de 500 à 3000 Hz]. Les autres méthodes d'évaluation reposant sur des tests validés et standardisés mesurant l'altération de la reconnaissance de la voix sont également acceptables. Les tests de perception de la voix haute et de la voix chuchotée peuvent être utiles pour des évaluations pratiques rapides. [...] La capacité auditive des marins [...] doit être en moyenne d'au moins 30 dB (sans correction) pour la meilleure des deux oreilles et en moyenne de 40 dB (sans correction) pour la moins bonne aux fréquences de 500, 1000, 2000 et 3000 Hz (ce qui correspond approximativement à la perception de la voix à des distances, respectivement, de 3 et 2 m)<sup>27</sup>.

Les normes de l'OIT définissent les impératifs de capacité auditive de ceux qui exercent des fonctions sur le pont ou à la passerelle, recommandant qu'outre de réussir le test d'audition au moyen d'un audiomètre, ils soient capables de percevoir la voix chuchotée à une distance de 3 m. De plus, « Un équipement approprié doit être utilisé pour mesurer l'acuité auditive, l'acuité visuelle, la perception des couleurs et la vision nocturne, notamment pour les candidats qui seront affectés à des fonctions de veille<sup>28</sup>. »

Au Canada, TC désigne les médecins examinateurs de la marine (MEM) chargés d'effectuer les examens médicaux, dont les tests d'audition, aux termes du *Règlement sur le personnel maritime* (RPM)<sup>29</sup>. Le RPM stipule que les examens médicaux maritimes respectent les normes définies par l'OIT. Pour aider les MEM, TC fournit également un document intitulé *Examen médical des navigants – Guide du médecin*. Ce guide stipule que des tests subjectifs continueront d'être utilisés pour évaluer l'audition, et le navigant doit être capable d'entendre convenablement une conversation, à défaut de quoi un audiogramme doit être fourni<sup>30</sup>.

Avant 2013, les MEM devaient effectuer un test de conversation et un test de voix chuchotée à une distance de 2 m. Toutefois, après sa dernière mise à jour en 2013, le guide ne mentionne plus l'obligation d'effectuer un test de voix chuchotée. Résultat : selon la version actuelle des directives, les MEM doivent procéder uniquement à un test de conversation au

---

<sup>26</sup> Ibid.

<sup>27</sup> Ibid.

<sup>28</sup> Ibid.

<sup>29</sup> Règlement sur le personnel maritime, DORS/2007-115, article 270.

<sup>30</sup> Transports Canada, *Examen médical des navigants – Guide du médecin*, TP 11343F, 25 mars 2013,

cours d'un examen médical maritime, et ce, même pour ceux qui exercent des fonctions sur le pont, à la passerelle ou de veille.

Le capitaine du *Nanny* avait un certificat médical valide délivré par TC et avait constamment réussi les tests subjectifs de conversation et de voix chuchotée à une distance de 2 m avant 2013. En 2013, le capitaine a réussi le test subjectif de conversation et un test d'audiométrie partiel dans la plage des fréquences plus basses de 500 à 1000 Hz. En mai 2015, le capitaine a réussi le test de conversation, mais n'a pas subi de test d'audiométrie.

En août 2015, à la demande du BST, le capitaine a été soumis à un contrôle d'audition effectué par un médecin indépendant. Ce contrôle comprenait un test d'audiométrie dans la plage de fréquences de 500 à 8000 Hz. Le capitaine a réussi le test de conversation, mais échoué le test de voix chuchotée à une distance de 2 m et de 3 m. Le chuchotement atteint environ 20 dB dans la plage de 2000 à 4000 Hz (il s'agit d'une approximation, car le son conversationnel peut varier en fonction de l'intensité et de la tonie<sup>31</sup>). L'audiogramme du capitaine indiquait des déficiences dans la plage de 1000 Hz à 8000 Hz. Plus précisément, le capitaine avait une perte auditive de moyenne à sévère au-delà de 2500 Hz. Il s'agissait probablement d'une perte auditive due au bruit ou à l'âge.

### 1.13 Évaluation des risques liés à la navigation

L'évaluation des risques liés à la navigation comprend le repérage, l'analyse et l'atténuation des dangers courus par les navires circulant dans une voie navigable, et a pour objectif d'accroître la sécurité de la navigation. Une évaluation de ce type est particulièrement importante dans les voies navigables éloignées et difficiles, catégorie à laquelle appartient le bras Chesterfield parce que la navigation y est complexe et qu'il ne s'y trouve pas d'aides lumineuses.

En 2006, la compagnie qui exploite le *Nanny* a organisé une réunion avec ses capitaines chevronnés pour évaluer les risques liés à la navigation associés au service de livraison de carburant à Baker Lake en transitant par le bras Chesterfield. Les décisions prises qui y ont été consignées, mais la compagnie n'a pas été en mesure de remettre au BST de document en faisant état, car les documents n'existent plus.

Toutefois, certaines mesures ont été prises pour atténuer les risques, notamment

- élaboration d'une liste de contrôle de sécurité à l'entrée dans des eaux restreintes;
- désignation de certaines zones du bras Chesterfield comme eaux restreintes;
- imposition d'un tirant d'eau maximal de 4,6 m pour le passage Chesterfield;
- limitation des transits par le passage Chesterfield à l'étable des marées hautes;
- adoption d'une règle exigeant la présence du capitaine, ou du capitaine en second, en compagnie de l'officier de quart pendant la traversée des eaux restreintes.

---

<sup>31</sup> John Tracy Clinic, *Audiogram of familiar sounds*, 2012, adapté de American Academy of Audiology ([www.audiology.org](http://www.audiology.org)); J. Northern et M. Down, *Audiogram of familiar sounds*, 2002; D. Ling et A. Ling, *Aural Habilitation*, 1978.

### 1.13.1 Aides à la navigation dans le bras Chesterfield

Lorsque la Garde côtière canadienne (GCC) conçoit ou modifie un système d'aides à la navigation, une analyse de niveau de service est requise pour cerner et atténuer les risques conformément aux niveaux de service publiés par la GCC. En raison de la courte saison d'été dans l'Arctique, le processus de collecte des données se déroule sur plusieurs années. Les données réunies au cours d'une analyse de niveau de service aident à choisir les aides appropriées pour que la prestation de services soit conforme à l'objectif de disponibilité stipulé dans les directives du programme d'aides à la navigation de la GCC.

En 2010, la GCC a reçu 30 demandes d'aides supplémentaires ou de modification d'aides à la navigation situées dans l'Arctique, dont l'installation de feux sur les 2 ensembles de balises d'alignement du passage Chesterfield et de 1 bouée sur le récif Skua. Le passage Chesterfield et le récif Skua sont situés, respectivement, à environ 85 nm et 45 nm à l'ouest du lieu de l'événement à l'étude. En avril 2011, lors de la réunion du Sous-comité des aides à la navigation et de cartographie de la Commission consultative maritime de l'Arctique, coprésidée par la GCC et 1 membre de l'industrie du transport maritime, plusieurs des demandes concernant l'Arctique ont été considérées comme hautement prioritaires.

En 2013, la GCC a commencé une analyse de niveau de service pour repérer les configurations du trafic et les dangers de la navigation dans le bras Chesterfield. On a effectué un levé géomatique des aides fixes installées dans le bras Chesterfield (17 ensembles de balises d'alignement sans feu et un feu de référence), et il reste encore à en analyser les résultats. Pour compléter l'analyse, il faut des données hydrographiques plus précises. Un levé est planifié à cet effet à l'été 2016.

Dans son rapport d'automne 2014, la commissaire à l'environnement et au développement durable constate ce qui suit :

[...] malgré des demandes répétées de la part de l'industrie du transport maritime visant la mise en place de nouvelles aides à la navigation ou la modification d'aides existantes à 30 emplacements dans l'Arctique, la Garde côtière avait examiné seulement deux de ces emplacements. Les intervenants de l'industrie se sont dits préoccupés du peu de progrès réalisé dans le traitement de leurs demandes<sup>32</sup>.

En mai 2015, au Conseil consultatif maritime canadien de la Région des Prairies et du Nord, la compagnie qui exploite le *Nanny* a fait valoir que le problème le plus important dans les livraisons de carburant aux agglomérations de l'Arctique concernait l'infrastructure disponible, dont les feux d'alignement. La GCC a indiqué aux participants que la demande

---

<sup>32</sup> Bureau du vérificateur général du Canada, *Automne 2014 – Rapport de la commissaire à l'environnement et au développement durable*, chapitre 3 – La navigation maritime dans l'Arctique canadien, p. 12, par. 3.29, [www.oag-bvg.gc.ca/internet/Francais/parl\\_cesd\\_201410\\_03\\_f\\_39850.html](http://www.oag-bvg.gc.ca/internet/Francais/parl_cesd_201410_03_f_39850.html) (dernière consultation : 18 septembre 2015).

de nouvelles aides ou de modification d'aides existantes dans le bras Chesterfield restait hautement prioritaire.

### 1.14 *Gestion des ressources à la passerelle*

La GRP consiste à gérer et à utiliser efficacement toutes les ressources humaines et techniques à la disposition de l'équipe à la passerelle pour assurer la sécurité du voyage. La GRP intègre des concepts de communication, de travail d'équipe, de résolution de problèmes, de prise de décisions et de conscience situationnelle. En plus de leurs fonctions habituelles, les officiers de navigation doivent faire équipe pour s'assurer qu'ils ont une compréhension commune de la manière dont le voyage se déroulera et pour faire face aux urgences qui surviennent. Plus spécifiquement, il incombe aux membres de l'équipe à la passerelle de toujours être attentifs à la situation globale en plus de s'acquitter de leurs tâches individuelles. Il leur appartient également de travailler en équipe afin de prévenir toute défaillance ponctuelle pouvant se produire lorsque seulement une personne est chargée d'une fonction essentielle à la sécurité sans auxiliaire pour l'aider à repérer de possibles erreurs. La GRP nécessite de communiquer de manière efficace, de jouer un rôle actif en navigation et en surveillance ainsi que de faire usage de toutes les données de navigation disponibles pour être en mesure de déceler les erreurs du matériel ou les erreurs humaines.

Le capitaine avait participé à une formation en GRP, mais aucun des autres membres de l'équipe à la passerelle ne l'avait fait.

#### 1.14.1 *Exigences réglementaires sur la formation en gestion des ressources à la passerelle*

Actuellement, TC n'exige pas que les officiers de quart à la passerelle participent à une formation en GRP afin d'obtenir ou de conserver leur brevet ou certificat de compétence. Toutefois, TC définit des normes sur une formation en GRP facultative, incluant un volet sur la conscience situationnelle<sup>33</sup>. La compagnie avait fait en sorte que le capitaine participe à une formation en GRP en 2012, mais aucun autre membre de l'équipe à la passerelle n'avait reçu cette formation ni n'était tenu de le faire.

TC a proposé des modifications au RPM requérant une formation en navigation électronique simulée (NES) pour la délivrance de nouveaux brevets ou certificats ainsi que pour le renouvellement des brevets ou certificats existants. TC a également proposé des modifications visant à intégrer des compétences en GRP opérationnelle aux cours de formation de niveau 1 (NES I) et de niveau 2 (NES II)<sup>34</sup>.

---

<sup>33</sup> Transports Canada TP 13117, *Programme de formation en gestion des ressources à la passerelle*, révision 01, septembre 1999, [www.tc.gc.ca/publications/EN/TP13117/PDF%5CHR/TP13117E.pdf](http://www.tc.gc.ca/publications/EN/TP13117/PDF%5CHR/TP13117E.pdf) (en anglais) (dernière consultation : 18 septembre 2015).

<sup>34</sup> Transports Canada, TP 4958, *Cours de navigation électronique simulée*, [www.tc.gc.ca/fra/securitemaritime/tp-tp4958-menu-1830.htm](http://www.tc.gc.ca/fra/securitemaritime/tp-tp4958-menu-1830.htm) (dernière consultation : 14 janvier 2016).

## 1.15 Planification du voyage

Selon les directives de l'OMI<sup>35</sup>, il est toujours nécessaire d'établir un plan pour le voyage (ou la traversée) d'un poste à quai à l'autre afin d'assurer la sécurité du navire au cours du voyage prévu. Un plan de voyage fournit aux membres de l'équipe à la passerelle un modèle commun à partir duquel travailler. Planifier le voyage offre également à l'équipe à la passerelle la possibilité de repérer, d'évaluer et d'atténuer les risques susceptibles de compromettre la sécurité du voyage. En outre, l'OMI constate que les navires exploités dans l'Arctique et dans l'Antarctique sont exposés à plusieurs risques uniques en leur genre, notant que de mauvaises conditions météorologiques et le manque relatif de cartes, systèmes de communication et autres aides à la navigation de bonne qualité constituent un enjeu de taille pour les marins<sup>36</sup>.

Le SGS de la compagnie était conforme aux directives de l'OMI sur la planification du voyage. Les 4 étapes distinctes suivantes y étaient indiquées comme faisant partie intégrante de la planification du voyage :

1. Évaluation de toute l'information disponible sur le voyage prévu, dont examen des cartes et publications, prévision de l'état du navire, évaluation des dangers prévus, collecte de données sur les marées locales, etc.;
2. Planification du voyage prévu, dont les caps, points de cheminement, distances, zones dangereuses, parallèles tracées à l'alidade mécanique pour toutes cibles visibles comprises dans les 6 nm de la route prévue, etc.;
3. Exécution du plan de voyage en tenant compte des conditions existantes et des points d'abandon;
4. Surveillance continue de la progression du navire par rapport au plan du voyage.

En particulier, le SGS indiquait d'inclure les éléments suivants dans le plan de voyage :

- zones interdites;
- intervalle minimal de 15 minutes relativement à la détermination de la position dans des eaux restreintes, ou plus souvent au besoin ou si indiqué dans les ordres permanents du capitaine;
- zones dans lesquelles le navire doit respecter des conditions particulières de charge ou de marée;
- repérage des eaux restreintes.

Le second officier avait élaboré le plan de voyage du trajet aval de l'île Helicopter à Nain (Labrador). Une partie de ce voyage se déroulait dans des eaux restreintes comme défini par

---

<sup>35</sup> Organisation maritime internationale (OMI), Résolution A.893(21), *Directives pour la planification du voyage*, 4 février 2000.

<sup>36</sup> Organisation maritime internationale (OMI), « Ships Operating in Polar Regions » (navires exploités dans les eaux polaires), 2015, [www.imo.org/fr/OurWork/Safety/SafetyTopics/Pages/PolarShippingSafety.aspx](http://www.imo.org/fr/OurWork/Safety/SafetyTopics/Pages/PolarShippingSafety.aspx) (dernière consultation : 18 octobre 2015).



le SGS, à savoir du récif Skua à l'île Deer dans le bras Chesterfield, sur une distance d'environ 42 nm. Le contact avec le fond s'est produit pendant le dernier changement de cap avant la sortie de la partie en eaux restreintes du bras Chesterfield, comme défini par le SGS.

Le plan de voyage était un modèle intégrant des instructions écrites standard et une feuille de route comportant des endroits où l'officier de navigation devait ajouter chaque point de cheminement, le cap à suivre et la distance jusqu'au point de cheminement suivant. Le plan de voyage élaboré par le second officier comportait une feuille de route remplie et renvoyait aux cartes de navigation, où les caps ainsi que les parallèles tracées à l'alidade mécanique étaient indiqués. Le plan de voyage avait été approuvé par le capitaine. Selon le SGS, tous les officiers de quart doivent examiner et signer le plan de voyage. Le 3<sup>e</sup> officier, qui agissait en tant qu'officier de quart au moment de l'événement, n'avait ni examiné ni signé ce plan.

Certains renseignements requis par le SGS manquaient dans le plan de voyage, dont les zones interdites, les données particulières aux marées et les limitations de vitesse. Le capitaine n'avait donné aucune instruction supplémentaire à propos des intervalles de détermination de position prévus. Il n'avait pas non plus rédigé d'ordres permanents pour ce voyage.

### 1.16 Procédures de navigation

Pour surveiller efficacement la progression d'un navire dans des eaux restreintes, les navigateurs ont recours à la fois à des aides visuelles à la navigation et à des instruments de navigation. Ils peuvent ainsi mieux conserver la conscience situationnelle nécessaire eu égard à la progression du navire et contre-vérifier les données pour repérer les éventuelles erreurs humaines ou erreurs du matériel. À l'approche des ports ou dans des eaux restreintes, la meilleure surveillance de la position du navire s'obtient en conjuguant les références visuelles (alignements, feux et bouées ou balises), la navigation par repères parallèles au radar et le pointage de la position du navire<sup>37</sup>.

Dans le SGS du navire, il était précisé que la surveillance devait être assurée en exploitant pleinement l'ensemble du matériel et des aides à la navigation disponibles et qu'il ne fallait pas se fier à une seule méthode pour effectuer le suivi et la détermination de la position. La navigation par repères parallèles doit être utilisée à chaque endroit indiqué sur la carte; elle procure immédiatement l'information sur le dépalage par rapport au cap vrai et une référence pour confirmer la position du navire.

La liste de vérification pour les eaux restreintes exigeait que le capitaine ou le capitaine en second soit présent sur la passerelle pendant la traversée. La liste de vérification avait été remplie pour le voyage à l'étude, et la pratique à bord voulait que, dans le bras Chesterfield, le capitaine ou le capitaine en second soit présent sur la passerelle en compagnie de l'officier de quart. Toutefois, les rôles et responsabilités de l'officier qui n'exerçait pas le commandement n'étaient pas définis. La STCW stipule que les quarts doivent se dérouler

---

<sup>37</sup> Commodore David Squire, *The Use of Visual Aids to Navigation*, Londres, The Nautical Institute, 2013, p. 19.

conformément à certains principes de la GRP, et notamment que les membres de l'équipe de quart doivent s'entendre sur leur rôle personnel, leurs responsabilités et leur rôle de membre d'une équipe<sup>38</sup>.

### 1.17 *Registre des activités à bord*

La réglementation canadienne stipule qu'il faut enregistrer les données sur les activités à bord afin de produire un dossier complet sur le voyage<sup>39</sup>. Le SGS du navire exigeait la consignation de certaines activités précises à bord, comme suit :

- aux heures justes, remplir entièrement la ligne du journal de bord, incluant cap, compas, conditions météorologiques, état de la mer et position du navire;
- après chaque changement de cap important, remplir partiellement la ligne du journal de bord, incluant cap, compas et position du navire;
- au cours de chaque quart, noter si le test de gouverne manuelle et les tests radar ont été effectués;
- lors des départs, noter l'heure de la dernière amarre rentrée ou ancre dérapée;
- lors des arrivées, noter l'heure de la première amarre à terre ou ancre mouillée;
- lors d'un changement de commandement, noter toute modification par rapport à la rotation des quarts prévue.

Dans les 48 heures précédant l'événement, le journal de bord se présentait comme suit :

- ligne du journal de bord entièrement remplie 6 fois;
- aucun changement de cap consigné;
- une entrée indiquant la réalisation d'un test de gouverne et l'utilisation de la gouverne manuelle pour piloter le navire, et 1 entrée notant l'exécution d'un test radar;
- aucun départ consigné;
- aucune arrivée consignée;
- aucun changement de commandement consigné.

Le navire était également pourvu d'un registre de positions dans lequel la position du navire était consignée plus fréquemment, mais pas toujours aux heures justes comme le stipule le SGS. L'équipe à la passerelle du *Nanny* tenait également un registre sommaire, mais les activités à bord n'étaient pas consignées conformément aux directives du SGS.

---

<sup>38</sup> Convention internationale sur les normes de formation des gens de mer, de délivrance des brevets et de veille, chap. VIII, partie 3, Tenue du quart en mer.

<sup>39</sup> Règlement sur la sécurité de la navigation (DORS/2005-134) et Règlement sur le personnel maritime (DORS/2007-115).

## 1.18 Événements antérieurs

Depuis 2007, il y a eu 4 rapports d'échouement de navires dans le bras Chesterfield, dont 2 pétroliers-navettes appartenant à la Coastal Shipping Limited. Ainsi, le 24 octobre 2012, le *Dorsch* s'est échoué dans le passage Regina<sup>40</sup>, et le 25 octobre 2012, le *Nanny* s'est échoué dans le passage Chesterfield<sup>41</sup>. Lorsque le *Nanny* s'est échoué en 2012, la partie avant de sa coque avait été endommagée.

Voici certains des facteurs contributifs constatés par le Bureau dans l'enquête du BST sur l'échouement du *Nanny* en 2012 dans le bras Chesterfield :

- aucune information de navigation échangée entre le capitaine et l'officier de quart pendant le voyage;
- surveillance insuffisante de la navigation du navire et GRP inefficace;
- aides à la navigation disponibles non recoupées de manière optimale.

En outre, le Bureau avait conclu que la présence de balises d'alignement lumineuses accroîtrait la sécurité de la navigation nocturne dans le passage Chesterfield.

## 1.19 Recommandations en suspens

En 1995, le BST a publié un rapport intitulé *Étude de sécurité portant sur les rapports de travail entre les capitaines et les officiers de quart, et les pilotes de navires*<sup>42</sup>. Cette étude avait pour objet de relever les lacunes de sécurité associées au travail d'équipe sur la passerelle. Le rapport soulève des préoccupations de sécurité liés à la mise en œuvre d'une GRP efficace par les équipes à la passerelle et recommande que :

Le ministère des Transports exige la modification du programme de formation initiale de tous les officiers de navire de façon à inclure un volet sur les compétences en gestion des ressources à la passerelle. (M95-09)

Le ministère des Transports exige que tous les officiers de navire fassent la preuve de leurs compétences en gestion des ressources à la passerelle avant de se voir délivrer des certificats de maintien des compétences. (M95-10)

En janvier 1996, TC a déclaré, dans sa réponse à ces recommandations, qu'il favoriserait l'élaboration et la prestation de cours de formation en GRP et que la réussite préalable d'un tel cours pourrait devenir obligatoire une fois qu'il sera offert au Canada. Il a aussi indiqué qu'il introduirait cette exigence progressivement selon les groupes de brevets et de certificats. En décembre 2014, TC a annoncé qu'il prévoyait modifier le RPM de manière à ce que les compétences en GRP fassent partie de la formation initiale pour l'obtention d'un brevet d'officier de pont de quart. En outre, les cours de formation en GRP conformes aux

<sup>40</sup> Rapport d'enquête maritime du BST M12H0011 (*Dorsch*).

<sup>41</sup> Rapport d'enquête maritime du BST M12H0012 (*Nanny*).

<sup>42</sup> Rapport d'enquête maritime du BST SM9501 (Étude de sécurité portant sur les rapports de travail entre les capitaines et les officiers de quart, et les pilotes de navire)

STCW approuvés par TC deviendraient obligatoires pour l'obtention d'un certificat de compétence STCW en tant que capitaine ou capitaine en second. Le Bureau a jugé que la réponse aux 2 recommandations démontrait une intention satisfaisante<sup>43</sup>.

### *1.20 Liste de surveillance du BST*

La Liste de surveillance est une liste des enjeux qui posent les plus grands risques pour le système de transport du Canada. Le BST la publie pour attirer l'attention de l'industrie et des organismes de réglementation sur les problèmes qui nécessitent une intervention immédiate.

La surveillance et la gestion de la sécurité est un enjeu qui figure sur la Liste de surveillance de 2014. Pour résoudre le problème, tous les exploitants de l'industrie du transport maritime devront mettre sur pied des mécanismes en bonne et due forme de gestion de la sécurité. En outre, TC doit assurer la surveillance des mécanismes de gestion de la sécurité des compagnies de transport, car certaines d'entre elles ne gèrent pas efficacement leurs risques de sécurité, et TC ne parvient pas toujours, au moyen de ses pratiques de surveillance et de ses interventions, à les amener à changer leurs pratiques d'exploitation non sécuritaires.

---

<sup>43</sup> Une mention Intention satisfaisante est attribuée si l'action prévue, lorsqu'elle aura été entièrement mise en œuvre, réduira sensiblement ou éliminera le manquement à la sécurité. Toutefois, les mesures prises jusqu'à présent sont insuffisantes pour réduire les risques pour la sécurité des transports.

## 2.0 Analyse

### 2.1 Événements ayant mené au contact avec le fond

Le navire faisait route à la noirceur, en avant toute avec le courant de jusant, dans les eaux restreintes du bras Chesterfield (Nunavut). Sa vitesse était de 16,7 nœuds lorsque le capitaine, qui venait de prendre le commandement, a ordonné un changement de cap vers bâbord pour amorcer le virage à la position prévue. Le timonier a répété le commandement à bâbord, mais a mis la barre à tribord. Le capitaine a continué de surveiller la progression du navire au radar et, quelques secondes après le premier commandement à bâbord, le capitaine a demandé d'accentuer la barre à bâbord, car le navire ne répondait pas comme il le prévoyait. Le capitaine a ensuite ordonné 2 fois de plus de mettre la barre à bâbord et le timonier a continué de la mettre à tribord jusqu'à ce que, 51 secondes après le commandement à bâbord initial, le timonier déclare que la barre était à tribord et la mette correctement à bâbord, ce qui a arrêté la vitesse angulaire de giration vers tribord du navire 28 secondes plus tard.

Entre-temps, l'officier de quart n'assistait pas le capitaine à la navigation; on ne lui avait pas demandé de le faire après le changement de commandement. Ni lui ni le capitaine n'ont remarqué l'erreur de direction à la barre. Ils n'ont pas non plus réagi lorsque le timonier a déclaré que la barre avait été mise à tribord. Pendant les 3 minutes et 24 secondes suivantes, le capitaine a enchaîné les commandements de mise à bâbord toute pour tenter de ramener le navire sur la route à suivre malgré le peu de mer libre disponible. Il a mis les machines en marche arrière, mais compte tenu du puissant courant de marée et de la vitesse du navire, il n'y avait pas suffisamment temps pour éviter que le *Nanny* touche le fond à l'île Deer, 4 minutes et 43 secondes après le premier commandement de changement de cap.

### 2.2 Fatigue

Normalement, les adultes en bonne santé ont besoin de 6 à 9 heures de sommeil ininterrompu chaque nuit pour se sentir reposés et conserver une bonne vigilance pendant toute la journée. La quantité de sommeil moyenne requise varie entre 7 et 8 heures par nuit<sup>44</sup>. Les perturbations des cycles ou des schémas de sommeil chez les personnes occupant des postes essentiels pour la sécurité peuvent réduire le rendement au point d'augmenter le risque d'incidents et d'accidents.

L'analyse des heures de travail et de repos consignées par le capitaine, le timonier et l'officier de quart a révélé dans les trois cas des perturbations des périodes de sommeil, en particulier pendant la nuit précédant l'événement à l'étude, comme suit :

- Le capitaine était sous le coup de perturbations aiguës et chroniques du sommeil ainsi que d'une désynchronisation des rythmes circadiens. De plus, il se peut que le capitaine ait été exposé à des facteurs de risque de fatigue liés à l'état de veille

---

<sup>44</sup> H. Roffwarg, J. Muzio et W. Dement, « Ontogenetic development of the human sleep-dream cycle », *Science*, 152 (1966), 604-619.

continu et à la perturbation des cycles circadiens en fonction du moment de la journée.

- Le timonier était sous le coup de perturbations aiguës et chroniques du sommeil ainsi que d'une désynchronisation des rythmes circadiens. Il se peut que le timonier ait également été exposé à des facteurs de risque de fatigue liés à la perturbation des cycles circadiens en fonction du moment de la journée.
- Il se peut que l'officier de quart ait été exposé à des facteurs de risque de fatigue liés à des perturbations aiguës et chroniques du sommeil ainsi qu'à la perturbation des cycles circadiens en fonction du moment de la journée.

Les effets de la fatigue sur le rendement se traduisent par un accroissement du temps de réaction, une prise de risque accrue et une capacité réduite à résoudre des problèmes complexes<sup>45</sup>. Plus généralement, la fatigue nuit à l'attention, à la vigilance et aux fonctions cognitives. Le rendement et les facultés cognitives sont en général à leur plus bas niveau lorsque les rythmes circadiens imposeraient le sommeil, en général la nuit pour ceux qui travaillent de jour.

Chez le timonier, le fait de mettre la barre dans la direction opposée à celle ordonnée tout en répétant correctement le commandement, est caractéristique d'une réduction d'attention menant à une fausse manœuvre<sup>46</sup>. De plus, bien que surveillant la barre et l'indicateur d'angle de barre, il a mis un certain temps à s'apercevoir de son erreur.

Le capitaine quant à lui a certes détecté un retard de réponse du navire au commandement à la barre, mais ne l'a pas attribué à une erreur de barre étant donné que le commandement avait été répété correctement, qu'il était concentré sur le radar, qu'il n'y avait aucun repère visuel puisqu'il faisait nuit, et qu'il n'y avait pas d'aides lumineuses.

Lorsqu'il a constaté que le navire ne tournait pas vers bâbord, le capitaine a continué à suivre le plan en répétant à plusieurs reprises le commandement de barre à bâbord sans réévaluer la situation pour déterminer si ce serait suffisant pour exécuter le virage du navire dans l'étendue de plus en plus restreinte de mer libre disponible. Il a finalement mis les machines en marche arrière, mais pas à temps pour éviter le contact avec le fond. Chez le capitaine, la difficulté à assimiler l'information disponible et à dégager une conscience situationnelle claire et précise s'explique par une augmentation du délai de traitement de l'information, une difficulté accrue à résoudre des problèmes, la persistance à s'en tenir à un plan inopérant et une augmentation du temps de réaction face à une urgence.

---

<sup>45</sup> Voir, par exemple : T. Maddox et coll., « The Effects of Sleep Deprivation on Information-Integration Categorization Performance », *Sleep*, vol. 32, n° 11 (2009) et M.T. Corfitsen, « Fatigue among Young Male Night-Time Car Drivers: Is There a Risk-Taking Group? », *Safety Science*, vol. 33, n° 1-2 (1999).

<sup>46</sup> J. Reason, *The Human Contribution, Unsafe Acts, Accidents and Heroic Recoveries*, Ashgate, 2008.

Au moment de l'événement, le capitaine et le timonier étaient en proie à la fatigue. Tous deux étaient sous le coup d'importants facteurs de risque de fatigue et d'une réduction du rendement liée à la fatigue, ce qui a contribué au contact avec le fond.

## 2.3 *Gestion de la fatigue*

### 2.3.1 *Gestion de la fatigue à bord*

Pour prévenir la fatigue sur le lieu de travail, il faut que les travailleurs bénéficient, entre les périodes de travail, de périodes de repos appropriées au cours desquelles ils sont en mesure de dormir suffisamment. Les employeurs et les employés doivent également être suffisamment conscients des risques liés à la fatigue pour gérer leur sommeil et leur repos de manière efficace. Cela est particulièrement important pour ceux dont les fonctions peuvent avoir une incidence sur leur sécurité personnelle et celle d'autrui. Pour assurer une quantité de sommeil suffisante aux gens de mer, il existe des normes internationales qui fixent un minimum d'heures de repos (heures hors travail). C'est le moyen réglementaire qui permet de gérer les risques de fatigue dans l'industrie du transport maritime.

À part les mesures concernant la fatigue intégrées au système de gestion de la sécurité (SGS) du *Nanny*, il n'y avait aucun programme de gestion de la fatigue (PGF) comme tel. Or, l'enquête a montré que les mesures prévues comportaient des lacunes :

- Les heures de repos et de travail de l'équipage étaient consignées, mais personne à terre ou à bord du navire ne les surveillait pour en vérifier la conformité au SGS et à la réglementation. Dans de nombreux cas, l'équipage avait fait des heures supplémentaires et n'avait pas bénéficié du minimum d'heures de repos prescrit. Un autre examen des périodes de repos des membres de l'équipage dans le cas de l'échouement antérieur du *Nanny* dans le bras Chesterfield en 2012 a révélé une situation similaire de non-respect du minimum d'heures de repos prescrit<sup>47</sup>.
- La compagnie avait fourni une vidéo de sensibilisation à la sécurité consacrée à la fatigue. Elle se trouvait à bord, mais, au moment de l'événement à l'étude, l'équipage ne l'avait pas visionnée.

À bord d'un navire à petit équipage comme le *Nanny*, les possibilités de prévenir la fatigue des membres d'équipage qui ont fait des heures supplémentaires sont limitées. Accorder des périodes de repos compensatoire peut se faire au détriment du repos d'un autre membre d'équipage. Arrêter les opérations ou retarder un départ représente une perte de rendement coûteuse pour la compagnie lorsque les navires sont armés dans la perspective d'une exploitation 24 heures sur 24, 7 jours sur 7. Toutefois, dans le contexte de l'événement à l'étude, un retard et un équipage bien reposé auraient pu éviter un accident. Les coûts liés à un tel retard auraient été moindres que la perte financière causée par l'accident, qui a entraîné la mise hors service du navire pour le réparer en cale sèche. Dans le cadre de

---

<sup>47</sup> Rapport d'enquête maritime du BST M12H0012 (*Nanny*).

l'événement, la gestion inefficace de la fatigue à bord du navire a contribué à la fatigue du capitaine et du timonier pendant l'exercice de leurs fonctions.

### 2.3.2 Programmes de gestion de la fatigue

Établir un minimum d'heures de repos constitue un élément de gestion de la fatigue, mais n'est pas un indicateur du sommeil obtenu. En conséquence, une stratégie de gestion de la fatigue fondée sur la fixation et la surveillance d'un minimum d'heures de repos présente des limites.

Dans l'événement à l'étude, le minimum d'heures de repos du capitaine était conforme aux exigences réglementaires, mais il ne dormait pas suffisamment pendant ses périodes de repos. La gestion de la fatigue est un défi de taille, car la perception de fatigue est subjective, les signes de fatigue ne sont pas toujours d'emblée apparents et la fatigue ne se mesure pas facilement. Tester la présence de fatigue est complexe et il faut tenir compte à la fois du nombre et de l'amplitude des facteurs de risque de fatigue. Ces difficultés ont été illustrées par les résultats de la campagne d'inspection concentrée (CIC) menée en 2014 par des autorités chargées du contrôle des navires par l'État du port. L'étude a décelé de nombreux cas où le personnel de quart ne bénéficiait même pas du minimum d'heures non travaillées requis par la réglementation.

Étant donné les difficultés de gestion de la fatigue, une approche multidimensionnelle s'impose. Un PGF est un moyen de faire plus que de fixer un minimum d'heures de repos; il peut intégrer, entre autres, une formation de sensibilisation à la fatigue, le recours à des stratégies pour conserver un bon niveau de vigilance ainsi que des mécanismes de consignation de la fatigue pour surveiller les niveaux réels de fatigue en situation opérationnelle. Au Canada, l'élaboration d'un PGF est obligatoire dans le secteur ferroviaire. Ce n'est toutefois pas exigé dans le secteur maritime, non plus même qu'une formation au sujet de la fatigue.

Si la réglementation maritime n'exige pas que les compagnies élaborent un PGF exhaustif, cela pourrait entraîner une réduction de rendement chez ceux qui assurent des fonctions essentielles pour la sécurité, ce qui augmente le risque d'incidents et d'accidents.

## 2.4 Examens médicaux d'acuité auditive

Le maintien constant d'une veille efficace par des moyens visuels et auditifs constitue un aspect essentiel du service des gens de mer à la passerelle. Travaillant seul ou en équipe, un membre du personnel à la passerelle doit reconnaître les sons propres à l'environnement dans lequel il travaille et être capable de communiquer efficacement. Il doit détecter notamment des alarmes sonores et comprendre des messages radio et les commandements donnés à la passerelle, qui tous peuvent avoir des répercussions sur la sécurité d'exploitation du navire.

Les gens de mer titulaires d'un brevet ou d'un certificat de compétence doivent se soumettre à un contrôle d'audition dans le cadre de leurs examens médicaux réguliers. La norme internationale sur les examens médicaux des gens de mer est définie par l'Organisation



internationale du Travail (OIT) et comprend des critères d'acuité auditive. Selon ces normes, la capacité auditive exigée du personnel de pont, comme le personnel de quart à la passerelle, est supérieure à celle exigée d'autres membres de l'équipage; elle est vérifiée au moyen d'un test de voix chuchotée à une distance de 3 m (équivalant à environ 20 dB dans la plage de 2000 à 4000 Hz).

Or, les lignes directrices de Transports Canada (TC) n'exigent pas que le personnel exerçant des fonctions sur le pont ou à la passerelle fasse preuve de sa capacité d'audition à des fréquences supérieures à celle d'une conversation normale. Ni le test subjectif du chuchotement ni le test au moyen d'un audiomètre à des plages de fréquences supérieures à 3000 Hz ne sont requis. Lors d'un examen effectué après l'événement, le capitaine du *Nanny* a réussi le test de conversation, mais a échoué le test de voix chuchotée à une distance de 2 m et de 3 m. Son audiogramme indiquait des déficiences à partir de 1000 Hz et était considéré comme anormal à partir de 2500 Hz, avec des déficiences se manifestant jusqu'à 8000 Hz.

Ainsi, l'acuité auditive d'un navigant peut être conforme aux directives de TC, mais pas à celles de l'OIT relatives au personnel exerçant des fonctions sur le pont ou à la passerelle. Les directives de TC relatives aux tests d'acuité auditive du personnel exerçant des fonctions sur le pont ou à la passerelle n'étant pas conformes aux normes acceptées à l'échelle internationale, il y a un risque que des membres du personnel de quart à la passerelle canadiens souffrent d'une perte auditive non détectée suffisante pour réduire leur capacité d'exécuter de façon sécuritaire des tâches courantes et d'urgence.

## 2.5 Procédures de navigation

En eaux restreintes, la tâche du navigateur devient plus difficile et plus accaparante, surtout lorsqu'il faut changer de cap fréquemment. Cette lourde charge de travail réduit le temps disponible pour les autres fonctions de veille requises comme le pointage de la position, la mise à jour du journal, les communications radio et la surveillance des autres membres de l'équipe à la passerelle. Il n'est pas inhabituel, dans ces circonstances, que le capitaine ou un autre officier soit présent pour partager les responsabilités et agir à titre d'auxiliaire pour surveiller la progression du navire, car il pourrait y avoir peu de temps pour réagir à une erreur de navigation ou à une urgence.

Dans l'événement à l'étude, le capitaine était à la passerelle avec l'officier de quart pendant la navigation dans des eaux restreintes, conformément à la pratique à bord. Toutefois, lorsque l'officier de quart a pris son service ce matin-là, il n'y a eu aucun accord ou discussion avec le capitaine sur la répartition de leurs rôles, et les procédures de navigation en usage à bord ne définissaient pas leurs rôles et responsabilités respectifs liés à la conduite sûre du navire. Voilà qui est contraire aux principes de gestion des ressources à la passerelle (GRP) décrits dans la *Convention internationale sur les normes de formation des gens de mer, de délivrance des brevets et de veille* (STCW).

L'officier de quart, qui n'avait pas examiné le plan de voyage, a demandé au capitaine de prendre le commandement avant le virage à la hauteur de l'île Deer, qu'il jugeait difficile. Une fois relevé par le capitaine, l'officier de quart a cessé de participer à la surveillance de la

progression du navire. Ainsi, lorsque l'erreur à la barre s'est produite, l'officier de quart n'était pas en mesure de la détecter d'emblée et, par la suite, il n'a pas fourni d'information de navigation pertinente susceptible d'aider.

Étant donné la complexité de la navigation, les procédures en usage à bord n'étaient pas de nature à garantir la vigilance nécessaire des membres de l'équipe à la passerelle chargés de surveiller le navire.

### 2.5.1 Gestion des ressources à la passerelle

Un échange continu d'information et la définition claire des rôles des membres de l'équipe à la passerelle sont des éléments essentiels de la GRP et de la navigation sûre du navire.

Dans l'événement à l'étude, l'officier de quart avait une expérience limitée en tant qu'officier. Il ne contribuait pas au travail d'équipe à la passerelle pendant la période qui a mené à l'événement. Par conséquent, le capitaine était le seul à surveiller le navire dans les eaux restreintes. Lorsque l'erreur à la barre s'est produite, l'aide apportée par l'officier de quart n'était pas constructive, et le capitaine ne lui a donné aucune indication claire sur ce qu'il pouvait faire. Bien que le capitaine ait participé à une formation en GRP, son rendement en la matière était probablement diminué par la fatigue. L'officier de quart, d'autre part, était probablement moins touché par la fatigue, mais il n'avait aucune formation en GRP.

Comme l'ont démontré cet événement et certains autres<sup>48</sup>, y compris l'échouement du *Nanny* dans le bras Chesterfield en 2012, des lacunes dans la mise en œuvre des principes de GRP ont fait partie des facteurs contribuant à des accidents maritimes. La formation en GRP procure à l'officier de passerelle des aptitudes pratiques et des compétences lui permettant d'acquérir la confiance requise pour échanger de l'information avec l'équipe à la passerelle. Il n'existe actuellement aucune exigence réglementaire au Canada obligeant les officiers de pont à participer à une formation ou à démontrer le maintien de leurs compétences en GRP pour pouvoir obtenir ou conserver leur brevet ou certificat de compétence. Cependant, les modifications planifiées par TC intégreront des compétences et des connaissances en GRP aux cours de formation en navigation électronique simulée (NES), tant pour la délivrance que pour le renouvellement des brevets ou certificats.

D'ici à ce que la formation et le maintien des compétences en GRP soient obligatoires pour tous les officiers de pont, il y a un risque accru que la conscience situationnelle et l'efficacité de l'équipe à la passerelle soient compromises, ce qui augmente les risques pour le navire, son équipage et l'environnement.

---

<sup>48</sup> Rapports d'enquête du BST M00C0053 (*AlgoEast*), M05L0205 (*Cast Prosperity* et *Hyde Park*), M09C0051 (*Federal Agno*), M09W0193 (*Petersfield*), M11N0047 (*Maersk Detector*) et M12H0012 (*Nanny*).

## 2.6 *Mise en œuvre et surveillance d'un système de gestion de la sécurité*

Gérer la sécurité en continu au moyen d'un SGS documenté vise à aider les organisations à repérer et atténuer les risques dans leurs activités. Un des objectifs du SGS consiste à évaluer tous les risques repérés liés aux navires, au personnel et à l'environnement, et prendre les mesures de protection appropriées. En outre, les exploitants de navires devraient effectuer des évaluations de sécurité internes pour jauger l'efficacité du SGS et vérifier si toutes les activités et opérations y sont conformes. L'analyse d'accidents antérieurs et de situations dangereuses constitue un bon moyen de repérer des risques. Une fois un risque cerné, il est possible de l'atténuer en adoptant des procédures d'exploitation normalisées et en élaborant des listes de vérification.

Dans l'événement à l'étude, plusieurs facteurs liés aux pratiques de navigation et à la GRP avaient déjà été signalés dans l'enquête du Bureau de la sécurité des transports du Canada sur l'échouement du *Nanny* en 2012. L'enquête sur l'événement de 2014 a également révélé des divergences entre les exigences du SGS et les pratiques à bord, notamment :

- le journal de bord n'était pas tenu conformément aux exigences;
- de l'information et des détails pertinents requis manquaient dans le plan de voyage;
- le minimum d'heures de repos requis n'était pas toujours respecté;
- l'officier de quart n'avait pas examiné et signé le plan de voyage.

Le SGS ne prévoyait pas un processus de vérification de conformité du minimum d'heures de repos requis et ne définissait pas clairement les rôles et responsabilités des membres de l'équipe quand il y avait 2 navigateurs à la passerelle. Bien que le navire disposait, depuis 2009, d'un SGS certifié et vérifié, l'enquête a révélé plusieurs lacunes quant à sa mise en œuvre à bord, dont certaines sont liées aux causes et aux facteurs contributifs de l'événement à l'étude.

## 3.0 *Faits établis*

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

1. Le timonier a exécuté 2 commandements de manière incorrecte en mettant la barre à tribord pendant un important changement de cap à bâbord, ce qui a fait tourner le navire dans la direction opposée au cap voulu.
2. Lorsqu'il a constaté que le navire ne tournait pas vers bâbord, le capitaine a continué de suivre le plan en répétant à plusieurs reprises les commandements de barre à bâbord sans réévaluer la situation. Il a mis les machines en marche arrière trop tard pour éviter au *Nanny* de toucher le fond étant donné la vitesse du navire et le peu de mer libre disponible.
3. Au moment de l'événement, le capitaine et le timonier étaient en proie à la fatigue. Tous deux étaient sous le coup de facteurs de risque de fatigue importants et faisaient preuve d'une réduction de rendement liée à la fatigue, ce qui a contribué au contact avec le fond.
4. La gestion inefficace de la fatigue à bord du navire a contribué à la fatigue du capitaine et du timonier pendant l'exercice de leurs fonctions.
5. L'officier de quart a cessé de participer à la surveillance de la progression du navire lorsque le capitaine a pris le commandement, et n'était donc pas en mesure de détecter d'emblée l'erreur à la barre ou d'aider le capitaine à y remédier.
6. Les procédures de navigation mises en œuvre par les membres de l'équipe à la passerelle n'étaient pas adéquates pour piloter le navire de manière efficace.

### 3.2 *Faits établis quant aux risques*

1. Si la réglementation maritime n'exige pas que les compagnies élaborent un programme de gestion de la fatigue exhaustif, cela pourrait entraîner une réduction de rendement chez ceux qui assurent des fonctions essentielles pour la sécurité, ce qui augmente le risque d'incidents et d'accidents.
2. D'ici à ce que la formation et le maintien des compétences en gestion des ressources à la passerelle soient obligatoires pour tous les officiers de pont, il y a un risque accru que la conscience situationnelle et l'efficacité de l'équipe à la passerelle soient compromises, ce qui augmente les risques pour le navire, son équipage et l'environnement.
3. Les directives de Transports Canada relatives aux tests d'acuité auditive du personnel à la passerelle n'étant pas conformes aux normes acceptées à l'échelle internationale, il y a un risque que des membres du personnel de quart à la passerelle canadiens souffrent d'une perte auditive non détectée suffisante pour réduire leur capacité d'exécuter de façon sécuritaire des tâches courantes et d'urgence.

### 3.3 *Autres faits établis*

1. Bien que le navire disposait, depuis 2009, d'un système de gestion de la sécurité (SGS) certifié et vérifié, l'enquête a révélé plusieurs lacunes quant à sa mise en œuvre à bord, dont certaines sont liées aux causes et aux facteurs contributifs de l'événement.
2. La Garde côtière canadienne n'a pas répondu à la demande de nouvelles aides à la navigation ou de modification d'aides existantes dans le bras Chesterfield, formulée par l'industrie du transport maritime en 2010; elle attend les résultats d'une analyse de toutes les aides à la navigation dans le bras Chesterfield, entamée en 2013.

## 4.0 Mesures de sécurité

### 4.1 Mesures de sécurité prises

#### 4.1.1 Det Norske Veritas – Germanischer Lloyd

À la suite de l'événement, la Det Norske Veritas – Germanischer Lloyd a indiqué qu'elle avait procédé à un examen des rapports de vérification du système de gestion de la sécurité (SGS) de la compagnie et du *Nanny* à partir de janvier 2013. Elle a signalé que les vérifications avaient été effectuées de manière rigoureuse et en étroite collaboration avec l'administration du pavillon.

#### 4.1.2 Coastal Shipping Limited

À la suite de l'événement, l'exploitant a envoyé une note de service requérant de tous les navires la mise en œuvre immédiate des mesures suivantes :

1. les officiers à la passerelle tiendront le journal de bord à jour (mises à jour horaires);
2. les officiers de quart maintiendront leur vigilance et leur conscience situationnelle même lorsque le capitaine est sur la passerelle et assure le commandement;
3. tous les membres d'équipage respecteront strictement les heures de repos;
4. les capitaines soumettront un relevé des heures de repos au Service des ressources humaines tous les mois;
5. les capitaines demanderont l'arrêt de service à l'exploitant pour permettre le repos de l'équipage si un manquement aux heures de repos est constaté ou prévisible;
6. tous les membres d'équipage visionneront la vidéo sur la gestion de la fatigue;
7. les capitaines enverront dès que possible l'attestation signée de visionnement de la vidéo au Service des ressources humaines.

La note de service avisait également les membres d'équipage de changements à venir concernant la liste de vérification relative aux eaux restreintes et ajoutait que les éléments ci-dessus seraient intégrés au SGS.

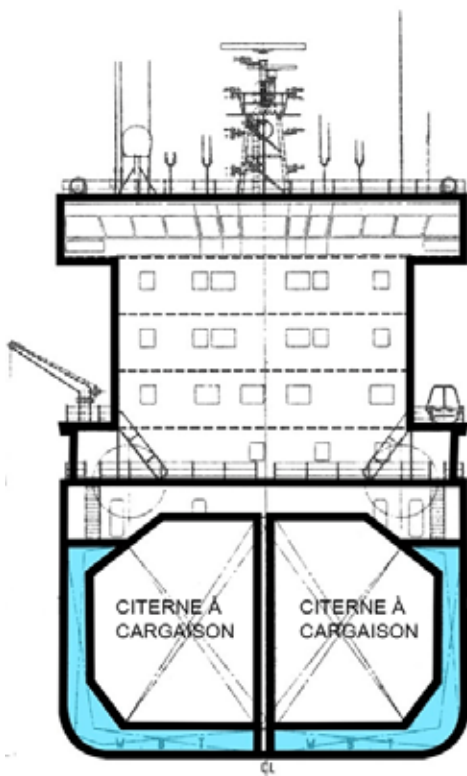
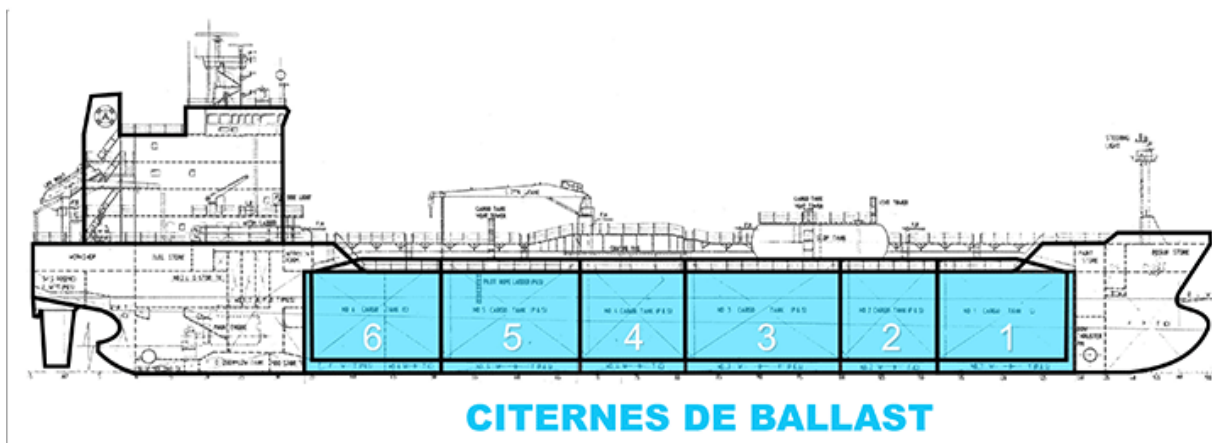
En outre, la compagnie s'est procuré un logiciel de gestion de la fatigue. Elle a indiqué que ce logiciel a été installé et est opérationnel sur 1 des navires et qu'il sera installé sur les 4 autres navires de sa flotte. L'utilisation de ce logiciel vise à réduire la fatigue de l'équipage tout en assurant la conformité à la *Convention internationale sur les normes de formation des gens de mer, de délivrance des brevets et de veille* (STCW) de 2010, la *Convention du travail maritime* de l'Organisation internationale du Travail (CTM OIT), à la *Oil Pollution Act of 1990* [Loi de 1990 sur la pollution par les hydrocarbures] des États-Unis (US OPA 90), et aux recommandations du *Oil Companies International Marine Forum* [Forum maritime internationale des compagnies pétrolières] (OCIMF).

*Le présent rapport conclut l'enquête du Bureau de la sécurité des transports sur cet événement. Le Bureau a autorisé la publication de ce rapport le 9 mars 2016. Le rapport a été officiellement publié le 14 mars 2016.*

*Visitez le site Web du Bureau de la sécurité des transports ([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 – Profil et coupe du Nanny (non à l'échelle)



Remarque : les citernes latérales (citerne de ballast) sont ombrées (en bleu). Les citernes n<sup>os</sup> 1, 3 et 5 sont divisées par une cloison posée sur l'axe longitudinal du navire et les citernes n<sup>os</sup> 2, 4 et 6 sont continues.

Emplacements des avaries :

Citerne n<sup>o</sup> 1 : fond tribord

Citerne n<sup>o</sup> 2 : fond tribord

Citerne n<sup>o</sup> 3 : fonds bâbord et tribord

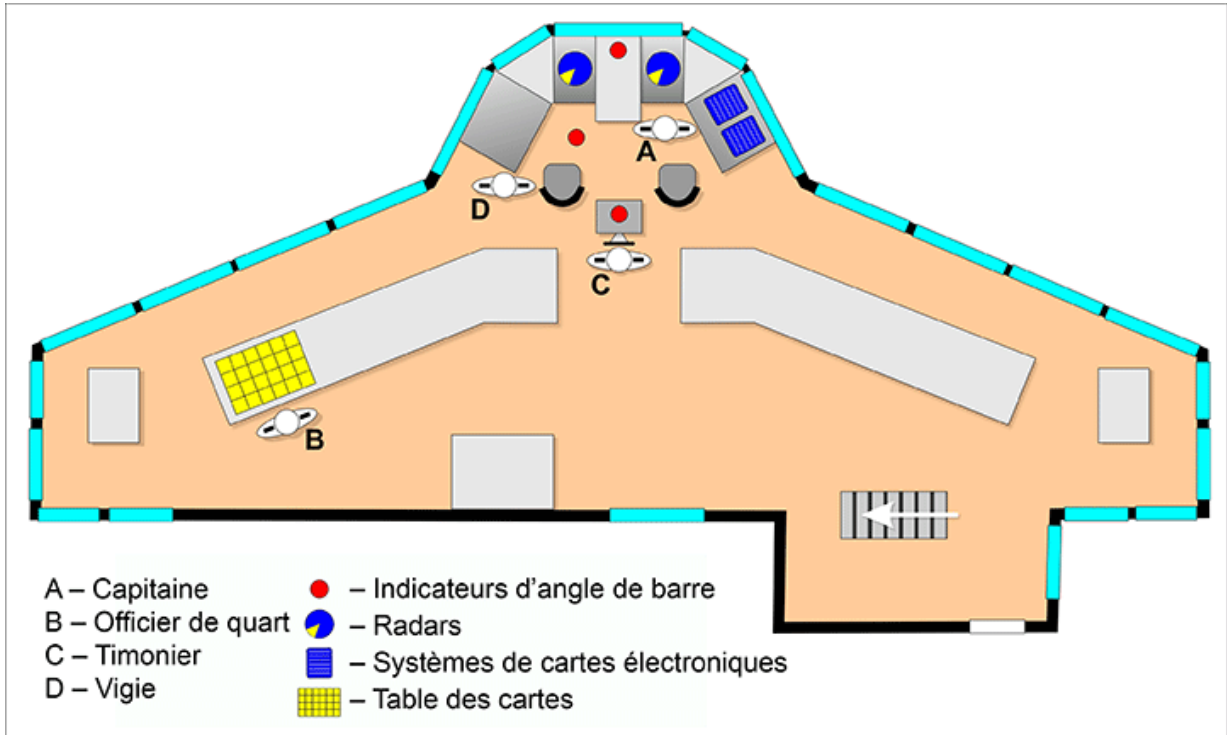
Citerne n<sup>o</sup> 4 : fond tribord

Citerne n<sup>o</sup> 5 : fond tribord

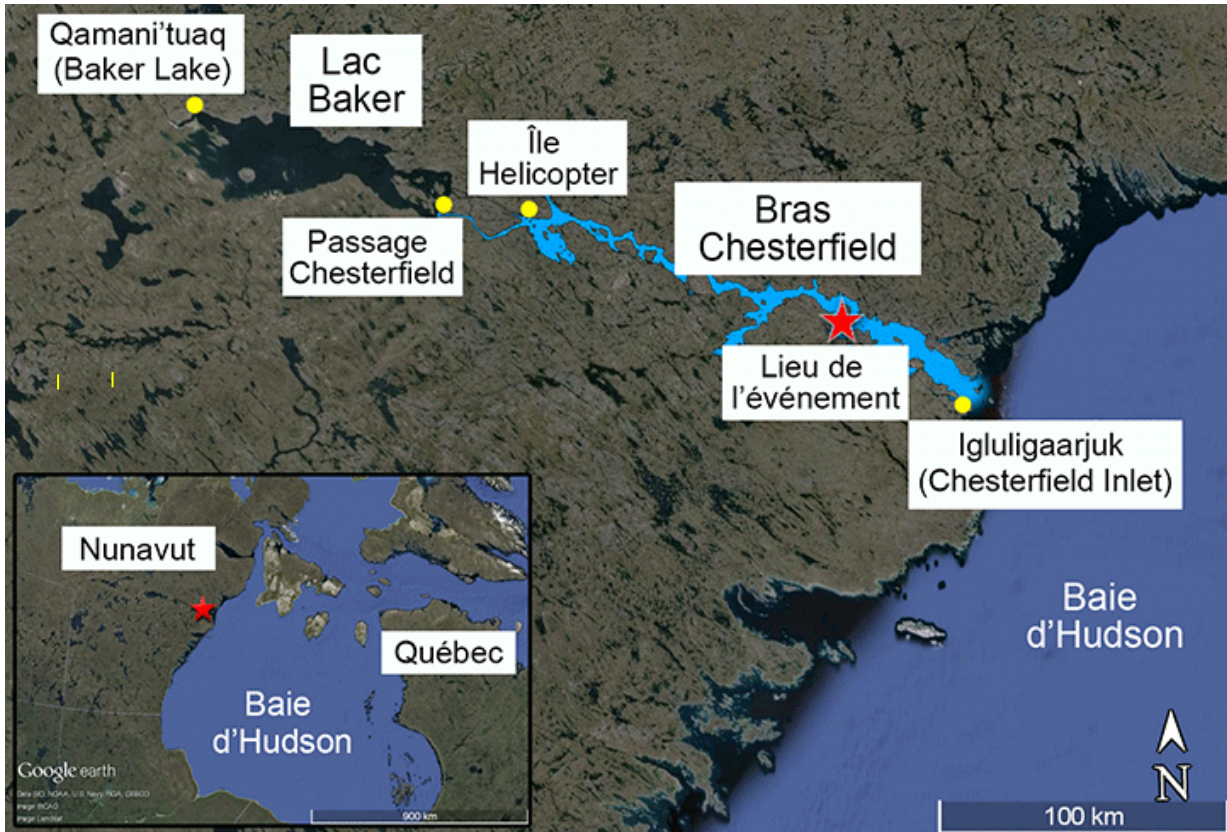
Citerne n<sup>o</sup> 6 : fond tribord



## Annexe B – Aménagement de la passerelle du Nanny

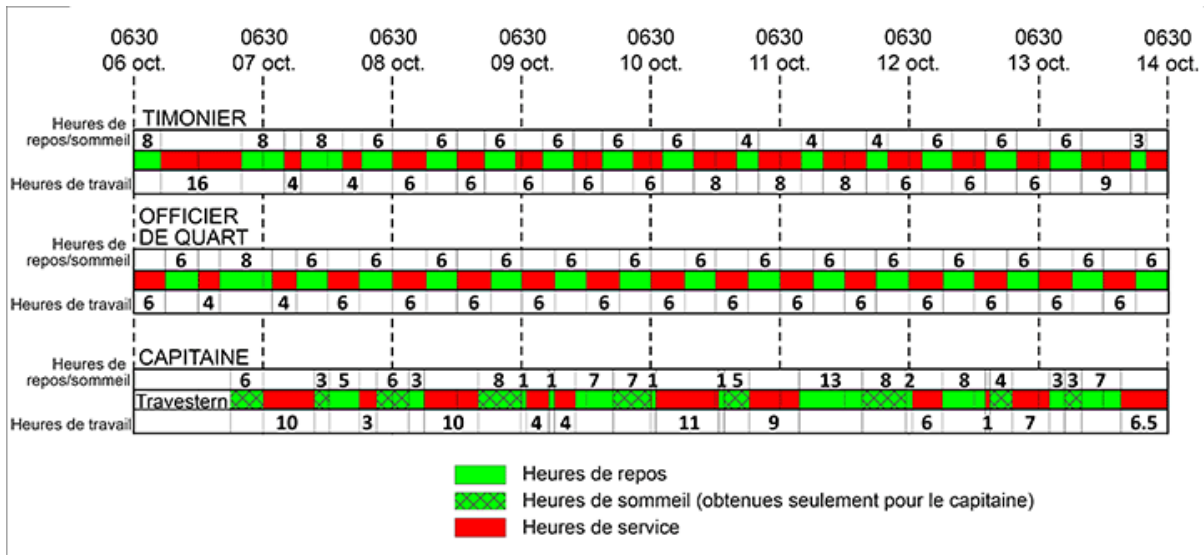


*Annexe C – Lieu de l'événement*



## Annexe D – Horaires de travail et de repos

Horaires de travail et de repos du capitaine, du timonier et de l'officier de quart pour la période précédant l'événement. Noter que dans les heures de repos du capitaine, les heures de sommeil proprement dites sont indiquées (zones hachurées). Les heures du capitaine comprennent celles du 6 octobre alors qu'il était à bord du *Travestern*. Le jour suivant, le capitaine est monté à bord du *Nanny*.



## *Annexe E – Définition des facteurs de risque de fatigue*

### **Perturbations aiguës du sommeil**

Les perturbations aiguës du sommeil sont des réductions de la qualité ou de la quantité de sommeil survenues dans les 3 jours précédents. Une réduction aiguë de la quantité de sommeil est normalement considérée comme notable si elle est d'au moins 30 minutes et que la quantité de sommeil profond ou de sommeil paradoxal est diminuée.

### **Perturbations chroniques du sommeil**

Toute perturbation de la *quantité* ou de la *qualité* de sommeil se prolongeant sur des périodes supérieures à 3 jours consécutifs est considérée comme une perturbation chronique du sommeil. La différence entre la quantité de sommeil acquise et la quantité de sommeil requise pour une période d'éveil donnée donne une estimation du déficit de sommeil d'une personne. Un déficit de sommeil de plus de 2 heures sur une période de 7 jours peut indiquer une fatigue chronique. Même des perturbations chroniques légères du sommeil peuvent modifier l'architecture du sommeil d'une personne. Par exemple, la quantité de sommeil profond ou de sommeil paradoxal peut être diminuée sans réduction du temps de sommeil total, provoquant de la fatigue. Chez les marins, les longues périodes en mer, les quarts de travail fragmentant les périodes de sommeil et les environnements de couchage bruyants (autres membres d'équipage, moteurs, mer agitée, etc.) sont autant de facteurs pouvant perturber la qualité du sommeil, et ce, sans que la personne soit consciente du changement.

### **Perturbations des rythmes circadiens**

**Désynchronisation des rythmes circadiens** : Il y a de nombreux rythmes biologiques quotidiens (circadiens) chez les humains. Certaines recherches indiquent qu'il en existe des centaines<sup>49</sup>. Chez l'humain, le rendement optimal est atteint lorsque tous les rythmes circadiens sont synchronisés entre eux ainsi qu'avec des signaux temporels externes. Ces signaux temporels comprennent le cycle lumière-obscurité, l'heure des repas et les périodes de socialisation. Les personnes qui travaillent par quarts irréguliers doivent généralement ajuster rapidement leur schéma veille-sommeil pour s'adapter aux changements d'horaires. Une modification trop brusque du schéma veille-sommeil peut causer une désynchronisation des rythmes circadiens<sup>50</sup>.

La désynchronisation se produit parce que chaque rythme biologique s'adapte à un nouveau schéma veille-sommeil à un rythme différent<sup>51</sup>. Dans le cas de ceux qui travaillent continuellement de nuit, les schémas circadiens peuvent se modifier et s'adapter au fil du

<sup>49</sup> J. Aschoff, dir., *Biological Rhythms*, New York, Plenum Press, 1981.

<sup>50</sup> A.K. Pati, A. Chandrawanshi et A. Reinberg, « Shift work: consequences and management », *Current Science*, 81(1), 2001, 32-52.

<sup>51</sup> R.C. Graeber, « Jet lag and sleep disruption », dans M.H. Kryger, T. Roth, et W.C. Dement (dir.), *Principles and practice of sleep medicine*, Philadelphie, W.B. Saunders Company, 1989, 324-331.

temps. En revanche, chez ceux qui travaillent occasionnellement de nuit, les rythmes circadiens ne s'adaptent pas. En général, les chercheurs ont constaté que l'ajustement du système circadien humain provoqué par des modifications du schéma veille-sommeil se produit au rythme de 1 à 1,5 heure par jour. Ainsi, pour passer à l'éveil la nuit au lieu du jour (soit 12 heures de différence), il faudrait de 12 à 18 jours d'ajustement pour rétablir un niveau de rendement optimal. Faire seulement quelques quarts de nuit, en particulier de manière sporadique, ne permettra pas d'atteindre un ajustement circadien optimal, et des réductions de rendement continueront de se manifester<sup>52, 53</sup>.

La désynchronisation peut causer de la fatigue, de la somnolence diurne, une déficience psychomotrice<sup>54</sup>, une dégradation du rendement, de l'insomnie<sup>55</sup>, d'autres troubles du sommeil, une réduction des facultés cognitives et une fatigue musculaire. Des symptômes de désynchronisation peuvent également réduire davantage la durée et la qualité du sommeil. Les employés qui travaillent par quarts avec des heures de début et de fin variables seront constamment susceptibles de souffrir de désynchronisation, peu importe combien de temps ils travaillent de cette manière<sup>56</sup>. On sait donc que la fatigue s'accroît avec l'augmentation de la variabilité de l'heure de début<sup>57</sup>.

**Perturbation des cycles circadiens en fonction du moment de la journée :** Le rendement et le fonctionnement cognitif sont en général au plus bas lorsque les rythmes circadiens imposeraient le sommeil, typiquement la nuit pour les travailleurs diurnes et plus particulièrement pendant une période principale de somnolence qui se manifeste entre 3 h et 5 h. Peu importe la motivation et les circonstances, une personne peut éprouver de grandes difficultés à rester vigilante pendant les périodes de somnolence maximale. Des mesures de rendement particulières (portant par exemple sur le temps de réaction<sup>58</sup>, le contrôle

---

<sup>52</sup> Klein, K. et H. Wegmann, *Significance of circadian rhythms in aerospace operations*, Neuilly-sur-Seine (France), OTAN-AGARD, 1980.

<sup>53</sup> Voir, par exemple : S. Gupta et A. Pati, « Desynchronization of circadian rhythms in a group of shift working nurses: Effects of pattern of shift rotation », *Journal of Human Ergology*, 23(2), 1994, 121-131; A. Tilley, R. Wilkinson, P. Warren, B. Watson et M. Drud, « The sleep and performance of shiftworkers », *Human Factors*, 24, 1982, 629-641; D. Tepas, J. Walsh et D. Armstrong, dans L.C. Johnson, D.I. Tepas, W.P. Colquhoun et M.J. Colligan (dir.), *Biological rhythms, sleep and shift work*, New York, Spectrum Publishing, 1981, 347-356; J. Duffy, D. Dijk, E. Klerman et C. Czeisler, « Later endogenous circadian temperature nadir relative to an earlier wake time in older people », *American Journal of Physiology*, 275, 1998, R1478-R1487.

<sup>54</sup> A. Kales et J. Kales, *Evaluation and treatment of insomnia*, New York, Oxford University Press, 1984.

<sup>55</sup> A.M. Anch, C.P. Browman, M.M. Mitler et J.K. Walsh, *Sleep : A scientific perspective*, New Jersey, Prentice-Hall, 1988.

<sup>56</sup> Voir, par exemple : Roger R. Rosa et Michael J. Colligan, « Plain Language about Shiftwork », *National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH)*, juillet 1997.

<sup>57</sup> Département des Transports des États-Unis, *Start time variability and predictability in railroad train and engine freight and passenger service employees*, Federal Railroad Administration Office of Research and Development, Washington, 2014, DOT/FRA/ORD-14/05.

<sup>58</sup> A.J. Tilley, R.T. Wilkinson, P.S.G. Warren et coll., *Human Factors*, 24, 1982, 629-641.

arithmétique et la détection de signaux<sup>59</sup>) ainsi que la réaction à des alarmes de sécurité<sup>60</sup>, se sont toutes révélées des plus mauvaises pendant cette période<sup>61, 62</sup>.

### **État de veille continu**

Le Bureau de la sécurité des transports du Canada définit l'état de veille continu comme le fait de rester éveillé pendant plus de 17 heures.

---

<sup>59</sup> D.I. Tepas, J.K. Walsh et D.R. Armstrong dans L.C. Johnson, D.I. Tepas, W.P. Colquhoun et coll. (dir.), *Biological Rhythms, Sleep and Shift Work*, New York, Spectrum Publishing, 1981, 347-356.

<sup>60</sup> G. Hildebrandt, W. Rohmert et J. Rutenfranz, « Twelve and Twenty-Four Hour Rhythms in Error Frequency of Locomotive Drivers and the Influence of Tiredness », *International Journal of Chronobiology*, 2, 1974, 97-110.

<sup>61</sup> Voir, par exemple : T. Monk, « Shiftwork: Determinants of coping ability and areas of application », *Advance in the Biosciences*, 73, 1988, 195-207.

<sup>62</sup> Voir, par exemple : T. Monk, « The post-lunch dip in performance », *Clinical Sports Medicine*, 24, 2005, e15-e23.