

Bureau de la sécurité des transports  
du Canada



Transportation Safety Board  
of Canada

**RAPPORT D'ENQUÊTE MARITIME  
M14C0106**



**ÉCHOUEMENT**

**VRAQUIER AUTODÉCHARGEUR ATLANTIC ERIE  
PORT COLBORNE (ONTARIO)  
12 JUIN 2014**

**Canada**



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

## Rapport d'enquête maritime M14C0106

### **Échouement**

Vraquier autodéchargeur *Atlantic Erie*

Port Colborne (Ontario)

12 juin 2014

### *Résumé*

Vers 10 h 20, heure avancée de l'Est, le 12 juin 2014, le vraquier autodéchargeur *Atlantic Erie* s'est échoué à 1,5 mille marin au sud-est des jetées extérieures à Port Colborne (Ontario) après des coupures de courant à la passerelle. La visibilité était bonne à ce moment-là. Après avoir déchargé une partie de la cargaison, le navire a été renfloué avec l'aide de 2 remorqueurs. Il n'y a eu ni blessé, ni pollution, mais le navire subit des avaries.

*This report is also available in English.*



# Table des matières

Résumé .....	i
1.0 Renseignements de base .....	1
1.1 Fiche technique du navire .....	1
1.2 Description du navire .....	1
1.3 Déroulement du voyage.....	2
1.3.1 Événements subséquents dans la salle de commande des machines.....	5
1.3.2 Événements subséquents sur la passerelle .....	6
1.4 Panne du propulseur d'étrave.....	7
1.5 Avaries au navire .....	8
1.6 Conditions environnementales .....	8
1.7 Certificats du navire.....	8
1.8 Brevets et expérience du personnel .....	8
1.9 Système de navigation intégré de précision par cartes électroniques .....	9
1.10 Gyrocompas .....	9
1.10.1 Alarme de gyrocompas .....	11
1.11 Normes de conception des alarmes .....	11
1.12 Système de distribution électrique .....	11
1.12.1 Tableaux de distribution principal et de secours.....	11
1.12.2 Procédure en cas de panne totale de courant dans la salle des machines .....	12
1.12.3 Répartition des charges entre les groupes électrogènes.....	13
1.13 Gestion des ressources à la passerelle .....	13
1.14 Système de gestion de la sécurité.....	14
1.14.1 Organisation de la passerelle.....	14
1.14.2 Utilisation du système 3D Navigator et du système de navigation intégré de précision par cartes électroniques.....	15
1.14.3 Pannes de l'équipement de la passerelle.....	15
1.14.4 Procédures d'urgence .....	15
1.15 Rapports de laboratoire du BST .....	16
2.0 Analyse .....	17
2.1 Événements ayant mené à l'échouement.....	17
2.1.1 Intervention d'urgence dans la salle de commande des machines .....	17
2.1.2 Intervention d'urgence sur la passerelle .....	18
2.2 Suivi de la progression du navire .....	19
2.3 Conception de l'alarme de gyrocompas .....	20

3.0	Faits établis.....	21
3.1	Faits établis quant aux causes et aux facteurs contributifs.....	21
3.2	Faits établis quant aux risques.....	21
3.3	Autres faits établis.....	22
4.0	Mesures de sécurité .....	23
4.1	Mesures de sécurité prises .....	23
4.1.1	Canada Steamship Lines .....	23
	<b>Annexes .....</b>	<b>24</b>
	Annexe A - Plan d'ensemble de l'Atlantic Erie.....	24
	Annexe B - Aménagement de la passerelle .....	25
	Annexe C - Trajectoire de l'Atlantic Erie .....	26
	Annexe D - Schéma électrique.....	27
	Annexe E - Route vraie comparée au cap indiqué par le gyrocompas.....	28
	Annexe F - Captures d'écran du système de navigation intégré de précision par cartes électroniques [captures d'écran disponibles en anglais seulement] .....	30
	Annexe G - Réaction d'un gyroscope à une inclinaison .....	33

## 1.0 Renseignements de base

### 1.1 Fiche technique du navire

Tableau 1. Fiche technique du navire

Nom du navire	<i>Atlantic Erie</i>
Numéro de l'Organisation maritime internationale (OMI)	8016639
Port d'immatriculation	Halifax (Nouvelle-Écosse)
Pavillon	Canadien
Type	Vraquier autodéchargeur
Jauge brute	24 300
Longueur <sup>1</sup>	224,50 m
Tirant d'eau	À l'avant : 8 m À l'arrière : 8,05 m
Construction	1985, chantier naval de Collingwood (Ontario)
Propulsion	1 moteur diesel (8096 kW) entraînant 1 hélice à pas variable munie d'une tuyère Kort orientable
Cargaison	25 132 tonnes métriques de coke de pétrole
Membres d'équipage	28
Propriétaire inscrit	Canada Steamship Lines (Groupe CSL inc.)
Gestionnaire	V.Ships Canada Inc.

### 1.2 Description du navire

L'*Atlantic Erie* est un vraquier construit en acier; la salle des machines et les quartiers d'équipage se trouvent à l'arrière du navire. Le navire compte 5 cales à marchandises et est équipé d'un convoyeur de déchargement autonome qui permet d'extraire la cargaison du fond des cales sur des bandes de convoyeur, d'où elle est hissée au-dessus du niveau du pont au moyen d'un système de monte-charge, jusqu'au convoyeur du mât de déchargement, qui la décharge.

Photo 1. *Atlantic Erie*



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

La propulsion est assurée par un moteur diesel à 6 cylindres qui entraîne une hélice à pas variable tournant dans une tuyère Kort orientable<sup>2</sup>. Le courant électrique est fourni par 3 groupes électrogènes<sup>3</sup> (2 d'entre eux ont une capacité nominale de 1206 kW chacun et le troisième, une capacité de 700 kW). Il y a aussi 1 génératrice de secours située dans un local spécialement aménagé. Ce local est situé 2 ponts au-dessus du pont principal (annexe A) et on y entre à partir de l'extérieur. Le navire est équipé d'un propulseur d'étrave électrique muni d'une hélice à pas variable. Le moteur de 746 kW du propulseur d'étrave se trouve dans un espace clos à l'intérieur du coqueron avant. Deux groupes électrogènes principaux doivent fonctionner pour fournir la charge électrique élevée requise pour démarrer le moteur.

La passerelle est munie de l'équipement de navigation requis, y compris des radars de 3 et 10 centimètres avec fonction d'aide de pointage radar automatique, 2 gyrocompas, 1 compas magnétique et 2 radiotéléphones très haute fréquence (VHF) (annexe B). Le navire est aussi équipé d'un système de localisation GPS différentiel (DGPS) et de 2 systèmes de cartes électroniques : un système pour déterminer le dégagement sous quille appelé « 3D Navigator » et un système de navigation intégré de précision par cartes électroniques (ECPINS) avec écran asservi situé dans la cabine du capitaine. L'ECPINS est relié à une alimentation sans coupure. L'ECPINS et le 3D Navigator affichent tous deux le cap et la route vraie (COG)<sup>4</sup> du navire : la valeur de la COG est fournie par le DGPS et celle du cap du navire, par le gyrocompas.

### 1.3 *Déroulement du voyage*

Le 9 juin 2014, l'*Atlantic Erie* a appareillé de Chicago (Illinois), États-Unis, à destination de Sydney (Nouvelle-Écosse). Le matin du 12 juin, le navire faisait route vers l'est sur le lac Érié, en direction de Port Colborne (Ontario), à une vitesse de 11,8 nœuds. L'équipe à la passerelle comprenait le troisième officier, qui était l'officier de quart (O Quart), et l'homme de quart à la passerelle, qui agissait également comme timonier lorsque le pilote automatique n'était pas en fonction. Peu après 8 h<sup>5</sup>, l'O Quart a appelé le quatrième mécanicien, qui était le mécanicien de quart, et lui a donné un avis de 1 heure pour se préparer à manœuvrer dans l'entrée supérieure du canal Welland. Le mécanicien de quart a alors mis en service le groupe électrogène n° 3 et l'a synchronisé avec le groupe électrogène n° 1, qui fournissait jusque-là l'alimentation électrique du navire.

Vers 9 h, l'O Quart a demandé au capitaine de venir à la passerelle, conformément aux consignes pour la nuit de ce dernier. Le capitaine est arrivé à la passerelle 20 minutes plus tard et a pris la conduite vers 9 h 40. À 9 h 42, le capitaine a appelé un régulateur de la

---

<sup>2</sup> Le fait de placer une hélice dans une tuyère Kort orientable améliore son rendement en augmentant la poussée, ce qui améliore la capacité de gouverner, même à basse vitesse.

<sup>3</sup> Chacun des 3 groupes électrogènes principaux comprend un moteur diesel accouplé à un alternateur triphasé.

<sup>4</sup> La route vraie s'appelle aussi route fond (COG).

<sup>5</sup> Les heures sont exprimées en heure avancée de l'Est (temps universel coordonné moins 4 heures).

circulation maritime (secteur du canal Welland) et a donné la position du navire au point d'appel 16 (annexe C). Le capitaine a ensuite entrepris de modifier le cap vers bâbord, vers les jetées extérieures à Port Colborne, tout en réduisant graduellement la vitesse du navire. Le capitaine a aussi dit à l'O Quart d'aller sur le pont et de se préparer à franchir la première écluse du canal Welland. Cela laissait le capitaine et le timonier comme effectif à la passerelle.

Vers 9 h 44, le navire se trouvait à 1,5 mille marin (nm) au sud des jetées extérieures et faisait route à une vitesse d'environ 9 nœuds. Le capitaine a appelé le mécanicien de quart et lui a demandé de mettre le propulseur d'étrave en marche. Le mécanicien de quart a fermé le disjoncteur du propulseur d'étrave et a mis sous tension le moteur électrique du propulseur. Une minute après la mise en marche du propulseur d'étrave, le mécanicien a transféré les commandes à la passerelle. Le propulseur d'étrave a fonctionné pendant environ 1 minute de plus sans être utilisé, après quoi son disjoncteur s'est délesté.

Le mécanicien de quart a alors appelé le chef mécanicien, qui était dans sa cabine, pour obtenir des instructions. Le chef mécanicien lui a dit de remettre le propulseur d'étrave en marche et a envoyé le deuxième mécanicien au compartiment du propulseur pour examiner le problème. Après avoir appelé la passerelle et informé le capitaine de la situation, le mécanicien de quart a réarmé le disjoncteur et l'a fermé. Vers 9 h 50, le mécanicien de quart a appuyé sur le bouton pour remettre en marche le moteur du propulseur d'étrave. La tension du système de distribution électrique a chuté et le disjoncteur principal du groupe électrogène n° 3 s'est délesté, mais le groupe électrogène n° 1 a continué d'alimenter le tableau de distribution principal. La machine principale a continué de fonctionner, et l'éclairage est demeuré allumé dans tout le navire.

La chute de tension a déclenché un certain nombre d'alarmes de panne d'alimentation sur la passerelle, y compris les alarmes des feux de navigation, des radars bâbord et tribord, de l'échosondeur, du panneau de détection d'incendie et des 2 gyrocompas. Les radars sont passés par défaut en mode d'attente<sup>6</sup>, et 2 des 3 indicateurs d'angle du gouvernail à la passerelle ont été désactivés. Le capitaine a mis la machine en marche arrière et a donné l'ordre au timonier de mettre la barre à bâbord toute afin d'amorcer un virage sur tribord<sup>7</sup> et d'interrompre l'entrée dans le canal. Dans la salle de commande des machines, les alarmes de panne d'alimentation de la pompe principale et de la pompe auxiliaire se sont déclenchées. L'équipe de la salle des machines a remis les pompes en marche immédiatement, ce qui a arrêté les alarmes.

Entre-temps, un détecteur de fumée dans le compartiment du propulseur d'étrave a déclenché une alarme sur le panneau de détection d'incendie de la passerelle. Ce panneau

---

<sup>6</sup> En mode d'attente, les radars n'affichent aucune image. Pour que les radars affichent une image, ils doivent être réglés en mode d'émission.

<sup>7</sup> Comme le navire est équipé d'une tuyère Kort, la commande de barre à bâbord toute, tout en faisant marche arrière, entraînerait le virage sur tribord du navire.

indique l'emplacement de l'incendie et est raccordé aux aimants de retenue des portes coupe-feu<sup>8</sup>. Le capitaine a arrêté l'alarme, mais il a alors reçu un appel d'un membre d'équipage qui se trouvait à l'avant l'informant que de la fumée s'échappait du compartiment du propulseur d'étrave.

Le capitaine a actionné le sifflet<sup>9</sup> et déclenché l'alarme générale, ce qui a entraîné la fermeture automatique des portes coupe-feu. Il a ensuite tenté de faire une annonce pour signaler qu'il ne s'agissait pas d'un exercice et pour demander à l'équipage de se rendre aux postes de rassemblement, mais l'annonce ne s'est pas fait entendre dans tout le navire parce que le capitaine s'est servi par erreur du combiné du radiotéléphone VHF au lieu de celui du système de diffusion publique.

Le combiné du système de diffusion publique est à proximité de l'un des combinés de radiotéléphone VHF, auquel il ressemble (photo 2). Il est muni d'une étiquette blanche qui l'identifie comme étant le combiné du système de diffusion publique. Il n'y a pas d'étiquette sur le combiné de radiotéléphone VHF<sup>10</sup>.

Dès qu'il s'est rendu compte de sa méprise, le capitaine a arrêté l'alarme générale et a commencé à faire l'annonce à l'aide du combiné du système de diffusion publique. Cependant, l'annonce n'a pas été entendue cette fois encore, parce que le capitaine n'avait pas appuyé sur le bouton d'appel à tous du système de diffusion publique. À ce moment-là, le capitaine a cessé d'essayer de se servir du système de diffusion publique et a plutôt fait l'annonce d'urgence à l'aide de la fréquence VHF interne du navire<sup>11</sup>. Le capitaine a aussi demandé au deuxième officier de venir à la passerelle l'aider à arrêter les alarmes.

Après avoir entendu l'alarme générale et la fermeture des portes coupe-feu, le chef mécanicien a quitté sa cabine<sup>12</sup> et s'est rendu à la passerelle pour se renseigner sur l'emplacement de l'incendie. À l'arrivée du chef mécanicien sur la passerelle, le capitaine l'a

Photo 2. Combinés du système de diffusion publique et du radiotéléphone VHF



<sup>8</sup> Après un délai prédéterminé, à moins qu'on en accuse réception, l'alarme du panneau de détection d'incendie déclenche l'alarme générale et ferme automatiquement les portes coupe-feu.

<sup>9</sup> Le capitaine a lancé 7 coups brefs suivis de 1 long coup pour sonner l'alarme générale.

<sup>10</sup> On a apposé l'étiquette sur le combiné du système de diffusion publique après de multiples cas où des pilotes ont utilisé celui-ci par erreur au lieu du combiné du radiotéléphone très haute fréquence.

<sup>11</sup> La compagnie équipe certains membres d'équipage d'un combiné de radiotéléphone très haute fréquence pour qu'il soit possible de les joindre en tout temps et en tous lieux à bord du navire. On ne sait pas si le chef mécanicien avait le sien au moment de l'annonce et si celui-ci était en marche.

<sup>12</sup> La cabine du chef mécanicien se trouve 2 ponts sous la passerelle.

informé immédiatement qu'il y avait eu une panne totale de courant, qu'ils avaient perdu l'alimentation des instruments de navigation et qu'il faisait faire demi-tour au navire. Le capitaine n'a pas informé le chef mécanicien qu'on lui avait signalé la présence de fumée dans le compartiment du propulseur d'étrave et le chef mécanicien ne s'est pas informé sur l'incendie.

### 1.3.1 Événements subséquents dans la salle de commande des machines

Le chef mécanicien s'est rendu à la salle de commande des machines immédiatement après avoir parlé au capitaine. Chemin faisant, il a remarqué que l'éclairage était allumé et, une fois rendu dans la salle de commande des machines, il a constaté que la machine principale et l'appareil à gouverner étaient en marche. Vers 9 h 58, le chef mécanicien a donné l'ordre à l'électricien de se rendre au local de la génératrice de secours afin d'aider à exécuter la procédure à suivre à bord du navire en cas de panne totale de courant.

Lors de l'exécution de la procédure, le chef mécanicien a ouvert et fermé le disjoncteur de liaison situé dans la salle de commande des machines. Il s'agit de 1 des 2 disjoncteurs de liaison qui acheminent le courant entre les tableaux de distribution principal et de secours (annexe D). L'ouverture du disjoncteur a interrompu l'alimentation du tableau de distribution de secours, ce qui a mis hors tension une partie de l'équipement de navigation de la passerelle, notamment les gyrocompas. Les alarmes de panne d'alimentation connexes se sont déclenchées de nouveau. Le chef mécanicien n'était pas conscient à ce moment-là que la procédure relative à une panne totale de courant avait cet effet.

Peu après avoir exécuté la procédure à suivre en cas de panne totale de courant, le chef mécanicien a synchronisé de nouveau le groupe électrogène n° 3 et a mis en marche le groupe électrogène n° 2. Il a ensuite synchronisé le groupe électrogène n° 2 avec le n° 1 et le n° 3, de sorte que le système électrique du navire était alors alimenté par les 3 groupes électrogènes.

Vers 10 h 1, le chef mécanicien a tenté à nouveau de remettre le propulseur d'étrave en marche, ce qui a créé une autre chute de tension et a déclenché les mêmes alarmes de panne d'alimentation sur la passerelle et dans la salle de commande des machines. Cette fois encore, l'éclairage est demeuré allumé dans tout le navire. À la suite de la chute de tension, le chef mécanicien a de nouveau exécuté la procédure à suivre en cas de panne totale de courant, ne sachant pas qu'il mettait hors tension l'équipement de navigation, ce qui a déclenché encore une fois les alarmes de panne d'alimentation sur la passerelle.

Vers 10 h 2, le deuxième mécanicien a informé le chef mécanicien qu'il y avait un incendie dans le compartiment du propulseur d'étrave et lui a demandé de cesser d'essayer de remettre le propulseur d'étrave en marche. Avec le consentement du chef mécanicien, l'électricien a isolé l'alimentation électrique de la partie avant du navire. Le mécanicien de quart a fait une ronde de sécurité dans la salle des machines et a constaté que tout était en bon état. Le chef mécanicien a appelé le capitaine pour l'informer, puis s'est rendu à l'avant pour vérifier la situation du propulseur d'étrave.

### 1.3.2 Événements subséquents sur la passerelle

Entre 9 h 57 et 10 h 2, pendant qu'on prenait les mesures mentionnées précédemment dans la salle de commande des machines, les alarmes de panne d'alimentation sur la passerelle se sont fait entendre à 3 reprises après le premier déclenchement. L'équipe à la passerelle ne savait pas pourquoi les alarmes se déclenchaient à répétition. Le deuxième officier est arrivé sur la passerelle vers 9 h 57 et a commencé à arrêter et à réarmer les alarmes, conformément aux ordres du capitaine.

Vers 10 h 1, le capitaine a donné l'ordre de mettre la barre à tribord toute et a augmenté la vitesse du navire en marche avant afin de faire augmenter le taux de giration du navire. Le capitaine surveillait la giration du navire sur l'ECPINS, sans la confirmer au moyen de la navigation à vue. Après avoir vérifié le compartiment du propulseur d'étrave, l'équipe de lutte contre l'incendie a signalé au capitaine qu'il y avait de la fumée dans le compartiment, mais aucun incendie.

Vers 10 h 3, le navire virait encore sur tribord. Le capitaine a donné l'ordre au timonier de gouverner sur un cap au 180° selon le gyrocompas (G) afin que le navire fasse route en direction du sud et s'éloigne de la terre ferme. À ce moment-là, le deuxième officier avait arrêté toutes les alarmes et le capitaine l'a envoyé sur le pont rejoindre l'équipe de lutte contre l'incendie et l'aider au besoin.

À 10 h 6, le timonier, qui gouvernait à l'aide d'un des répéteurs de gyrocompas, a informé le capitaine que le cap du navire était 180°G. Le gyrocompas n'avait pas été vérifié à la suite des coupures de courant.

Vers 10 h 11, d'autres alarmes se sont fait entendre sur la passerelle<sup>13</sup>, et le capitaine a donné l'ordre au deuxième officier de revenir à la passerelle et de les arrêter. Le deuxième officier est arrivé sur la passerelle vers 10 h 15 et a commencé à arrêter les alarmes. Une fois les alarmes arrêtées, le capitaine est allé à sa cabine pour aller chercher son téléphone cellulaire<sup>14</sup> afin d'informer la compagnie de la situation. Comme sa cabine se trouve à 1 pont sous la passerelle et qu'il prévoyait ne s'absenter que pour un court moment, le capitaine a quitté la passerelle sans transférer la conduite au deuxième officier.

Une fois arrivé à sa cabine, le capitaine a regardé l'écran asservi de l'ECPINS et a remarqué que la route vraie du navire était vers l'est, mais que l'indicateur en forme de navire qui indiquait le cap pointait vers le sud (annexe E). Le capitaine est retourné rapidement à la passerelle et a demandé le cap magnétique au timonier, qui a déclaré que celui-ci était 111°(M)<sup>15</sup>. Le capitaine a regardé à l'extérieur et a vu que le rivage était à bâbord au lieu d'être à l'arrière du navire. Le capitaine a immédiatement donné l'ordre au timonier de mettre la barre à tribord toute afin de corriger le cap du navire et a augmenté le pas de

---

<sup>13</sup> L'enquête n'a pas permis de déterminer la source de ces alarmes.

<sup>14</sup> Le capitaine se sert normalement de son téléphone cellulaire lorsqu'il peut accéder au réseau, car le téléphone satellite de la passerelle accuse un retard qui rend les communications difficiles.

<sup>15</sup> 111° magnétique se transforme en 100° vrai à cet endroit.

l'hélice pour obtenir plus de puissance en marche avant. Le navire a alors commencé à virer sur tribord, mais, quelques instants plus tard, la coque a touché le fond et, à 10 h 20, le navire s'est échoué à 1,5 nm au sud-est des jetées extérieures de Port Colborne.

#### 1.4 Panne du propulseur d'étrave

Il n'a pas été possible de déterminer de façon concluante la raison de la panne du propulseur d'étrave. Le laboratoire technique du BST a toutefois constaté que la cause la plus probable des problèmes électriques au moment de l'événement était un court-circuit entre les bobinages<sup>16</sup> dans le moteur du propulseur<sup>17</sup>. Ce moteur est un élément qui n'exige pas d'entretien exhaustif de l'utilisateur ni d'inspections. L'unité était régulièrement soumise à des inspections et des entretiens<sup>18</sup>, mais c'est probablement tout de même le vieillissement des éléments internes qui a mené à la panne, peut-être en raison de la détérioration de l'isolant des bobinages au fil du temps, car, généralement, l'isolant a tendance à être l'élément le plus touché par l'exposition aux contaminants et aux conditions environnementales comme les vibrations, l'humidité et la température.

À la suite de l'événement, le moteur a été envoyé à une entreprise contractuelle à terre aux fins d'entretien et de réparation. Diverses pièces ont été remplacées ou remises à neuf, le stator<sup>19</sup> a été rembobiné, et les bobinages ont été vernis. Le moteur au complet a été équilibré, soumis à des essais et déclaré en état de fonctionner. Il a été remis à bord plus tard.

Avant de mettre en marche le propulseur d'étrave de l'*Atlantic Erie*, la pratique consiste à s'assurer qu'au moins 2 groupes électrogènes fonctionnent en parallèle. On ferme ensuite le disjoncteur du propulseur d'étrave et on met le moteur électrique en marche. Une fois que le moteur a tourné pendant 1 minute ou 2, la commande du propulseur est transférée à la passerelle. Lorsque les commandes sont transférées, un voyant lumineux s'allume sur le pupitre de passerelle et un officier à la passerelle doit alors accepter la commande pour achever le transfert. Une affiche sur le tableau de distribution principal de la salle de commande des machines précise que le propulseur d'étrave ne doit pas être mis en marche plus d'une fois toutes les 2 heures. Il n'y a pas d'instructions au sujet des mesures à prendre en cas de délestage du disjoncteur.

---

<sup>16</sup> Le bobinage est un enroulement de fils conducteurs en cuivre recouverts d'un vernis isolant. On enroule les fils pour former une bobine qui produit le champ magnétique nécessaire pour générer un couple à l'intérieur d'un moteur électrique.

<sup>17</sup> Rapport de laboratoire du BST LP219/2014 – Analyse du système d'alimentation électrique.

<sup>18</sup> L'unité est soumise à des inspections régulières telles que le test annuel du mégohmmètre – le dernier ayant eu lieu 4 mois avant la panne – et les inspections de la société de classification, qui sont réalisées tous les 5 ans.

<sup>19</sup> Le stator est la partie fixe du système rotatif d'un moteur électrique.

## 1.5 *Avaries au navire*

Une inspection effectuée par des plongeurs après l'événement a permis de déterminer que le bordé extérieur et la cloison transversale avant, entre le coqueron avant et l'espace vide de l'étrave à bulbe, étaient tous deux fissurés.

## 1.6 *Conditions environnementales*

Au moment de l'événement, le ciel était couvert, mais la visibilité était bonne. Le vent soufflait du sud à 10 nœuds.

## 1.7 *Certificats du navire*

Le navire était doté d'un équipage, d'un équipement et d'une certification conformes à la réglementation en vigueur. L'*Atlantic Erie* avait obtenu un certificat de système de gestion de la sécurité (SGS) le 24 octobre 2013, et le document de conformité (DOC) de la compagnie avait été délivré le 30 septembre 2010. Les deux certificats avaient été délivrés par Lloyd's Register. Le plus récent visa de vérification annuelle était daté du 27 novembre 2013.

## 1.8 *Brevets et expérience du personnel*

Le capitaine était titulaire d'un brevet de compétence de capitaine à proximité du littoral, délivré en 1992, et naviguait comme capitaine depuis 2006; il servait à ce titre sur l'*Atlantic Erie* depuis juin 2013. Le capitaine avait suivi une formation d'une durée de 35 heures en gestion des ressources à la passerelle (GRP) en mars 2002. Il avait aussi suivi la formation Human Element Leadership Management (HELM)<sup>20</sup> en février 2013.

Le chef mécanicien était titulaire d'un brevet de compétence d'officier mécanicien de première classe, navire à moteur, délivré en 2001, et s'était joint à la compagnie comme chef mécanicien en 2009; il servait à ce titre à bord de l'*Atlantic Erie* depuis 2013. Le chef mécanicien avait aussi suivi la formation HELM en janvier 2013.

Le deuxième officier était titulaire d'un brevet de compétence d'officier de pont de quart à proximité du littoral, délivré en 1991, s'était joint à la compagnie en 1996, et naviguait comme deuxième officier à bord de l'*Atlantic Erie* depuis 2010.

Le troisième officier était titulaire d'un brevet de compétence de capitaine à proximité du littoral, délivré en 1985, et naviguait comme troisième officier depuis 1977. Il s'était joint à la compagnie en 2010, et naviguait comme troisième officier à bord de l'*Atlantic Erie* depuis ce temps.

---

<sup>20</sup> La formation Human Element Leadership Management (HELM) est un cours d'une semaine fondé sur des mises en situation et centré sur la performance humaine et les erreurs cognitives. Elle est offerte par une entreprise privée qui se spécialise dans les cours de formation en sécurité et en gestion et dont le siège social est au Royaume-Uni.

Le quatrième mécanicien était titulaire d'un brevet de compétence de mécanicien de quatrième classe, navire à moteur, délivré en février 2014. Il s'était joint à la compagnie en 2013 et naviguait à bord de l'*Atlantic Erie* comme quatrième mécanicien depuis avril 2014.

Le timonier était titulaire d'un brevet d'homme de quart à la passerelle délivré en 2000, s'était joint à la compagnie en 2007 et occupait le poste de timonier à bord de l'*Atlantic Erie* depuis 2008.

## 1.9 *Système de navigation intégré de précision par cartes électroniques*

L'ECPINS donne une représentation visuelle de la trajectoire du navire ainsi que des données numériques sur son cap<sup>21</sup> et sa route vraie. L'écran du système affiche aussi un indicateur en forme de navire qui pointe dans la direction du cap suivi par le navire. L'ECPINS obtient le cap du gyrocompas et la route vraie, du DGPS. Plusieurs fois par seconde, le DGPS fait le point et trace la position du navire sur une carte numérique. La suite de positions tracées forme la trajectoire, qui, à son tour, fournit la route vraie. Lorsque le navire fait route en marche avant toute et maintient le cap, l'écart entre les valeurs de la route vraie et du cap est très faible<sup>22</sup>. L'écart entre les valeurs augmente toutefois lorsque le navire ralentit ou vire.

Les captures d'écran à l'annexe F proviennent d'un enregistrement de ce que l'ECPINS affichait au moment de l'événement. Elles montrent que, lorsque le navire a commencé à virer sur tribord et à s'éloigner de l'entrée du canal, l'écart entre le cap du navire et la route vraie a commencé à augmenter, comme à l'habitude (annexe F, capture d'écran 1). Au fur et à mesure que le navire virait, l'écart a continué d'augmenter, ce qui est aussi normal (annexe F, capture d'écran 2). Cependant, après que le navire a achevé la giration et fait route au cap 180°G pendant environ une demi-minute, l'écart entre la route vraie et le cap a continué d'augmenter, alors qu'il aurait normalement dû commencer à diminuer. De plus, l'indicateur en forme de navire pointait vers le sud, même si le navire faisait route vers l'est (annexe F, capture d'écran 3).

## 1.10 *Gyrocompas*

Le gyrocompas donne le cap du navire. Il est constitué d'un gyroscope qui pointe vers le nord et se compose d'un corps tournant (qu'on appelle le rotor) monté sur une suspension à cardan<sup>23</sup> (figure 1). Le compas est logé dans un boîtier avec des composants électroniques qui

<sup>21</sup> Le cap renvoie au sens de marche du navire par rapport au nord vrai.

<sup>22</sup> Certains facteurs, tels que le vent et le courant, peuvent influencer sur la différence entre les valeurs de la route vraie et du cap du gyrocompas. Quand il n'y a ni vent ni courant, l'écart entre les valeurs de la route vraie et du cap du gyrocompas est très faible.

<sup>23</sup> La suspension à cardan consiste en un système d'anneaux ou de cerceaux agencés de manière à maintenir un objet suspendu en leur centre, lui permettant de demeurer à l'horizontale indépendamment du mouvement du navire.

gardent l'axe du rotor aligné sur les méridiens terrestres<sup>24</sup> de sorte que le gyrocompas indique le nord vrai.

Lorsqu'un navire effectue un virage, un couple est appliqué à l'axe vertical du rotor, ce qui entraîne l'inclinaison de ce dernier par rapport au boîtier. Dans des conditions de fonctionnement normales, un transformateur de tension (appelé dispositif de captage) situé au-dessus du rotor capte cette inclinaison en détectant la différence entre les champs magnétiques de part et d'autre du rotor. Le dispositif de captage transmet alors un courant électrique qui neutralise la différence entre les champs magnétiques, minimisant ainsi l'inclinaison du rotor. Cependant, si

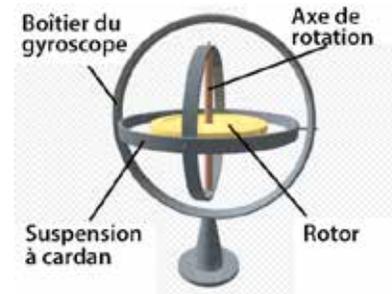
l'alimentation du dispositif de captage est interrompue, ne serait-ce que brièvement, pendant la giration du navire, le dispositif ne peut alors pas transmettre le courant électrique nécessaire pour neutraliser l'inclinaison, et le rotor pourrait dans ce cas perdre complètement son orientation et s'immobiliser contre les butées (annexe G). À compter du moment où le courant est rétabli, le gyrocompas peut mettre de 90 à 120 minutes pour se réaligner sur le nord vrai. Une coupure de courant qui survient pendant que le navire fait route en maintenant le cap n'a pas le même effet, étant donné que la vitesse acquise du rotor garde ce dernier aligné pendant plusieurs minutes après la perte de courant, pourvu que le rotor ne soit pas soumis à une inclinaison.

La plupart des navires sont munis de répéteurs de gyrocompas situés à des endroits clés sur la passerelle, tels que la barre, ce qui permet aux navigateurs de vérifier le cap du navire en tout temps. D'autres instruments de navigation, tels que les radars, le 3D Navigator et l'ECPINS, obtiennent les données sur le cap du gyrocompas et affichent l'information sur leur écran respectif.

Il est possible de vérifier la précision du gyrocompas en utilisant le compas magnétique, étant donné que ce dernier est autonome et ne requiert aucune source d'alimentation. D'autres instruments de navigation, tels que le DGPS, peuvent déterminer la direction du navire, laquelle est interprétée comme étant la route vraie.

L'*Atlantic Erie* est équipé de 2 gyrocompas, mais 1 seul peut être utilisé à la fois pour alimenter les répéteurs et les autres appareils de navigation électroniques à tout moment. Dans l'événement à l'étude, l'alimentation du gyrocompas a été coupée à deux reprises par suite de l'exécution de la procédure à suivre en cas de panne totale de courant. Par conséquent, le dispositif de captage du gyrocompas a été mis hors tension pendant que le navire virait sur tribord et il n'a pu corriger l'inclinaison appliquée au rotor. En conséquence, le gyrocompas a perdu son alignement. L'erreur s'est répercutée sur le répéteur de gyrocompas que le timonier utilisait pour gouverner ainsi que sur l'ECPINS dont le capitaine se servait pour surveiller le navire pendant que celui-ci virait pour s'éloigner du rivage.

Figure 1. Gyroscopie



<sup>24</sup> Le méridien s'appelle aussi ligne de longitude.

### 1.10.1 Alarme de gyrocompas

Les 2 gyrocompas de l'*Atlantic Erie* sont munis d'une alarme sonore de panne d'alimentation qui se fait entendre sur la passerelle en cas de mise hors tension de l'équipement ou lorsque la tension chute en deçà des besoins opérationnels des compas. Rien n'indique à l'opérateur si l'alarme s'est déclenchée à la suite soit d'une panne d'alimentation, soit d'une chute de tension. Il n'y a pas non plus d'alarme qui indique si le gyrocompas a perdu son alignement à la suite d'une panne d'alimentation. L'accusé de réception des alarmes ne peut se faire manuellement, mais les alarmes s'arrêtent automatiquement lorsque la tension redevient normale. Bon nombre d'autres alarmes sur la passerelle fonctionnent différemment, car elles continuent de sonner jusqu'à ce qu'un opérateur en accuse réception manuellement.

Dans l'événement à l'étude, les alarmes de gyrocompas se sont déclenchées 4 fois en tout : 2 fois en raison des coupures de courant causées par l'exécution de la procédure à suivre en cas de panne totale de courant et 2 fois en raison des chutes de tension causées par la remise en marche du propulseur d'étrave. Chaque fois, l'alarme s'est fait entendre pendant environ 30 secondes avant de s'arrêter automatiquement.

## 1.11 Normes de conception des alarmes

Selon Transports Canada, un gyrocompas doit être muni d'une alarme automatique qui indique tout défaut majeur du système du compas<sup>25</sup>. En décembre 2000, le Comité de la sécurité maritime de l'OMI a adopté des lignes directrices sur les critères ergonomiques de l'équipement et de l'aménagement d'une passerelle<sup>26</sup>. Ces lignes directrices sont entrées en vigueur le 1<sup>er</sup> juillet 2002 dans le cadre des révisions du chapitre V/15, Principes relatifs à la conception de la passerelle, à la conception et à l'agencement des systèmes et du matériel de navigation et aux procédures à suivre, de la Convention internationale pour la sauvegarde de la vie humaine en mer (Convention SOLAS). Les lignes directrices stipulent entre autres que les alarmes doivent sonner jusqu'à ce qu'on en accuse réception.

## 1.12 Système de distribution électrique

### 1.12.1 Tableaux de distribution principal et de secours

Le tableau de distribution principal, qui se trouve dans la salle de commande des machines, commande la distribution de l'alimentation provenant des groupes électrogènes aux divers systèmes de l'*Atlantic Erie*. Le tableau de distribution principal divise l'alimentation électrique du navire en circuits plus petits qui servent à la distribuer aux transformateurs, aux panneaux, à l'appareillage de commande et, en fin de compte, à chaque charge du

<sup>25</sup> Transports Canada, TP 3668 F, Normes concernant les appareils et le matériel de navigation, article 6, Normes des gyrocompas, 1983.

<sup>26</sup> Organisation maritime internationale, MSC/Circ. 982, Directives sur les critères ergonomiques applicables à l'équipement et à l'agencement de la passerelle, 20 décembre 2000.

réseau. Le tableau principal fournit aussi la commutation ainsi que la protection contre les surintensités et les courts-circuits, tels les fusibles ou les disjoncteurs.

Dans des conditions de fonctionnement normales, le tableau de distribution principal de l'*Atlantic Erie* peut être alimenté par 1 ou plusieurs des 3 groupes électrogènes principaux du navire. Le tableau principal alimente normalement aussi le tableau de distribution de secours au moyen de 2 disjoncteurs de liaison<sup>27</sup>. Le tableau de secours alimente 1 moteur d'appareil à gouverner et divers instruments de navigation, y compris les gyrocompas (annexe D). En cas de panne totale de courant (situation au cours de laquelle les 3 groupes électrogènes cessent de fonctionner), les 2 disjoncteurs de liaison s'ouvrent et, après un délai fixé d'avance, la génératrice de secours démarre, son disjoncteur se ferme automatiquement, et elle commence à alimenter le tableau de distribution de secours<sup>28</sup>.

Le navire est aussi équipé d'un système de veille automatique, ce qui signifie qu'il est possible de mettre 1 des groupes électrogènes principaux en attente de sorte que si le groupe électrogène en service tombe en panne, le groupe électrogène en attente démarre automatiquement et le remplace.

### 1.12.2 Procédure en cas de panne totale de courant dans la salle des machines

Les procédures à suivre en cas de panne totale de courant sont définies dans le SGS de l'*Atlantic Erie*, que la compagnie appelle le Système de gestion de V.Ships (SGV)<sup>29</sup>. La procédure à suivre dans la salle des machines en cas de panne totale de courant fournit des instructions sur le redémarrage des machines principales et la réalimentation du tableau de distribution de secours à l'aide du tableau de distribution principal plutôt que de la génératrice de secours. La procédure prévoit entre autres l'ouverture et la fermeture du disjoncteur de liaison situé dans la salle de commande des machines. Le chef mécanicien avait révisé la procédure à la suite d'essais auxquels les groupes électrogènes avaient été soumis le 12 mai 2014; les révisions comprenaient des modifications au libellé et au formatage de la procédure, mais ne modifiaient pas le contenu.

Dans l'événement à l'étude, les 2 chutes de tension causées par la remise en marche du moteur du propulseur d'étrave étaient assez importantes pour déclencher les alarmes de panne d'alimentation de l'équipement de navigation sur la passerelle. Cependant, les deux fois, un groupe électrogène principal a continué d'alimenter le tableau de distribution principal et le navire n'a donc pas subi de perte d'alimentation électrique. La procédure en cas de panne totale de courant a été exécutée après chaque chute de tension. Parce que le navire n'avait pas subi de perte d'alimentation, l'exécution de la procédure à suivre en cas de

<sup>27</sup> Un disjoncteur de liaison sert à raccorder des tableaux de distribution ayant des sources d'alimentation indépendantes.

<sup>28</sup> Le sous-alinéa A1.5.4 1c) de la publication de Transports Canada intitulée Normes d'électricité régissant les navires (2008) (TP 127F) précise que la génératrice de secours d'un navire doit démarrer au plus 45 secondes après une panne d'alimentation.

<sup>29</sup> Dans le présent rapport, l'on désigne le Système de gestion de V.Ships (SGV) par système de gestion de la sécurité (SGS).

panne totale de courant a eu pour effet de mettre chaque fois le tableau de distribution de secours hors tension, ce qui a coupé l'alimentation de l'équipement de la passerelle et déclenché les alarmes connexes.

### 1.12.3 Répartition des charges entre les groupes électrogènes

La répartition des charges entraîne la division de la charge totale d'un navire entre 2 groupes électrogènes ou plus fonctionnant en parallèle; elle a pour but de permettre d'éviter les problèmes de surcharge et de stabilité des groupes électrogènes et des systèmes électriques. Selon l'énergie requise par le navire, le mécanicien de quart détermine le nombre de groupes électrogènes nécessaires pour alimenter le tableau de distribution principal. Avant que la capacité nominale maximale d'un groupe électrogène soit atteinte, le mécanicien de quart met en marche un deuxième groupe électrogène qu'il synchronise avec le premier, ce qui permet de répartir la charge entre les 2 groupes électrogènes. La répartition de la charge s'effectue automatiquement par le régulateur de vitesse de la machine<sup>30</sup> et le régulateur de tension automatique<sup>31</sup>.

Avant l'événement, le chef mécanicien avait eu, dans le cas du régulateur de tension automatique, un problème qui avait eu des répercussions sur la répartition de la charge entre les groupes électrogènes.

## 1.13 Gestion des ressources à la passerelle

La GRP consiste en la gestion et l'utilisation efficaces de toutes les ressources, humaines et techniques, dont l'équipe à la passerelle dispose en vue d'assurer la sécurité du voyage. La GRP inclut les compétences, les connaissances et les stratégies sur la gestion de la charge de travail, la résolution des problèmes, la prise de décision, le travail d'équipe et la connaissance de la situation, principalement durant les opérations importantes. Plus spécifiquement, il incombe aux membres de l'équipe à la passerelle de toujours être attentifs à la situation tout en se consacrant à leurs tâches individuelles. Il leur incombe aussi de travailler en équipe de manière à prévenir toute défaillance ponctuelle qui peut survenir lorsqu'une seule personne est responsable d'une tâche essentielle à la sécurité et que cette personne ne dispose d'aucun soutien pouvant l'aider à repérer les erreurs possibles. L'échange de renseignements est nécessaire pour que les membres de l'équipe puissent collaborer à l'atteinte d'un objectif commun. L'inefficacité des communications peut faire en sorte que les membres d'une équipe perçoivent de façons différentes une situation qui évolue.

---

<sup>30</sup> Le régulateur de vitesse commande l'alimentation en carburant d'un moteur diesel pour réguler la vitesse de ce dernier.

<sup>31</sup> Le régulateur de tension automatique contrôle la tension de sortie de l'alternateur en commandant le courant à l'entrée de l'excitatrice de celui-ci; il calcule aussi l'intensité de courant dont l'excitatrice a besoin pour stabiliser la tension de sortie en un point prédéterminé.

La compagnie avait récemment mis en œuvre le programme de formation Human Element Leadership Management (HELM). Il s'agit d'un cours de 1 semaine, fondé sur des mises en situation, au cours duquel les capitaines et les chefs mécaniciens reçoivent une formation sur les limites de la performance humaine. Le cours vise à aider les participants à mieux comprendre les erreurs cognitives et la façon dont divers facteurs stressants (fatigue, situations d'urgence, surcharge de travail) peuvent contribuer à la production d'erreurs. Le cours comporte 18 heures, consacrées à l'enseignement en classe des sujets suivants :

- direction et gestion
- communication
- capacités et limites de l'être humain
- prise de décision
- erreur humaine et fiabilité humaine
- fatigue et stress

Le cours comprend aussi 14 heures de mises en situation avec simulateur auxquelles participent l'équipe à la passerelle et celle de la salle des machines. À mesure que la semaine avance, les situations deviennent de plus en plus complexes. Le but de la formation est de permettre aux participants de développer leur capacité à gérer des situations d'urgence simples et complexes.

## 1.14 *Système de gestion de la sécurité*

Le propriétaire d'un navire assujéti au Code international de gestion pour la sécurité de l'exploitation des navires et la prévention de la pollution (Code ISM) est tenu de mettre en œuvre un SGS, qui fournit un cadre de gestion des risques pour la sécurité en situation normale ou d'urgence. Le SGS de l'*Atlantic Erie* comprend des directives au sujet d'un certain nombre de questions relatives à l'événement à l'étude.

### 1.14.1 *Organisation de la passerelle*

En ce qui concerne l'organisation de la passerelle, le SGS mentionne que les membres de l'équipe à la passerelle doivent être conscients du rôle essentiel qu'ils ont à jouer dans la navigation sécuritaire du navire et que, pour assurer la sécurité, chacun doit s'acquitter de ses tâches au meilleur de sa compétence. Le document spécifie aussi entre autres que l'organisation efficace de la passerelle [traduction] « minimise le risque que présente une erreur commise par une seule personne; fait ressortir le besoin de maintenir une vigie; (...) exige le recours à tous les moyens pour déterminer la position du navire de sorte que si une méthode cesse d'être fiable, d'autres méthodes sont immédiatement disponibles »<sup>32</sup>.

---

<sup>32</sup> Groupe CSL inc., *V. Ships Management System*, alinéa 3.10.1, Bridge Team Management.

### 1.14.2 Utilisation du système 3D Navigator et du système de navigation intégré de précision par cartes électroniques

Le SGS contient des renseignements sur l'utilisation du SEVCM<sup>33</sup> comme principal moyen de navigation et spécifie que, dans ce cas, [traduction] « il faut comparer le cap visuel à celui indiqué par le radar en utilisant la fonction de ligne de foi de l'affichage du SEVCM »<sup>34</sup>. Le SGS met aussi en garde contre le risque de perdre la connaissance de la situation, car les systèmes de cartes électroniques rendent le rôle du navigateur de plus en plus passif, et mentionne qu'un rapide coup d'œil à l'un de ces systèmes ne suffit pas [traduction] « à assurer la sécurité du navire, à confirmer l'intégrité du système automatisé qui sert à faire le point ou à maintenir la prise de conscience des dangers qui se présentent »<sup>35</sup>. La section conclut en insistant sur le fait que les navigateurs doivent continuer à jouer un rôle actif et à faire périodiquement le point manuellement pour confirmer l'exactitude de la position affichée par le système de cartes électroniques.

### 1.14.3 Pannes de l'équipement de la passerelle

La section du SGS qui traite de la panne d'équipement suggère des procédures à suivre en cas de panne d'une pièce d'équipement de la passerelle. Celles-ci couvrent notamment l'effectif à la passerelle et l'utilisation de la gouverne manuelle. Dans le cas particulier d'une panne du gyrocompas principal, la procédure suggérée consiste à utiliser un compas magnétique et à consigner les erreurs subséquentes de direction<sup>36</sup>. À l'origine, le SGS contenait des listes de vérification relatives à la panne des principales pièces d'équipement, y compris les gyrocompas; cependant, dans le cadre d'une modification du SGS destinée à réduire le nombre des procédures désuètes ou rarement utilisées, la compagnie avait supprimé la liste de vérification de panne de gyrocompas dans l'intention de l'ajouter au plan de contingence à bord, mais n'avait toujours pas fait cet ajout au moment de l'événement. Cependant, une liste de vérification de panne de courant, qui nécessite une contre-vérification du gyrocompas et du compas magnétique, était disponible à bord.'''

### 1.14.4 Procédures d'urgence

Le SGS contient également des directives concernant les procédures d'urgence, dont certaines spécifient ce qui suit :

- Tous les signaux d'urgence doivent être suivis de renseignements diffusés au moyen du système de diffusion publique du navire;

<sup>33</sup> Dans le système de gestion de la sécurité, on utilise le terme SEVCM pour parler des systèmes de cartes électroniques comme le 3D Navigator et le système de navigation intégré de précision par cartes électroniques.

<sup>34</sup> Groupe CSL inc., *V. Ships Management System*, alinéa 3.8.1, Position Fixing and Monitoring.

<sup>35</sup> Ibid.

<sup>36</sup> Groupe CSL inc., *V. Ships Management System*, alinéa 3.2.9, Bridge Equipment.

- Lorsque l'alarme générale retentit, tout le personnel doit rejoindre les postes de rassemblement dans les plus brefs délais et en tenant dûment compte de la sécurité personnelle;
- Quand ils ne se trouvent pas dans la salle des machines lorsque l'alarme sonne, le chef mécanicien et l'électricien doivent communiquer avec la passerelle avant d'entrer dans la salle des machines;
- Le capitaine doit informer le personnel de la salle des machines de l'emplacement et du type d'urgence, quand celle-ci est à l'extérieur des compartiments machines.

Les procédures d'urgence contenues dans le SGS sont organisées par type de défaillance unique (que faire en cas d'incendie, d'échouement, etc.), et les exercices d'urgence sont effectués de la même manière. En avril et en mai 2014, le registre des exercices de l'*Atlantic Erie* indique que les exercices de défaillance unique ont été exécutés conformément aux exigences.

### *1.15 Rapports de laboratoire du BST*

Le BST a terminé le rapport de laboratoire suivant dans le cadre de la présente enquête :

- LP129/2014 - Power System Analysis [Analyse du système d'alimentation électrique]

## 2.0 Analyse

### 2.1 Événements ayant mené à l'échouement

Dans l'événement à l'étude, une chute de tension sur la passerelle est devenue une situation d'urgence après que les mesures prises subséquemment dans la salle de commande des machines ont causé plusieurs brèves coupures de courant de l'équipement de navigation de la passerelle et le désalignement du gyrocompas. Le gyrocompas n'a pas été vérifié à la suite des coupures de courant. Le timonier gouvernait au cap ordonné de 180°G à l'aide d'un répétiteur de gyrocompas qui devenait de plus en plus désaligné<sup>37</sup>. Le capitaine, qui ne se servait pas de toutes les ressources de la passerelle à sa disposition pour surveiller la position et le cap du navire, ne s'est rendu compte que le navire s'écartait de sa route que lorsqu'il était trop tard pour prendre des mesures correctives, et l'*Atlantic Erie* s'est échoué.

#### 2.1.1 Intervention d'urgence dans la salle de commande des machines

Après la première chute de tension sur la passerelle, le chef mécanicien a été informé qu'il y avait 2 problèmes dont il fallait s'occuper : une panne totale de courant sur la passerelle et une panne du propulseur d'étrave. Étant donné que des problèmes de répartition de charges impliquant les groupes électrogènes étaient survenus récemment, le chef mécanicien a pensé qu'il y avait un lien entre la panne du propulseur d'étrave et ces problèmes, et qu'il ne s'agissait pas d'un problème mettant en cause le propulseur lui-même. Cette interprétation de la situation, combinée au fait qu'il souhaitait remettre le propulseur d'étrave en fonction rapidement pour aider le capitaine à manœuvrer de manière à éloigner le navire du canal, a amené le chef mécanicien à tenter de remettre le propulseur en marche sans en évaluer l'état ni les risques possibles.

Le chef mécanicien avait aussi reçu un rapport au sujet d'une panne totale de courant sur la passerelle, mais lorsqu'il s'est rendu à la salle de commande des machines, il a remarqué de nouveaux indices qui contredisaient le rapport (éclairage allumé, groupes électrogènes en marche). Ces indices n'ont toutefois pas incité le chef mécanicien à changer son interprétation du problème, et il a par la suite exécuté la procédure à suivre en cas de panne totale de courant deux fois dans des circonstances qui ne l'exigeaient pas. La situation a dégénéré par suite de l'exécution de la procédure à suivre en cas de panne totale de courant alors que le navire était toujours alimenté. Le chef mécanicien ne s'est pas rendu compte des conséquences de l'exécution de la procédure ou il ne les a pas comprises, peut-être à cause d'une connaissance incomplète du système de production d'électricité du navire, et les mesures qu'il a prises ont inopinément interrompu l'alimentation de la passerelle.

---

<sup>37</sup> Entre 10 h 6 et 10 h 17, le désalignement a fait augmenter l'écart entre le cap du gyrocompas et la route vraie de 15° à 111°.

L'exécution par le chef mécanicien de la procédure à suivre en cas de panne totale de courant et son insistance à voir la panne du propulseur d'étrave comme un problème de répartition des charges pourraient s'expliquer par une fixation cognitive. Lorsque des problèmes surviennent, en particulier pendant des opérations critiques exécutées en présence d'une contrainte de temps et de marges d'erreur limitées, les gens ont tendance à interpréter un problème ou une solution en fonction du contexte du problème et à interpréter les indices qui correspondent à la situation. Même quand certains indices sont ambigus ou contradictoires, les gens ont tendance à les interpréter d'une façon qui est conforme à leur compréhension du moment, parce que cela leur permet de fixer leur choix sur une explication plausible et de passer à l'action. Bien qu'efficace, cela risque d'empêcher une personne d'envisager d'autres explications et d'autres mesures à prendre. La tendance à se concentrer sur une seule interprétation à l'exclusion des autres est connue sous le nom de fixation cognitive. Celle-ci n'est pas liée à des problèmes de motivation de la personne, mais plutôt à la capacité limitée des gens en général à traiter une nouvelle information et à remettre en question leur compréhension ou leurs actions, ce qui fait que leur opinion initiale persiste<sup>38</sup>.

### 2.1.2 Intervention d'urgence sur la passerelle

À la suite de la première chute de tension, le capitaine a dû gérer une série inédite de situations d'urgence consécutives alors qu'il tentait d'éloigner le navire des eaux restreintes. Ces situations comprenaient le déclenchement répétitif des alarmes de coupure de courant sur la passerelle dont la cause était inconnue; la perte d'alimentation de certains instruments de navigation et le passage par défaut de certains autres en mode d'attente; ainsi qu'une alarme signalant la présence de fumée dans le compartiment du propulseur d'étrave.

Après qu'on lui a signalé la présence de fumée dans le compartiment du propulseur d'étrave, le capitaine a déclenché l'alarme générale. Il a aussi tenté, à deux reprises, d'annoncer la situation d'urgence à tout l'équipage à l'aide du système de diffusion publique, mais a commis des erreurs les deux fois, et a alors cessé d'essayer d'utiliser le système de diffusion publique, et a utilisé, au lieu, le système VHF interne du navire pour faire l'annonce. Le capitaine a probablement agi ainsi en réalisant que ses essais répétés infructueux avec le système de diffusion publique lui faisaient perdre du temps. Cependant, en conséquence de l'émission de l'annonce par VHF, le chef mécanicien n'a pas reçu le message et n'était donc pas au courant de l'emplacement de l'incendie et du danger associé à la remise en marche du propulseur d'étrave.

Étant donné l'importante charge de travail créée par les multiples situations d'urgence simultanées et les manœuvres pour éloigner le navire du canal, le capitaine a abandonné involontairement certains aspects essentiels de son travail (p. ex., la gestion des ressources de l'équipe à la passerelle dans le but de prévenir toute défaillance ponctuelle, la vérification du

---

<sup>38</sup> D.D. Woods, L.J. Johannesen, R.I. Cook et N.B. Sarter, *Behind Human Error: Cognitive Systems, Computers, and Hindsight*, CSERIAC (Crew System Ergonomics Information Analysis Center), 1994, SOAR 94-01, p. 76-77.

gyrocompas, la surveillance visuelle, l'omission de transférer la conduite du navire avant de quitter la passerelle).

En situation de charge de travail élevée, les gens ont tendance à réduire leur utilisation de l'information pertinente complémentaire et à centraliser ou limiter leur attention aux indices qu'ils perçoivent comme étant les plus importants ou les plus pertinents relativement à une tâche primaire<sup>39</sup>. Le fait de ne pas tenir compte des données complémentaires potentiellement pertinentes pour une tâche importante peut compromettre la réalisation de cette tâche. Les gens peuvent aussi abandonner certaines tâches ou les simplifier et perdre une certaine connaissance de la situation.

Dans l'événement à l'étude, le capitaine et le chef mécanicien ont tous deux été confrontés à une nouvelle situation d'urgence complexe. Même s'ils avaient suivi la formation Human Element Leadership Management (HELM) un peu plus d'un an auparavant, ils n'ont pas inclus certains aspects importants de leur formation dans leur intervention à la situation d'urgence complexe. Par exemple, les communications entre la passerelle et la salle des machines n'ont pas été suffisantes pour permettre au capitaine et au chef mécanicien de mettre à jour leur compréhension de la situation et de collaborer pour faire face à la situation d'urgence. De plus, le chef mécanicien n'a pas utilisé toutes les ressources dont il disposait dans la salle des machines (p. ex., la demande de renseignements aux autres membres de l'équipe de la salle des machines) pour mettre à jour sa connaissance de la situation et lui permettre de prendre les mesures appropriées; le capitaine n'a pas non plus utilisé toutes les ressources de la passerelle qu'il avait à sa disposition pour alléger sa charge de travail à mesure que la situation d'urgence évoluait.

## 2.2 *Suivi de la progression du navire*

Afin d'assurer le passage sécuritaire d'un navire, les navigateurs utilisent des repères visuels et des renseignements qui proviennent de nombreux appareils de navigation. Il est aussi important que les navigateurs travaillent en équipe lorsqu'ils surveillent la progression du navire, de manière à minimiser la possibilité qu'une seule erreur passe inaperçue.

Dans l'événement à l'étude, la précision du gyrocompas a été compromise par les 2 coupures de courant qui ont eu lieu pendant que le navire virait. La lecture du gyrocompas n'a pas été comparée à celle du compas magnétique à la suite des coupures de courant. Pour surveiller la progression du navire, le capitaine se servait uniquement du système de navigation intégré de précision par cartes électroniques (ECPINS), dont l'indication du cap du navire était inexacte à cause de la panne du gyrocompas, mais il ne s'est pas rendu compte de l'erreur.

---

<sup>39</sup> M. Staal, A.E. Bolton, R.A. Yaroush et L.E. Bourne, « Cognitive Performance and Resilience to Stress » dans B.J. Lukey et V. Tepe (éd.), *Biobehavioral Resilience to Stress*, Boca Raton: CRC Press, 2008, p. 259-299.

Bien que le capitaine ait demandé au deuxième officier de venir sur la passerelle à 2 reprises, ce dernier a chaque fois été chargé uniquement d'arrêter les alarmes et n'a pas participé à la surveillance de la progression du navire. En conséquence, le capitaine naviguait seul sans qu'un autre officier l'aide à détecter les erreurs, par exemple l'inexactitude des données fournies par l'ECPINS. En outre, à un moment donné, le capitaine a quitté brièvement la passerelle pour aller chercher son téléphone cellulaire, sans confier la conduite au deuxième officier.

Comme elle n'a pas utilisé toutes les ressources et renseignements à sa disposition pour faire le point, l'équipe à la passerelle ne s'est pas rendu compte pendant une quinzaine de minutes que le navire s'écartait de la route prévue.

Si l'équipe à la passerelle ne se sert pas de toutes les ressources, humaines et techniques, à sa disposition pour surveiller la progression du navire, des erreurs risquent de passer inaperçues, ce qui peut causer un accident.

### 2.3 Conception de l'alarme de gyrocompas

Pour être efficace, une alarme doit être conçue en fonction d'un certain nombre de facteurs, notamment la façon dont l'alarme avertit l'opérateur de l'existence d'un problème, la durée de l'alarme, et la façon dont on en accuse réception.

Dans l'événement à l'étude, l'équipe à la passerelle gérait de multiples déclenchements de nombreuses alarmes de coupure de courant différentes. La plupart des alarmes continuaient à sonner jusqu'à ce que l'équipe à la passerelle en accuse réception. Dans le cas du gyrocompas, toutefois, l'alarme s'arrêtait automatiquement chaque fois que la tension redevenait normale. En conséquence, rien ne rappelait à l'équipe à la passerelle de vérifier le gyrocompas. Comme l'équipe devait s'occuper du déclenchement répétitif de nombreuses alarmes différentes, il est probable que la conception de l'alarme du gyrocompas ait été un facteur expliquant que le gyrocompas n'ait pas été vérifié.

Bien que l'Organisation maritime internationale (OMI) ait mis en vigueur en 2002 des lignes directrices stipulant qu'une alarme devait continuer à sonner jusqu'à ce qu'on en accuse réception, l'*Atlantic Erie* avait été construit avant cette date. Par conséquent, l'alarme de gyrocompas n'avait pas été conçue conformément aux lignes directrices. Il se peut que ce soit aussi le cas à bord d'autres navires construits avant la date d'entrée en vigueur des lignes directrices de l'OMI.

Si une alarme arrête de sonner avant qu'un opérateur en accuse réception, le problème sous-jacent risque d'être oublié et les effets secondaires sur l'équipement peuvent passer inaperçus.

### 3.0 *Faits établis*

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

1. Le disjoncteur du propulseur d'étrave s'est délesté et a causé dans tout le navire une chute de tension qui a entraîné le déclenchement d'un certain nombre d'alarmes de coupure de courant sur la passerelle; les alarmes ont créé une situation qui ressemblait à une panne totale de courant et qui a été interprétée comme telle.
2. Le chef mécanicien a réagi à la situation qui évoluait en exécutant à deux reprises la procédure à suivre en cas de panne totale de courant, ce qui a causé d'autres coupures de courant de la passerelle. Le chef mécanicien n'était toutefois pas conscient que les mesures qu'il prenait avaient cet effet.
3. Combinées au virage sur tribord du navire, ces coupures de courant ont causé le désalignement du gyrocompas.
4. La précision du gyrocompas n'a pas été vérifiée à la suite des coupures de courant, et le capitaine naviguait à l'aide de données inexactes provenant du système de navigation intégré de précision par cartes électroniques (ECPINS).
5. Le timonier, qui gouvernait à l'aide d'un répéteur de gyrocompas qui avait été désaligné, a fait dévier le navire de sa route sans s'en rendre compte.
6. Le capitaine n'utilisait pas toutes les ressources de la passerelle qui étaient à sa disposition pour surveiller la progression du navire, et le navire a fait route 'en s'écartant de la route prévue pendant 15 minutes environ.
7. Lorsqu'il s'est rendu compte que le navire ne suivait pas la route prévue, le capitaine a tenté de prendre des mesures correctives, mais il était trop tard pour que celles-ci soient efficaces, et le navire s'est échoué.

#### 3.2 *Faits établis quant aux risques*

1. Si l'équipe à la passerelle ne se sert pas de toutes les ressources, humaines et techniques, à sa disposition pour surveiller la progression du navire, des erreurs risquent de passer inaperçues, ce qui peut causer un accident.
2. Si une alarme arrête de sonner avant qu'un opérateur en accuse réception, le problème sous-jacent risque d'être oublié et les effets secondaires sur l'équipement peuvent passer inaperçus.

### 3.3 *Autres faits établis*

1. On avait supprimé la liste de vérification à suivre en cas de panne du gyrocompas (liste de vérification 3.5.11) du système de gestion de la sécurité dans l'intention de l'ajouter au plan de contingence du navire; cela n'avait toutefois pas été fait au moment de l'événement.
2. Le combiné du système de diffusion publique et celui du radiotéléphone très haute fréquence (VHF) sur le pupitre central de la passerelle se ressemblent, sont situés à proximité l'un de l'autre, et avaient été confondus auparavant.

## 4.0 Mesures de sécurité

### 4.1 Mesures de sécurité prises

#### 4.1.1 Canada Steamship Lines

À la suite de l'événement, le capitaine a écrit une lettre qui a été communiquée aux capitaines de la flotte. Dans la lettre, le capitaine expliquait ce qui s'était produit durant l'événement et mentionnait la raison. Le capitaine demandait aussi aux capitaines de la flotte de lui dire comment ils auraient fait face à la situation, dans le but de créer un forum de discussion qui pourrait aider à éviter que de tels événements se reproduisent. La lettre du capitaine a aussi servi à élaborer un exercice d'étude de cas fondé sur l'événement, qui a été incorporé à la formation Human Element Leadership Management (HELM).

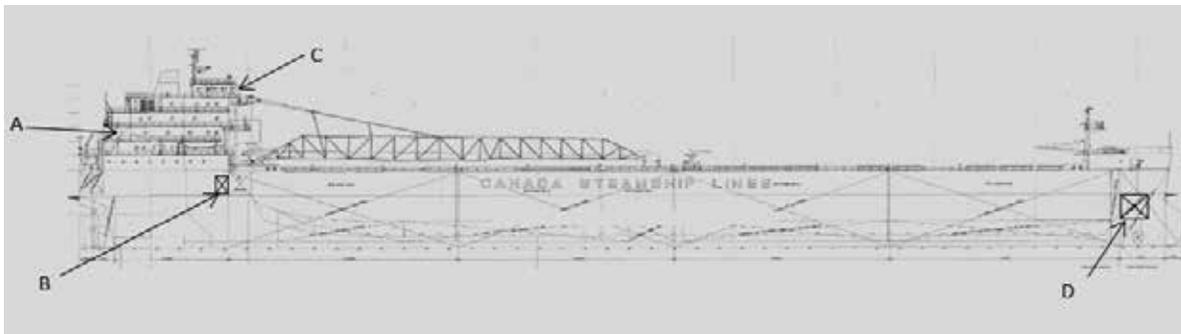
Des mentors de la formation HELM ont été embauchés pour la saison 2015 pour naviguer à bord de la flotte, observer les membres d'équipage et leur donner une orientation supplémentaire sur les principes de la formation HELM. Il s'agit d'une actualisation des connaissances acquises dans la formation fournie antérieurement sur le simulateur.

*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 10 juin 2015. Le rapport a été officiellement publié le 12 août 2015.*

*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 – Plan d'ensemble de l'Atlantic Erie

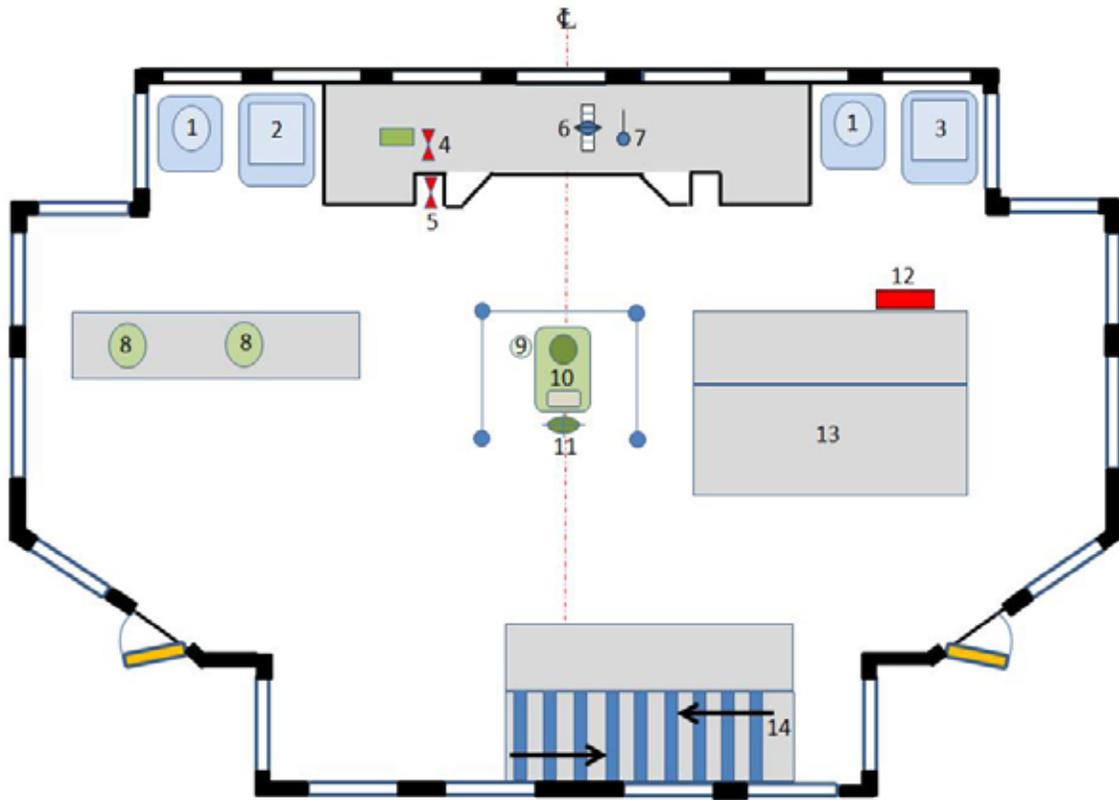


Source : Groupe CSL Inc., avec annotations du BST

#### Légende

- A. Local de la génératrice de secours (du côté bâbord du navire)
- B. Salle de commande des machines
- C. Passerelle
- D. Compartiment du propulseur d'étrave

## Annexe B – Aménagement de la passerelle

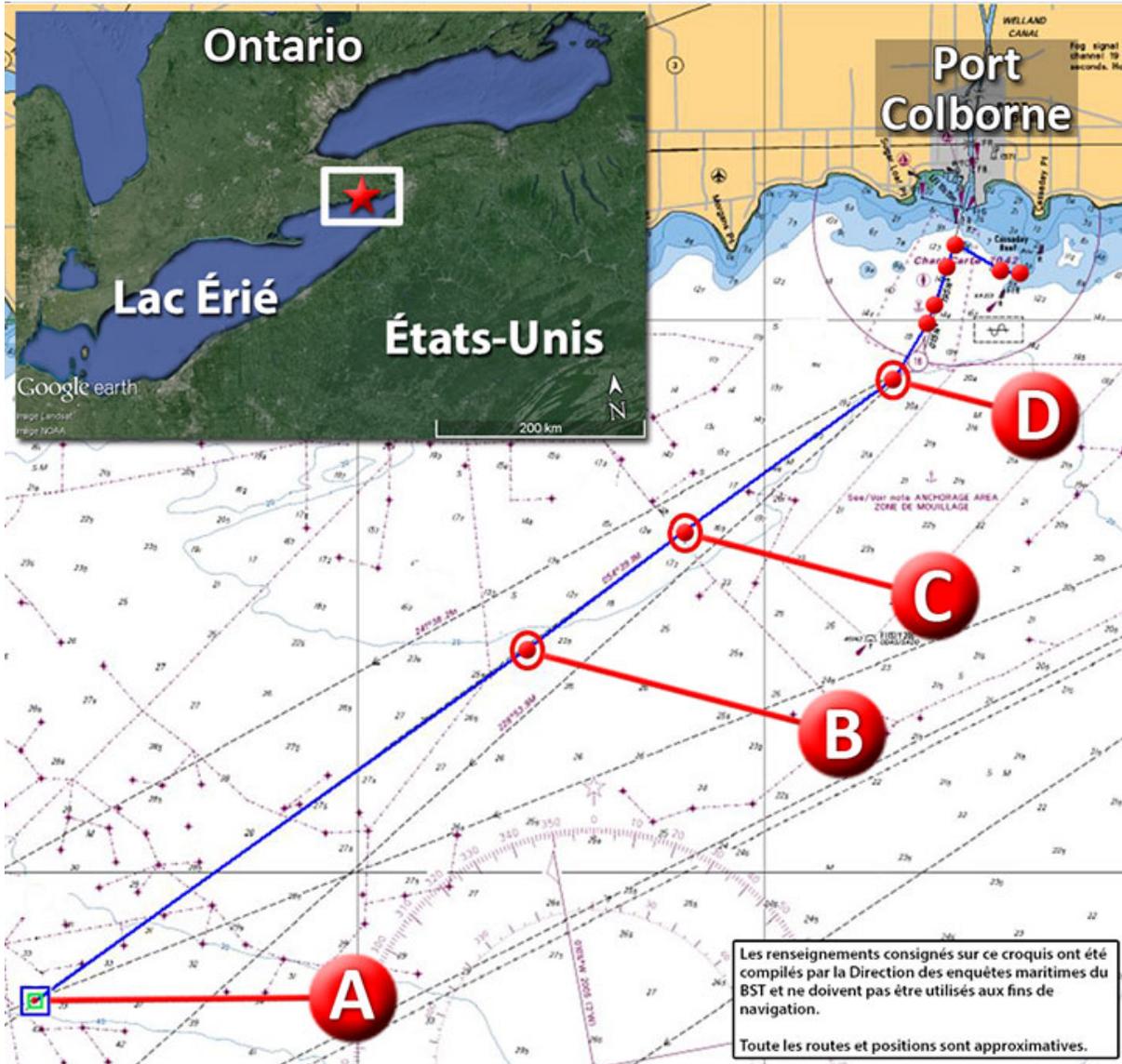


Nota : L'aménagement de la passerelle n'est pas à l'échelle.

### Légende

1. Radars
2. Système de navigation intégré de précision par cartes électroniques (ECPINS)
3. 3D Navigator (système pour déterminer le dégagement sous quille)
4. Combiné de radiotéléphone très haute fréquence (VHF)
5. Combiné du système de diffusion publique
6. Table du transmetteur d'ordres
7. Commande du propulseur d'étrave
8. Gyrocompas
9. Répétiteur de gyrocompas
10. Pupitre de barre
11. Barre
12. Panneau de détection d'incendie
13. Table à cartes
14. Escalier

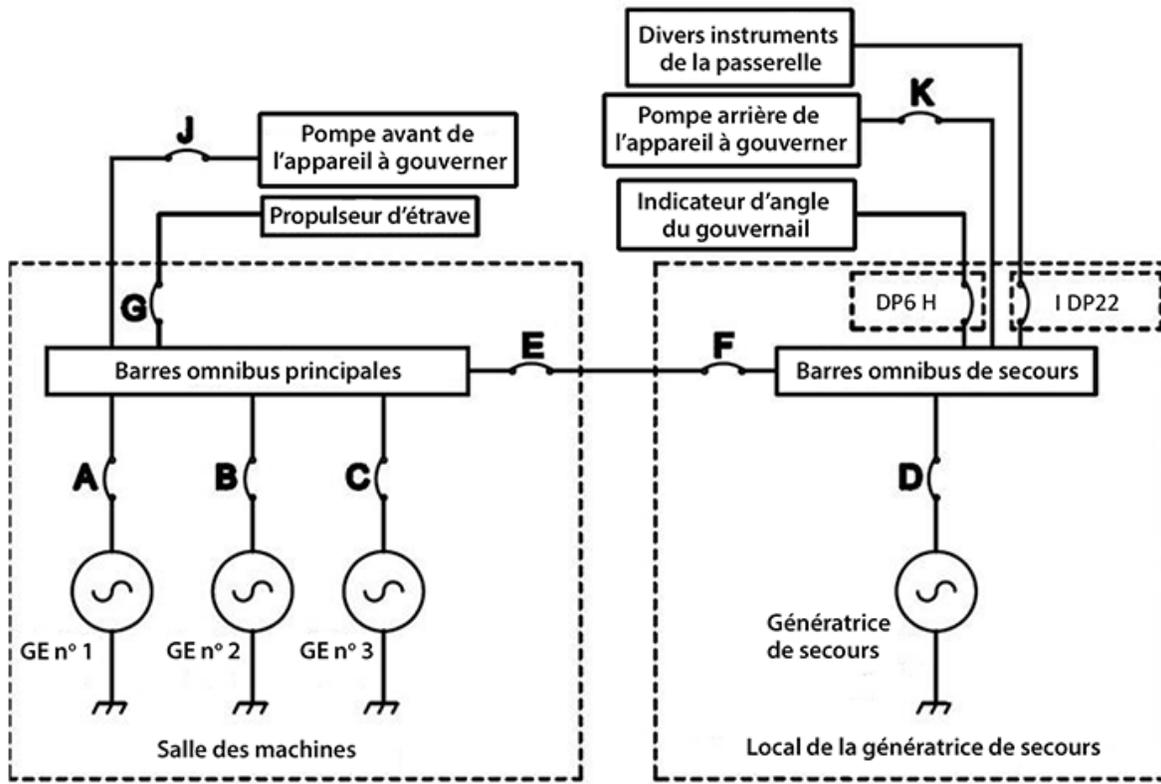
## Annexe C – Trajectoire de l'Atlantic Erie



### Légende

- A. L'officier de quart donne au mécanicien de quart un avis de 1 heure pour se préparer à manœuvrer.
- B. L'officier de quart demande au capitaine de venir à la passerelle, conformément aux consignes pour la nuit.
- C. Le capitaine arrive à la passerelle.
- D. Le capitaine prend la conduite et appelle un régulateur de la circulation maritime (secteur du canal Welland) pour donner la position du navire au point d'appel 16.

## Annexe D – Schéma électrique



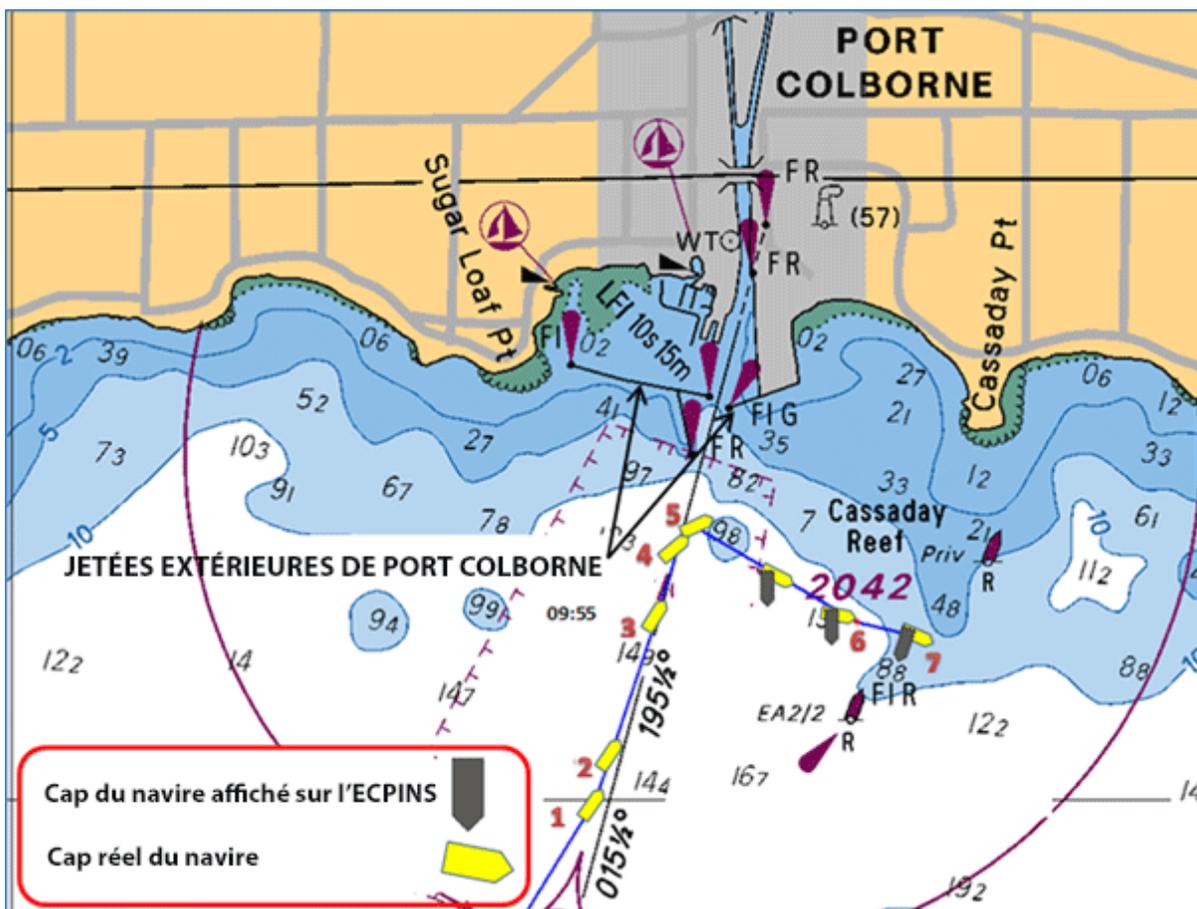
Nota : Les barres omnibus principales font partie du tableau de distribution principal et les barres omnibus de secours font partie du tableau de distribution de secours.

## Légende

- A. Disjoncteur du groupe électrogène n° 1
- B. Disjoncteur du groupe électrogène n° 2
- C. Disjoncteur du groupe électrogène n° 3
- D. Disjoncteur de la génératrice de secours
- E. Disjoncteur de liaison (dans la salle des machines)
- F. Disjoncteur de liaison (dans le local de la génératrice de secours)
- G. Disjoncteur du propulseur d'étrave
- H. Disjoncteur de l'indicateur d'angle du gouvernail
- I. Disjoncteur des instruments de la passerelle
- J. Disjoncteur de la pompe avant de l'appareil à gouverner
- K. Disjoncteur de la pompe arrière de l'appareil à gouverner

## Annexe E – Route vraie comparée au cap indiqué par le gyrocompas

Le BST a compilé l'image qui suit pour montrer l'écart entre la route vraie (COG) du navire et le cap affiché sur l'écran du système de navigation intégré de précision par cartes électroniques (ECPINS) au moment de l'événement. Les indicateurs gris en forme de navire montrent ce que le capitaine aurait vu sur l'écran du système, tandis que les indicateurs jaunes montrent la route vraie réelle.

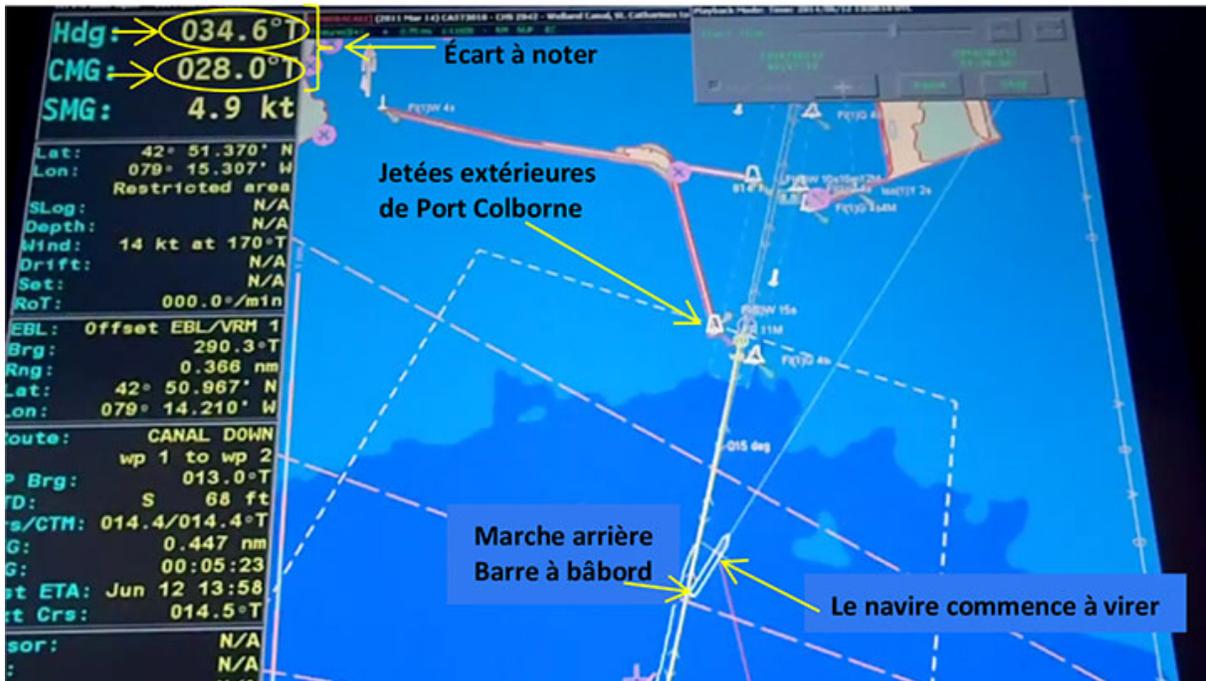


	Heure	Événement	Gyro (°G)	Route vraie (°T)	Vitesse (nœuds)
1	9 h 48	Le disjoncteur du propulseur d'étrave se déleste après que le moteur a tourné pendant 1 minute.	023	027	10,7
2	9 h 50	Le mécanicien de quart réarme le disjoncteur, le propulseur d'étrave est remis en marche une deuxième fois, son disjoncteur se déleste et la tension chute. Le disjoncteur du groupe électrogène n° 3 se déleste lui aussi et de nombreuses alarmes se font entendre sur la passerelle.	018	019	9,9

	Heure	Événement	Gyro (°G)	Route vraie (°T)	Vitesse (nœuds)
3	9 h 55	Avertissement de la présence de fumée dans le compartiment du propulseur d'étrave, le capitaine donne l'ordre de mettre la barre à bâbord toute et de faire marche arrière toute et il sonne l'alarme générale.	016	017	8,3
4	9 h 58	Le chef mécanicien arrive dans la salle des machines et exécute la procédure à suivre en cas de panne totale de courant, ce qui coupe l'alimentation de la passerelle et déclenche de nombreuses alarmes.	034	025	5,2
5	10 h 1	Le chef mécanicien effectue une troisième tentative de mise en marche du propulseur d'étrave, ce qui cause une autre chute de tension. Il exécute de nouveau la procédure à suivre en cas de panne totale de courant, déclenchant ainsi les alarmes de la passerelle. Le capitaine donne l'ordre de mettre la barre à tribord toute et de faire marche avant. Peu après, le deuxième mécanicien informe le chef mécanicien de l'incendie dans le compartiment du propulseur d'étrave.	071	050	1,6
	10 h 3	Le capitaine donne au timonier l'ordre de gouverner à 180°.	129	098	2,9
	10 h 6	Le timonier signale que le navire est au cap 180°G.	180	165	4,8
6	10 h 16	Le capitaine quitte la passerelle pour aller chercher son téléphone cellulaire. Il vérifie l'ECPINS et voit que le navire n'est pas au cap 180 et qu'au lieu il fait route vers l'est.	180	130	4,8
	10 h 17	Le capitaine revient à la passerelle et s'informe du cap magnétique. Il donne l'ordre de mettre la barre à tribord toute et augmente la puissance de la machine.	211	100	4,8
7	10 h 20	Le navire s'échoue.			

*Annexe F – Captures d'écran du système de navigation intégré de précision par cartes électroniques [captures d'écran disponibles en anglais seulement]*

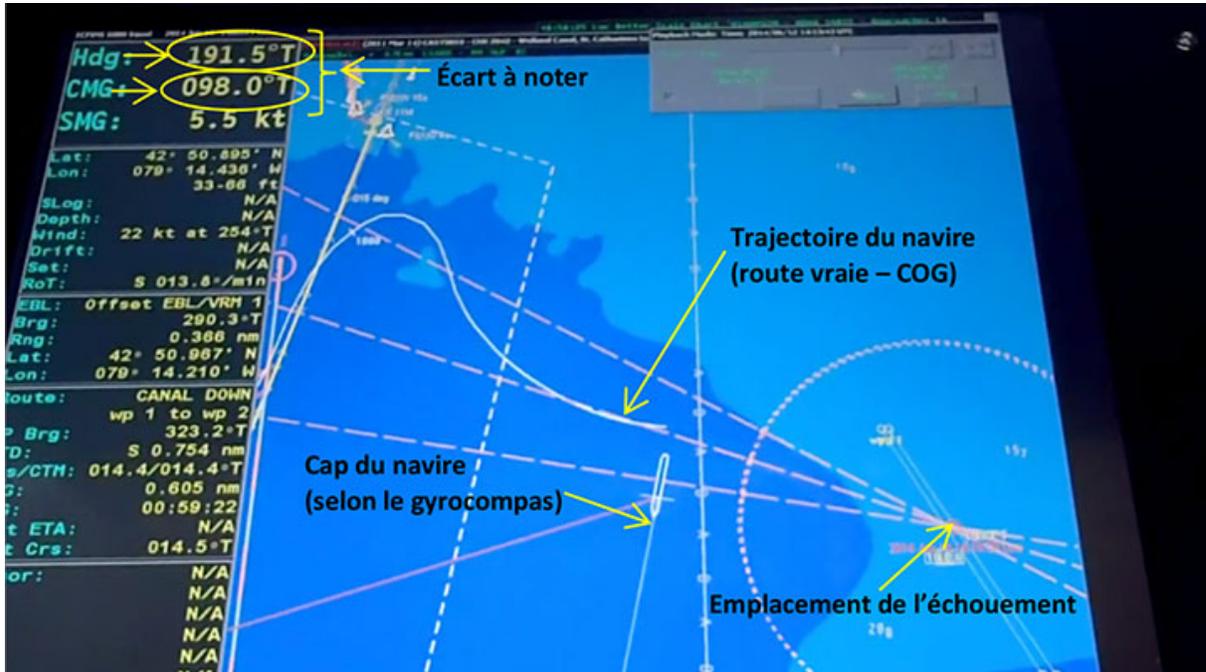
**Capture d'écran 1 :** Lorsque le navire commence à virer sur tribord et à s'éloigner de l'entrée du canal, l'écart entre le cap du navire et la route vraie commence à augmenter, comme à l'habitude.



**Capture d'écran 2 :** Au fur et à mesure que le navire vire, l'écart entre le cap du navire et la route vraie continue d'augmenter, ce qui est aussi normal.



**Capture d'écran 3 :** Le navire a achevé le virage et fait route au cap 180°G depuis environ une demi-minute. À ce moment-là, l'écart entre la route vraie et le cap augmente alors qu'il aurait normalement dû commencer à diminuer. De plus, l'indicateur en forme de navire pointe vers le sud, même si le navire fait route vers l'est.



Nota : Il n'a pas été possible de déterminer la raison pour laquelle l'indicateur en forme de navire ne recouvre pas la trajectoire du navire, ce qui est normalement le cas.

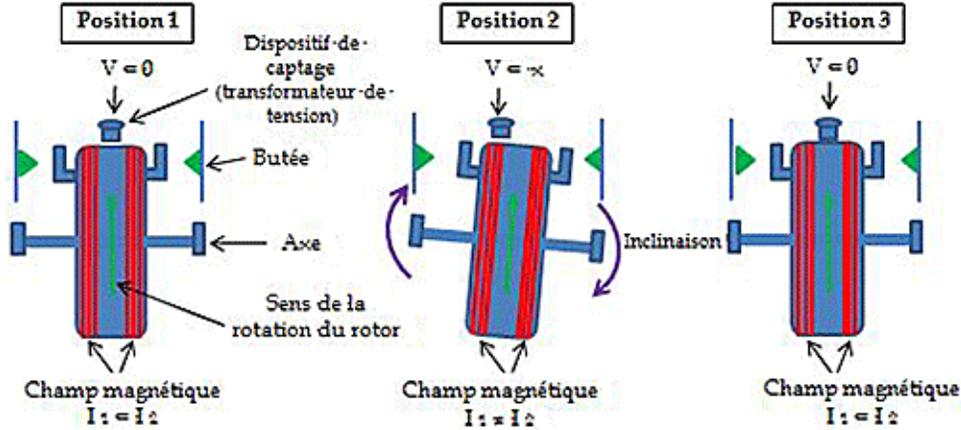
## Annexe G – Réaction d'un gyroscope à une inclinaison

### FONCTIONNEMENT NORMAL

**Position 1** = Lorsque le rotor est à la verticale, aucun champ magnétique n'est induit.

**Position 2** = Lorsqu'un mouvement d'inclinaison se produit, le dispositif de captage détecte la différence entre les champs magnétiques et transmet un courant électrique.

**Position 3** = Sous l'effet du courant électrique, le rotor retourne à la verticale.



### AU-MOMENT DE L'ÉVÉNEMENT

**Position 4** = Le rotor est à la verticale, aucun champ magnétique n'est induit.

**Position 5** = Alors que le navire exécute un virage, un mouvement d'inclinaison se produit. L'alimentation électrique est interrompue. Le dispositif de captage est mis hors tension et ne transmet pas de courant électrique.

**Position 6** = Le rotor continue à s'incliner jusqu'à ce qu'il s'immobilise contre les butées, de sorte que le gyrocompas n'est plus fiable.

