



Bureau de la sécurité
des transports
du Canada

Transportation
Safety Board
of Canada



RAPPORT D'ENQUÊTE SUR LA SÉCURITÉ DU TRANSPORT MARITIME M18C0225

ÉCHOUEMENT

Navire à passagers *Akademik Ioffe*
Latitude 69° 43.043' N
Longitude 091° 20.951' W
Îles Astronomical Society (Nunavut)
24 août 2018

Canada

À PROPOS DE CE RAPPORT D'ENQUÊTE

Ce rapport est le résultat d'une enquête sur un événement de catégorie 2. Pour de plus amples renseignements, se référer à la Politique de classification des événements au 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.

CONDITIONS D'UTILISATION

Utilisation dans le cadre d'une procédure judiciaire, disciplinaire ou autre

La *Loi sur le Bureau canadien d'enquête sur les accidents de transport et de la sécurité des transports* stipule que :

- 7(3) Les conclusions du Bureau ne peuvent s'interpréter comme attribuant ou déterminant les responsabilités civiles ou pénales.
- 7(4) Les conclusions du Bureau ne lient pas les parties à une procédure judiciaire, disciplinaire ou autre.

Par conséquent, les enquêtes du BST et les rapports qui en découlent ne sont pas créés pour être utilisés dans le contexte d'une procédure judiciaire, disciplinaire ou autre.

Avisez le BST par écrit si ces documents sont utilisés ou pourraient être utilisés dans le cadre d'une telle procédure.

Reproduction non commerciale

À moins d'avis contraire, vous pouvez reproduire le contenu en totalité ou en partie à des fins non commerciales, dans un format quelconque, sans frais ni autre permission, à condition :

- de faire preuve de diligence raisonnable quant à la précision du contenu reproduit;
- de préciser le titre complet du contenu reproduit, ainsi que de stipuler que le Bureau de la sécurité des transports du Canada est l'auteur;
- de préciser qu'il s'agit d'une reproduction de la version disponible au [URL où le document original se trouve].

Reproduction commerciale

À moins d'avis contraire, il est interdit de reproduire le contenu du présent rapport d'enquête, en totalité ou en partie, à des fins de diffusion commerciale sans avoir obtenu au préalable la permission écrite du BST.

Contenu faisant l'objet du droit d'auteur d'une tierce partie

Une partie du contenu du présent rapport d'enquête (notamment les images pour lesquelles une source autre que le BST est citée) fait l'objet du droit d'auteur d'une tierce partie et est protégé par la *Loi sur le droit d'auteur* et des ententes internationales. Pour des renseignements sur la propriété et les restrictions en matière des droits d'auteurs, veuillez communiquer avec le BST.

Citation

Bureau de la sécurité des transports du Canada, *Rapport d'enquête sur la sécurité du transport maritime M18C0225* (publié le 21 mai 2021).

Bureau de la sécurité des transports du Canada
200, promenade du Portage, 4^e étage
Gatineau QC K1A 1K8
819-994-3741 ; 1-800-387-3557
www.bst.gc.ca
communications@tsb.gc.ca

© Sa Majesté la Reine du chef du Canada, représentée par le Bureau de la sécurité des transports du Canada, 2021

Rapport d'enquête sur la sécurité du transport maritime M18C0225

N° de cat. TU3-12/18-0225F-PDF
ISBN 978-0-660-38667-6

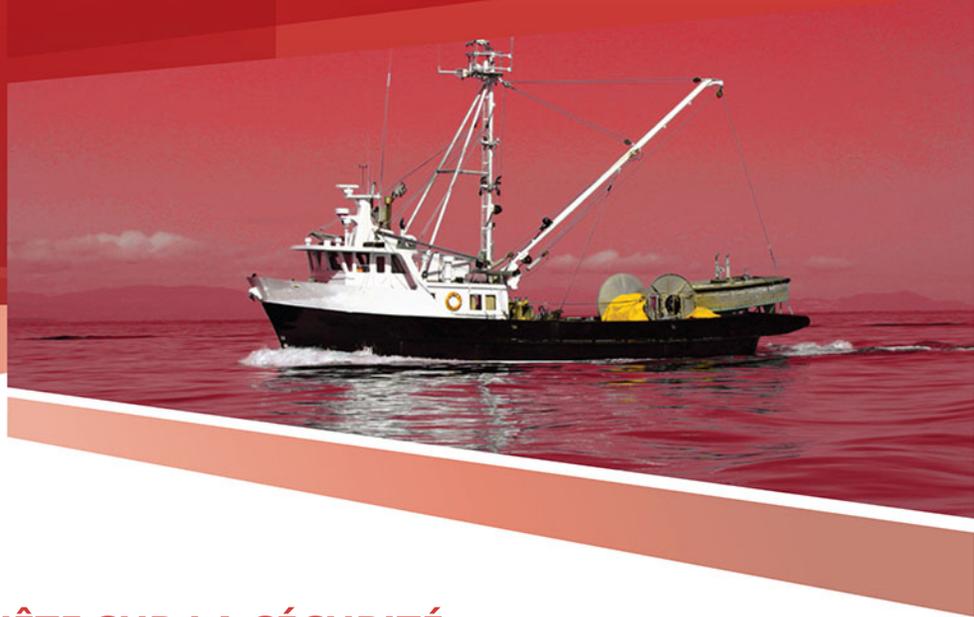
Le présent rapport se trouve sur le site Web du Bureau de la sécurité des transports du Canada à l'adresse www.bst.gc.ca

This report is also available in English.

Table des matières

Résumé	V
1.0 Renseignements de base	1
1.1 Fiche technique du navire.....	1
1.2 Description du navire.....	2
1.3 Affrètement à temps.....	4
1.4 Déroulement du voyage.....	5
1.5 Intervention de recherche et de sauvetage après l'échouement.....	8
1.6 Dommages subis par le navire.....	11
1.7 Dommages à l'environnement.....	15
1.8 Conditions météorologiques.....	15
1.9 Brevets, certificats et expérience du personnel.....	16
1.10 Fatigue.....	18
1.11 Certificat du navire.....	18
1.12 Système de gestion de la sécurité.....	21
1.12.1 Procédures après échouement.....	21
1.13 Préparation du voyage.....	23
1.13.1 Directives pour la planification du voyage.....	23
1.13.2 Exigences à l'égard du propriétaire du navire.....	25
1.13.3 Directives sur la planification du voyage relatives aux navires à passagers exploités dans des zones éloignées.....	26
1.13.4 Itinéraires prédéterminés de One Ocean Expeditions.....	27
1.14 Cadre réglementaire pour les eaux de l'Arctique.....	30
1.15 Zone de services de trafic maritime du Nord canadien.....	32
1.16 Cartographie dans l'Arctique canadien.....	35
1.16.1 Rôle et mandat du Service hydrographique du Canada.....	35
1.16.2 Qualité des données et normes de levé.....	36
1.16.3 Rapport de la commissaire à l'environnement et au développement durable, Bureau du vérificateur général du Canada, Automne 2014.....	39
1.16.4 Percées présentes et futures en matière de cartographie de l'Arctique canadien.....	42
1.17 Veille de navigation.....	43
1.17.1 Gestion des ressources à la passerelle.....	44
1.17.2 Interfaces de navigation électroniques.....	46
1.18 Distance hiérarchique.....	49
1.19 Culture de sécurité et sécurité des passagers.....	50
1.19.1 Système d'aide à la décision pour les capitaines.....	50
1.19.2 Rassemblement des passagers et exposés de sécurité.....	52
1.19.3 Élaboration et contrôle du matériel d'exposé de sécurité destiné aux passagers.....	54
1.19.4 Chronologie des rassemblements des passagers et des exposés avant l'événement.....	55
1.19.5 Gestion des urgences à bord et de la sécurité des passagers.....	57

1.20	Inspections de conformité avant l'événement et après l'échouement.....	58
1.21	Sonars orientés vers l'avant.....	59
1.22	Système national canadien de recherche et de sauvetage	61
1.22.1	Plans d'urgence en cas de catastrophe aéronautique et en cas de catastrophe maritime.....	65
1.22.2	Interventions de recherche et de sauvetage après l'échouement de l' <i>Akademik Ioffe</i>	66
1.23	Autres événements	68
2.0	Analyse	69
2.1	Facteurs qui ont mené à l'échouement du navire.....	69
2.2	Planification du voyage et évaluation des risques	70
2.3	Veille de navigation.....	72
2.4	Sécurité des passagers.....	74
2.4.1	Séances de familiarisation sur les mesures de sécurité destinées aux passagers.....	74
2.4.2	Gestion des urgences et procédures d'urgence	76
2.5	Navigation dans les eaux de l'Arctique canadien.....	79
2.5.1	Cartographie des eaux de l'Arctique canadien	79
2.5.2	Réglementation sur le trafic maritime dans le Nord du Canada.....	82
2.5.3	Couverture de recherche et de sauvetage pour l'Arctique canadien.....	83
3.0	Faits établis	85
3.1	Faits établis quant aux causes et aux facteurs contributifs.....	85
3.2	Faits établis quant aux risques	85
3.3	Autres faits établis.....	87
4.0	Mesures de sécurité	89
4.1	Mesures de sécurité prises	89
4.1.1	Transports Canada.....	89
4.1.2	Service hydrographique du Canada	89
4.1.3	Fédération de Russie	89
4.1.4	P.P. Shirshov Institute of Oceanology of Russian Academy of Sciences.....	89
4.2	Mesures de sécurité requises	90
4.2.1	Mesures d'atténuation des risques requises pour les navires qui traversent les eaux de l'Arctique canadien.....	90
	Annexes.....	94
	Glossaire.....	101



RAPPORT D'ENQUÊTE SUR LA SÉCURITÉ DU TRANSPORT MARITIME M18C0225

ÉCHOUEMENT

Navire à passagers *Akademik Ioffe*
Latitude 69° 43.043' N
Longitude 091° 20.951' W
Îles Astronomical Society (Nunavut)
24 août 2018

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. **Le présent rapport n'est pas créé pour être utilisé dans le contexte d'une procédure judiciaire, disciplinaire ou autre.** Voir Conditions d'utilisation à la page ii.

Résumé

Le 24 août 2018, le navire à passagers *Akademik Ioffe* s'est échoué à environ 78 milles marins au nord-nord-ouest de Kugaaruk (Nunavut). L'*Akademik Ioffe* traversait un passage dans une région éloignée de l'Arctique canadien qui n'avait pas été sondée en employant des normes hydrographiques modernes ou adéquates. De plus, aucun des membres de l'équipage ne s'était rendu dans cette région auparavant. Le navire s'est échoué à une vitesse de 7,6 nœuds avant que l'équipe à la passerelle ne puisse prendre des mesures d'évitement; les membres de l'équipe ne surveillaient pas de près les échosondeurs, et la diminution constante de la profondeur de l'eau sous quille est passée inaperçue pendant plus de 4 minutes, car les alarmes de faible profondeur des échosondeurs avaient été inactivées.

Dans son évaluation du plan de voyage de l'événement à l'étude, le capitaine s'est appuyé sur une carte canadienne qui montrait des données bathymétriques partielles¹. Étant donné que la carte présentait des sondages ponctuels qui affichaient des profondeurs suffisantes et qu'elle n'affichait pas de hauts-fonds ni d'autres dangers pour la navigation, l'équipe à la passerelle de l'*Akademik Ioffe* avait conclu qu'une traversée du passage était sécuritaire, et on n'a donc pas mis en œuvre d'autres précautions. Après l'échouement, les navires de la Garde côtière canadienne *Pierre Radisson* et *Amundsen* ont été chargés d'apporter leur aide, de même que 5 aéronefs des Forces armées canadiennes. Le navire a été remis à flot plus tard ce soir-là, et le 25 août 2018, les passagers ont été évacués puis transférés vers le navire jumeau *Akademik Sergey Vavilov*. L'*Akademik Ioffe* a subi des avaries importantes à la coque : 2 citernes d'eau de ballast et 2 citernes à mazout ont été percées et ont pris l'eau. Environ 80,51 L de mazout du navire se sont déversés dans l'environnement. Aucun blessé n'a été signalé.

L'enquête a permis de déterminer que si l'équipage d'un navire effectue la planification et l'évaluation d'un passage en se fondant sur des données de navigation incomplètes et peu fiables sans prendre de mesures d'atténuation, il y a un risque accru pour la sécurité du navire et des personnes à bord. De plus, si les instruments de navigation à la passerelle ne sont pas utilisés de façon optimale et que les dispositifs de sécurité automatiques, comme les alarmes, sont inactivés, il y a un risque qu'une équipe à la passerelle ne puisse pas accéder à des renseignements essentiels, surtout dans des situations où les conditions de navigation créent une charge de travail élevée pour les membres de l'équipe. En outre, si la composition de l'équipe à la passerelle est inadéquate pendant les périodes de charge de travail élevée, par exemple lorsqu'il s'agit de traverser des eaux restreintes, il y a un risque que des paramètres critiques de navigation, comme la profondeur de l'eau sous quille, ne soient pas correctement surveillés, ce qui compromet la sécurité du navire.

L'enquête du BST sur cet événement a permis de cerner des lacunes de sécurité qui ont mené le Bureau à émettre 1 recommandation sur la sécurité.

Mesures d'atténuation des risques pour les navires exploités dans les eaux de l'Arctique canadien

Transports Canada régleme la navigation des navires canadiens et étrangers dans les eaux territoriales du Canada, y compris les eaux côtières entourant l'archipel Arctique canadien. Le ministère des Pêches et des Océans, par l'entremise du Service hydrographique du Canada, veille à ce que le Canada s'acquitte de ses obligations internationales en offrant des services hydrographiques; la Garde côtière canadienne doit fournir des ressources en

¹ La carte 7502, publiée par Pêches et Océans Canada, Service hydrographique du Canada, *Northwest Territories - Gulf of Boothia and/et Committee Bay*, édition du 31 juillet 1998, contient la note suivante pour les données de reconnaissance : « La représentation du fond marin la carte [sic] provient de deux types de données d'études préliminaires : 1) Profondeurs singulières [sic] prises à un intervalle de 2 kilomètres. Le relief de fond marin entre les profondeurs est inconnu. 2) Profondeurs provenant des routes de navires. Ici, la précision est incertaine et aucune information concernant les profondeurs qui se trouvent de chaque côté de la route n'est disponible. »

recherche et sauvetage maritimes, des services de surveillance du trafic, d'aide au déglacage et de diffusion d'informations sur la sécurité de la navigation, entre autres. Transports Canada et le ministère des Pêches et des Océans ont le mandat réglementaire de mettre en œuvre diverses mesures d'atténuation des risques afin de réduire la probabilité qu'un navire à passagers s'échoue dans les eaux de l'Arctique et les conséquences relatives à un échouement.

L'enquête a permis de déterminer que la planification des voyages dans l'Arctique canadien comporte des risques uniques qui nécessitent la mise en œuvre de mesures d'atténuation additionnelles afin d'assurer la sécurité des navires à passagers et de protéger le fragile environnement arctique. Tant que les eaux côtières entourant l'archipel Arctique canadien ne sont pas correctement cartographiées, et si d'autres mesures d'atténuation ne sont pas mises en place, le risque que les navires talonnent le fond de façon imprévue persiste. C'est pourquoi le Bureau recommande que :

le ministère des Transports, en collaboration avec le ministère des Pêches et des Océans, élabore et mette en œuvre des mesures obligatoires d'atténuation des risques pour tous les navires à passagers exploités dans les eaux côtières de l'Arctique canadien.

Recommandation M21-01 du BST

RAPPORT D'ENQUÊTE SUR LA SÉCURITÉ DU TRANSPORT MARITIME M18C0225

ÉCHOUEMENT

Navire à passagers *Akademik Ioffe*

Latitude 69° 43.043' N

Longitude 091° 20.951' W

Îles Astronomical Society (Nunavut)

24 août 2018

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. **Le présent rapport n'est pas créé pour être utilisé dans le contexte d'une procédure judiciaire, disciplinaire ou autre.** Voir Conditions d'utilisation à la page ii.

1.0 RENSEIGNEMENTS DE BASE

1.1 Fiche technique du navire

Table 1. Fiche technique du navire

Nom du navire	Akademik Ioffe
Numéro OMI / Numéro officiel	8507731 / 870072
Port d'immatriculation	Kaliningrad
Pavillon	Fédération de Russie
Type	Navire à passagers
Indicatif d'appel	UAUN
Classification	Registre maritime de la Russie - Navire à passagers KM(*) L1 [1] A2
Jauge brute	6450
Longueur hors tout	117,1 m
Largeur	18,2 m
Profondeur au pont principal	10,0 m
Tirant d'eau maximal chargé/port en lourd	5,9 m/1738 tonnes
Tirant d'eau au moment de l'événement	5,75 m à l'avant/5,9 m à l'arrière
Construction	1989, Hollming Oy (Rauma, Finlande) (coque n° 266)
Propulsion	2 moteurs diesel semi-rapides à 4 temps entraînant 2 hélices à pas variables (régime continu maximum total [MCR] 5152 kW).
Propulseur d'étrave	1 propulseur tunnel, puissance de 700 kW

Propulseur de poupe	1 propulseur omnidirectionnel, puissance de 600 kW
Équipage/personnel d'expédition	37/24
Passagers	102
Propriétaire enregistré/gestionnaire technique	P.P. Shirshov Institute of Oceanology of Russian Academy of Science (IO RAS), Moscou (Fédération de Russie)
Affrêteur	One Ocean Expeditions Inc., Edmonton (Alberta, Canada), en vertu d'un contrat d'affrètement avec Terragelida Ship Management Limited (Chypre) ²

1.2 Description du navire

L'*Akademik Ioffe* a été construit en tant que navire hydrographique et de recherche renforcé contre les glaces³ et destiné au transport de passagers et à la recherche scientifique en acoustique océanique, en géologie marine, en bathymétrie, en géophysique, en océanographie physique et chimique, en optique et en météorologie. La salle des machines est située à l'arrière et les quartiers s'étendent du centre du navire jusqu'à l'avant (figure 1).

Figure 1. L'*Akademik Ioffe* (Source : BST)



Le navire compte 2 embarcations de sauvetage motorisées entièrement fermées pouvant accueillir 66 personnes qui servent également d'embarcations de secours, 204 gilets de sauvetage, 12 bouées de sauvetage, 4 radeaux de sauvetage gonflables, 14 combinaisons d'immersion et 170 tenues de protection thermique. L'*Akademik Ioffe* a un navire jumeau, l'*Akademik Sergey Vavilov*, et chaque navire est certifié pour transporter à bord un maximum de 170 personnes.

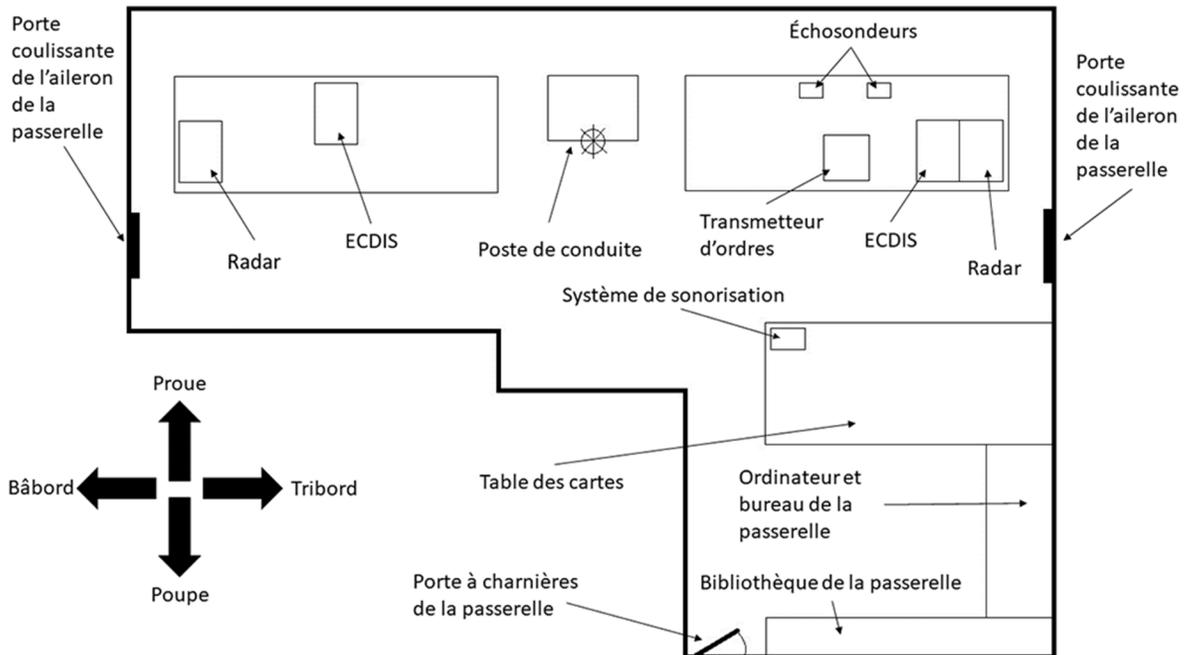
² Contrat d'affrètement à temps entre Terragelida Ship Management Limited (Chypre) et One Ocean Expeditions Inc. (Canada), *Charter Contract for the Tourist Cruise Operation 2017-2018 For m/v "Akademik Ioffe"*. Signé par les 2 parties le 1^{er} juin 2017.

³ Cote glace canadienne de type B (d'après la *Loi sur la prévention de la pollution des eaux arctiques*, L.R.C. [1985], ch. A-12) et la cote déglçage L1 de navire à passagers (par l'organisme reconnu — OR, le Russian Maritime Register of Shipping). À titre de référence, la cote glace de l'*Akademik Ioffe* est équivalente à la cote glace 1A d'autres grandes sociétés de classification.

Le navire est propulsé par 2 moteurs diesel qui, au moyen de boîtes d'engrenages et d'embrayages, entraînent 2 hélices à pas variable à 220 tours par minute et 2 génératrices sur arbre. Le navire est muni de propulseurs de poupe et d'étrave qui peuvent être alimentés par diverses configurations entre les génératrices d'arbre et les 2 génératrices diesel auxiliaires.

La passerelle de navigation du navire compte 2 échosondeurs de navigation⁴ homologués par la classe, avec des alarmes sonores et visuelles d'eaux peu profondes, de perte de détection du fond marin et de panne d'alimentation. Les alarmes des échosondeurs peuvent être désactivées manuellement par l'utilisateur. Deux systèmes électroniques de visualisation de cartes marines (ECDIS) sont installés respectivement sur les consoles bâbord et tribord de la passerelle. Un système de sonorisation est installé à bord et son panneau de commande est situé dans la partie la plus à l'avant de la passerelle, sur une console devant la table des cartes (figure 2).

Figure 2. Schéma de la passerelle (Source : BST)



La console du Système mondial de détresse et de sécurité en mer (SMDSM) du navire est située dans une salle des radios distincte, à l'arrière du pont de la passerelle.

Le navire comporte 16 citernes à mazout, dont 13 sont des à des réservoirs de double fond. L'*Akademik Ioffe* transporte 2 catégories de carburant marin dans ces réservoirs : du gazoil marin (MGO) et du mazout intermédiaire (IFO)⁵.

⁴ Un échosondeur de marque Furuno Electric, modèle FE-700, et un échosondeur de marque Japan Marina, modèle F-3000.

⁵ Au moment de l'événement, le mazout intermédiaire (IFO) marin à bord de l'*Akademik Ioffe* se composait de 493 m³ de « RMA 30 » avec une densité de 932,8 kg/m³ à 15 °C, et une viscosité cinématique de 28 cSt

Pour mener des activités côtières et extracôtières de transport de passagers, le navire transporte des vêtements de flottaison individuels (VFI) gonflables, plusieurs kayaks et des embarcations gonflables munies de moteurs hors-bord à essence.

1.3 Affrètement à temps

Le Conseil maritime baltique et international (BIMCO) est une association maritime internationale établie au Danemark. Elle compte plus de 2100 membres partout dans le monde, dont des propriétaires de navires, des exploitants, des gestionnaires, des agents et des courtiers maritimes. BIMCO définit l'affrètement à temps comme un accord dans lequel [traduction] « les propriétaires des navires accordent aux affréteurs un contrôle substantiel sur l'exploitation commerciale du navire en échange d'une rémunération régulière⁶ ». Dans un contrat d'affrètement à temps, le propriétaire du navire exploite le navire et supervise sa gestion technique, tandis que l'affréteur contrôle les activités commerciales du navire.

Au moment de l'événement, l'*Akademik Ioffe* était affrété par une société canadienne privée, One Ocean Expeditions. Cette compagnie en particulier se spécialise dans divers types de croisières d'expédition dans des régions éloignées du monde, y compris dans l'Arctique canadien. One Ocean Expeditions était membre de l'Association of Arctic Expedition Cruise Operators, association établie en Norvège, dont tous les membres sont tenus de mener leurs activités conformément aux lois et règlements maritimes nationaux et internationaux⁷.

Le propriétaire du navire, P.P. Shirshov Institute of Oceanology of Russian Academy of Science (IO RAS), était responsable de la dotation appropriée en équipage⁸ du navire et de la gestion, de l'entretien et de la fourniture de toutes les assurances applicables⁹. Le propriétaire était également chargé d'assurer la navigabilité et la conformité réglementaire du navire. One Ocean Expeditions avait le contrôle exclusif des itinéraires du navire, qui pouvaient varier à condition de se trouver dans les capacités du navire.

La tâche et l'autorité d'évaluer les capacités du navire au capitaine du navire, car il était la personne responsable de la sécurité du navire, de son équipage et de ses passagers.

(mm²/s) à 50 °C. Il y avait aussi à bord 150 m³ de gazoil marin (MGO) et 30 450 kg de diverses huiles lubrifiantes et hydrauliques.

⁶ Conseil maritime baltique et international (BIMCO), à l'adresse https://www.bimco.org/training/courses/2021/0201_time-charters_online (dernière consultation le 19 février 2021).

⁷ Association des opérateurs de croisière et d'expédition dans l'Arctique, *Operational Guidelines*, à l'adresse <https://www.aeco.no/guidelines-2/operational-guidelines/> (dernière consultation le 19 février 2021).

⁸ L'équipage de l'*Akademik Ioffe* se composait de 37 gens de mer pour assurer la dotation adéquate des postes de navigation, de pont, des machines, d'hôtel et de restauration du navire.

⁹ Assurances protection et indemnisation, coque et machinerie.

La *Convention internationale de 1974 pour la sauvegarde de la vie humaine en mer (SOLAS)* stipule que :

[I]e propriétaire, l'affrètement, la compagnie qui exploite le navire, telle que définie à la règle IX/1, ni aucune autre personne, ne doit entraver le capitaine ou l'empêcher de prendre ou d'exécuter une décision quelconque qui, selon son jugement professionnel, est nécessaire pour la sauvegarde de la vie humaine en mer et la protection du milieu marin¹⁰.

L'équipage devait présenter aux passagers du navire et au personnel de l'expédition tous les exercices de sécurité, y compris les rassemblements aux postes d'embarcations de sauvetage. Pendant ces exercices, l'équipage était responsable de l'embarquement à bord des embarcations de sauvetage et de leur lancement.

En plus d'être responsable des coûts associés aux soutes, aux réserves, aux provisions et aux droits de port du navire, One Ocean Expeditions était responsable d'assurer la dotation nécessaire en personnel d'expédition¹¹, qui avait accès aux installations de transmission¹² et au système de sonorisation du navire. One Ocean Expeditions ne pouvait pas exiger que le navire soit exploité de manière à mettre en danger le navire, son équipage ou les passagers, et que One Ocean Expeditions ne pouvait pas non plus enfreindre les limites commerciales et opérationnelles du navire.

One Ocean Expeditions offrait des croisières d'expédition dans l'Arctique canadien à bord de l'*Akademik Ioffe* au tarif quotidien d'environ 1000 dollars des États-Unis par passager.

1.4 Déroutement du voyage

Le 23 août 2018, l'*Akademik Ioffe* est arrivé à la baie Pelly et a jeté l'ancre au large de Kugaaruk (Nunavut) pour terminer une croisière d'expédition dans l'Arctique canadien. Comme prévu, tous les passagers et le personnel de l'expédition ont quitté le navire et ils ont été accompagnés à terre par l'équipage à l'aide des embarcations pneumatiques du navire. Vers 18 h 30¹³, un autre groupe de passagers et de personnel d'expédition, arrivé à Kugaaruk par avion, avait été transféré graduellement à bord de l'*Akademik Ioffe* à l'aide des mêmes embarcations pneumatiques. Pendant ce transfert, les passagers ont reçu des instructions verbales de base sur les mesures à prendre si un passager ou un conducteur

¹⁰ Organisation maritime internationale, *Convention internationale de 1974 pour la sauvegarde de la vie humaine en mer (SOLAS)*, chapitre V : Sécurité de la navigation, règlement 34-1 : Pouvoir discrétionnaire du capitaine (Londres, Royaume-Uni : IMO Publishing, 2014).

¹¹ One Ocean Expeditions employait directement à bord du navire 24 membres de personnel sans certification maritime, appelés le personnel de l'expédition, qui étaient chargés de guider et de divertir les passagers pendant la navigation et les expéditions à terre. Le chef de l'expédition était responsable du personnel de l'expédition; il était le représentant à bord d'One Ocean Expeditions et il était responsable de toutes les communications entre le navire et le bureau à terre d'One Ocean Expeditions.

¹² Également connue sous le nom de salle des radios du navire, où se trouvent tous les instruments de communication par satellite.

¹³ Les heures sont exprimées en heure avancée des Rocheuses (temps universel coordonné moins 6 heures), sauf indication contraire.

d'embarcation tombait par-dessus bord. Le capitaine et le chef de l'expédition qui l'avait rejoint ont tenu une discussion; d'un commun accord, le capitaine a reporté au lendemain matin l'exposé obligatoire sur la sécurité des passagers et sur les postes de rassemblement aux postes d'embarcations de sauvetage. Après le souper, le médecin du navire a présenté un exposé aux passagers sur le mal de mer, les dangers à bord des navires, les portes, les échelles et les escaliers, ainsi que sur la désinfection de base.

À 20 h 45, l'*Akademik Ioffe* a levé l'ancre et a quitté Kugaaruk pour une nouvelle croisière d'expédition vers la baie Cambridge (Nunavut) avec à son bord 102 passagers, 24 membres du personnel d'expédition et 37 membres d'équipage. Une escale aux îles Hecla et Fury était prévue pour le lendemain matin, afin d'offrir aux passagers une visite à terre.

Le matin du 24 août, le chef de l'expédition a évalué les conditions météorologiques prévues pour les îles Hecla et Fury et pour les environs. Craignant que les vents et les conditions de la mer (glace, vagues) puissent avoir des répercussions négatives sur l'expérience des passagers en mer et à terre, à 6 h 33, le chef de l'expédition a discuté de la situation avec le capitaine pour déterminer s'il fallait maintenir l'itinéraire prévu ou s'il fallait le modifier.

À 6 h 40, le chef de l'expédition a modifié l'itinéraire du voyage et a demandé au capitaine d'évaluer la possibilité de changer de cap vers les îles Astronomical Society, car cette nouvelle destination pourrait procurer aux passagers à la fois un abri et un plus grand confort.

Le capitaine a évalué le passage prévu et il a convenu avec le chef de l'expédition qu'il était possible et sécuritaire de modifier le plan de voyage. Vers 7 h 38, un nouveau plan de voyage¹⁴ avait été mis au point et il a été envoyé aux services de trafic maritime du Nord canadien (NORDREG) de la Garde côtière canadienne (GCC) pour approbation; l'*Akademik Ioffe* a changé de cap à 307° gyroscopiques (G) sur une route nord-ouest vers les îles Astronomical Society (annexe A, point de cheminement E). À 7 h 43, l'équipage a éteint la machine principale tribord lorsque le navire entrait en eaux libres de glace.

À 8 h 01, Transports Canada (TC), par l'entremise de NORDREG, a confirmé le nouvel itinéraire et a approuvé la déviation demandée (annexe A, point de cheminement F). À 8 h 47, après le déjeuner, l'alarme générale a été sonnée pour lancer le rassemblement obligatoire et pour présenter l'exposé de sécurité aux passagers et au personnel de l'expédition. Au cours de ce rassemblement, les passagers ont reçu des instructions sur la façon de revêtir adéquatement leur gilet de sauvetage, de s'habiller chaudement et de n'emporter que des articles de première nécessité, comme des médicaments. On a également montré aux passagers l'extérieur de l'une des embarcations de sauvetage, alors qu'elle était en position arrimée (annexe A, point de cheminement G). À 10 h, le personnel

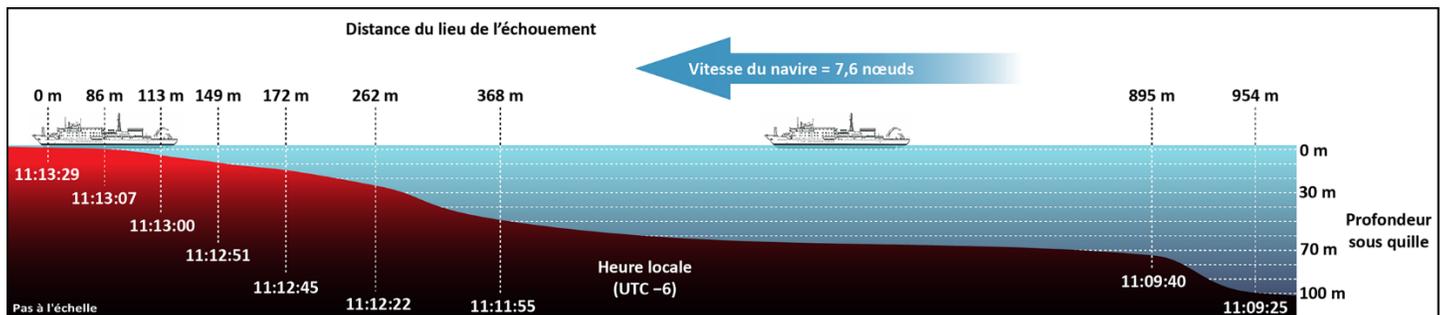
¹⁴ Conformément à l'article 5 du *Règlement sur la zone de services de trafic maritime du Nord canadien* (DORS/2010-127) de Transports Canada, un compte rendu de déviation (DR) officiel doit être préapprouvé lorsque le voyage prévu d'un navire change par rapport au compte rendu du plan de route (SP) initial.

de l'expédition a commencé à présenter à la moitié des passagers¹⁵ le premier de 2 exposés sur la sécurité des excursions à terre¹⁶.

À 10 h 27, l'*Akademik Ioffe* a changé de cap à 221°G pour entrer dans le passage entre la péninsule de Ross et les îles Astronomical Society (annexe A, point de cheminement H). Comme le navire se frayait un chemin à l'aide de sa machine principale bâbord, une vitesse minimale d'environ 8 nœuds¹⁷ était nécessaire pour maintenir la gouverne, étant donné les vents soufflant de 20 à 30 nœuds et une houle de travers. Les conditions en mer ont fait en sorte que le pilote automatique n'était pas efficace; l'officier de quart (OQ) a donc donné l'ordre au timonier de manœuvrer le navire à la main.

À 11 h 09 min 25 s, la profondeur sous quille du navire était de 100 m. À ce moment-là, l'équipe à la passerelle comprenait l'OQ et le timonier; le capitaine se trouvait dans la section arrière de la passerelle, assis au bureau à côté de la table des cartes, où il s'acquittait de tâches administratives. Le deuxième mécanicien surveillait la salle des machines. La vitesse était de 7,6 nœuds et le cap était à 218°G; la profondeur de l'eau a diminué graduellement et, à 11 h 11 min 55 s, elle a atteint 50 m. À 11 h 12 min 54 s, l'OQ s'est rendu compte que la profondeur de l'eau sous quille était de 14 m et qu'elle diminuait. À 11 h 13 min 29 s, le navire est entré en contact avec un haut-fond rocheux dans le golfe de Boothia et à l'entrée de la baie Lord Mayor, alors qu'il se trouvait à la position 69° 43.043' N, 091°20.951' W (figures 3 et 4). Un fort bruit d'écrasement a été entendu et des vibrations ont été ressenties par tout le monde à bord du navire, qui s'est rapidement arrêté et a gité à tribord. La décélération a causé la perte d'équilibre des passagers qui étaient debout, tandis que la vaisselle dans la cuisine et dans la salle à manger se brisait en tombant sur le pont. À ce moment-là, le 1^{er} exposé sur la sécurité des excursions à terre venait d'être terminé et le personnel de l'expédition était sur le point de commencer le 2^e exposé pour l'autre moitié des passagers.

Figure 3. Heures, profondeurs sous quille et distances avant l'échouement de l'*Akademik Ioffe* (Source : BST)

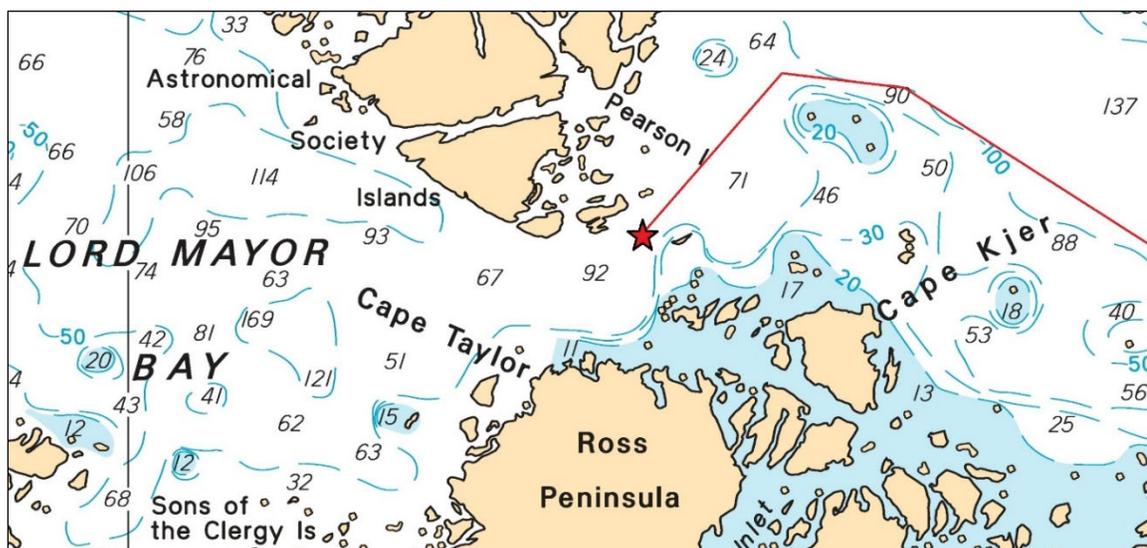


¹⁵ Les passagers logés dans les cabines bâbord du navire ont reçu le premier exposé.

¹⁶ L'exposé de sécurité des excursions à terre comprenait des instructions et des précautions sur l'embarquement et le débarquement et des embarcations pneumatiques, le port de VFI, les rencontres avec des ours polaires, les excursions à terre et le plan d'urgence si une personne tombe par-dessus bord. Les passagers ont également reçu une mise à jour sur le compte rendu du plan de route de l'*Akademik Ioffe*.

¹⁷ Toutes les vitesses du navire sont exprimées en vitesse sur le fond dans le présent rapport.

Figure 4. Route de l'*Akademik Ioffe* et position de son échouement (Source : Service hydrographique du Canada, avec annotations du BST)



À 11 h 15, à l'aide du système de sonorisation et en s'exprimant en russe, le capitaine a donné l'ordre à l'équipage de préparer les embarcations de sauvetage pour un éventuel abandon de l'*Akademik Ioffe*. Deux minutes plus tard, le capitaine a décliné la recommandation d'un membre d'équipage d'activer l'alarme générale du navire et de rassembler les passagers aux postes d'embarcations de sauvetage. À 11 h 20, le chef de l'expédition a diffusé un message à l'aide du système de sonorisation en anglais, afin d'informer les passagers que l'équipage évaluait la situation et de leur demander d'attendre d'autres instructions.

À 11 h 30, alors que les passagers s'interrogeaient sur la situation en cours, le chef de l'expédition a demandé au capitaine l'autorisation de diffuser plus de renseignements à l'aide du système de sonorisation. La permission lui a été accordée et le chef de l'expédition a annoncé en anglais que l'*Akademik Ioffe* s'était échoué, que la coque n'avait pas été percée et que le capitaine allait utiliser les propulseurs du navire pour le dégager. Le chef de l'expédition a également demandé aux passagers d'attendre des renseignements supplémentaires. Une minute plus tard, le capitaine a tenté de remettre le navire à flot à l'aide des 2 machines principales et du propulseur omnidirectionnel de poupe, ce qui a engendré un nouveau frottement de la coque sur le haut-fond rocheux.

1.5 Intervention de recherche et de sauvetage après l'échouement

À 12 h 13, l'officier des transmissions radio de l'*Akademik Ioffe* a diffusé un message de détresse en utilisant la fonction d'appel sélectif numérique (ASN) du système mondial de détresse et de sécurité en mer (SMDSM)¹⁸. Le message de l'ASN a été reçu par les Services

¹⁸ La fonction ASN du SMDSM d'un navire transmet des alertes de détresse numériques à haute fréquence (HF) (dans l'événement à l'étude, sur la fréquence 16804,5 kHz) et un message texte électronique (télex) au

de communication et de trafic maritimes (SCTM) de la GCC à Iqaluit (Nunavut) et par le Centre conjoint de coordination de sauvetage (JRCC) à Halifax (Nouvelle-Écosse), à Stavanger (Norvège) et à Portsmouth (États-Unis).

À 12 h 19, le JRCC de Trenton (Ontario), chargé de coordonner les opérations de recherche et de sauvetage (SAR) dans la région où l'échouement a eu lieu¹⁹, a été informé de la situation et a lancé son intervention 4 minutes plus tard²⁰. Les navires de la GCC *Pierre Radisson* et *Amundsen* ont été chargés, respectivement à 12 h 25 et 12 h 32, de se rendre immédiatement à la dernière position signalée par l'*Akademik Ioffe*; la durée prévue avant l'arrivée du *Pierre Radisson* était de 36 heures et celle de l'*Amundsen* était de 22 heures. Le Service hydrographique du Canada (SHC) a fourni aux navires de la GCC la position de tous les hauts-fonds potentiels à proximité de l'emplacement de l'échouement (annexe B).

À 12 h 35, les SCTM d'Iqaluit ont communiqué avec l'*Akademik Ioffe* pour accuser réception de son message de détresse ASN. Le capitaine a ensuite confirmé un envahissement par l'eau dans certaines citernes de ballast et citernes à mazout du navire, que des pompes à bord du navire étaient actives et qu'elles relâchaient le contenu des réservoirs dans la mer pour suivre le taux d'envahissement par l'eau, et que le navire reposait sans gîter sur le haut-fond rocheux.

À 12 h 55, 2 aéronefs CC130H Hercules²¹ ont été dépêchés depuis les bases aériennes des Forces armées canadiennes (FAC) à Trenton et à Winnipeg (Manitoba) pour se rendre au lieu d'échouement. À 12 h 56, le JRCC Trenton a demandé qu'un message de détresse soit relayé²² par les SCTM d'Iqaluit. À 13 h, le navire *Polar Prince* a signalé qu'il se trouvait à 670 milles marins (NM) de l'*Akademik Ioffe*, et qu'il prévoyait de l'atteindre en 96 heures. À 13 h 18, le JRCC Trenton a chargé le navire jumeau de l'*Akademik Ioffe*, l'*Akademik Sergey Vavilov*, de se rendre sur les lieux immédiatement après la remontée à son bord des passagers à la suite d'une excursion à terre. À 13 h 30, un autre aéronef CC130H Hercules²³ a été affecté aux opérations depuis la base aérienne de Greenwood (Nouvelle-Écosse).

moyen de la connexion satellite Inmarsat-C. L'opérateur radio de l'*Akademik Ioffe* a envoyé les renseignements suivants lorsqu'il a activé la fonction ASN : le numéro d'identification du service maritime mobile (ISMM) du navire et son indicatif d'appel, la nature de la détresse (échouement), la position du navire et le moment de la transmission sous forme de temps universel coordonné (UTC).

¹⁹ Les 3 JRCC au Canada (Victoria, Trenton, Halifax) sont exploités conjointement par l'Aviation royale canadienne et la GCC; chaque centre couvre différentes régions du pays pour la coordination de l'intervention des SAR.

²⁰ JRCC Trenton, numéro de dossier SAR T2018-01907.

²¹ Unités de recherche et sauvetage (SRU) 332-424 et 333-435.

²² Un message de détresse relayé est un message de détresse international répété par une station de radio (un navire ou une station à terre) autre que la station de radio en détresse, afin de diffuser des renseignements cruciaux à tous les effectifs disponibles dans les environs.

²³ SRU 343-413.

À 13 h 45, 2 hélicoptères CH149 Cormorant²⁴ ont également été affectés aux opérations depuis les bases aériennes de Greenwood et de Gander (Terre-Neuve-et-Labrador).

À 14 h 12, le plan d'urgence canadien en cas de catastrophe aérienne (CATAIR)²⁵ a été lancé.

À 14 h 38, One Ocean Expeditions a informé le JRCC Trenton que le capitaine de l'*Akademik Ioffe* tentait de remettre le navire à flot; cette information a soulevé des préoccupations parmi le personnel du JRCC. À 14 h 49, le JRCC Trenton a lancé le plan d'urgence canadien en cas de catastrophe maritime (CATMAR)²⁶. Vers 15 h 07, l'*Akademik Sergey Vavilov* a achevé l'embarquement de ses passagers et a commencé à se diriger vers le lieu de l'événement, qu'il avait prévu d'atteindre en 12 heures. À 15 h 13, le capitaine de l'*Akademik Ioffe* a informé le JRCC que le navire était stable, que 3 réservoirs avaient été perforés, qu'il ne voulait pas évacuer les passagers pour le moment et qu'il voulait remettre le navire à flot.

À 15 h 30, le message de détresse relayé par les SCTM d'Iqaluit a été rétrogradé au niveau pan-pan²⁷. À 18 h 50, le capitaine de l'*Akademik Ioffe* a confirmé auprès du JRCC Trenton que son plan n'était pas de donner l'ordre d'abandonner le navire au moyen des embarcations de sauvetage, mais d'attendre de transférer tous les passagers et le personnel de l'expédition à bord de l'*Akademik Sergey Vavilov* une fois qu'il serait sur les lieux. À 20 h 21, un aéronef CC130H Hercules est arrivé au-dessus de l'*Akademik Ioffe* et a été maintenu en attente autour du navire. À 22 h 10, un autre CC130H Hercules a pris la relève.

À 23 h 33, l'*Akademik Ioffe* a été remis à flot à l'aide d'une combinaison de sa propulsion et de la marée montante. Le navire s'est immédiatement éloigné du haut-fond rocheux et a jeté l'ancre à 2,4 NM au nord-est. Le 25 août à 0 h 50, l'aéronef CC130H Hercules a quitté les lieux sur ordre du JRCC Trenton. À 5 h 17, l'*Akademik Sergey Vavilov* est arrivé sur les lieux et a jeté l'ancre à 1,2 NM de l'*Akademik Ioffe*. Le capitaine de l'*Akademik Ioffe* n'a pas attendu qu'un navire de la GCC arrive avant d'évacuer le navire. Bien que l'*Akademik Sergey Vavilov* ne disposait pas d'un nombre suffisant de dispositifs de sauvetage pour le nombre combiné de personnes des 2 navires, le JRCC et TC ont accepté le plan d'évacuation.

À 6 h 32, l'évacuation de tous les passagers et du personnel d'expédition de l'*Akademik Ioffe* vers l'*Akademik Sergey Vavilov* a commencé à l'aide des embarcations pneumatiques des 2 navires. À 7 h 41, le navire de la GCC *Amundsen* a déployé son hélicoptère Bell 429²⁸ pour superviser l'évacuation; l'*Amundsen* est arrivé sur place à 7 h 58. Vers 8 h 10, les

²⁴ SRU 910-413 et 905-103.

²⁵ Le plan d'urgence du ministère de la Défense nationale en cas de catastrophe aérienne, ou CATAIR, est le plan d'intervention en cas d'accident d'avion survenant dans une région du Canada peu peuplée qui, en raison de l'ampleur de l'accident, nécessite plus de ressources (SAR) établies. Le plan d'urgence CATAIR comprend des trousse de survie pour abri d'urgence, des moyens de subsistance et le traitement médical des victimes. À l'adresse <https://www.icao.int/NACC/Documents/Meetings/2018/SAR/SARMeeting-P02.pdf> (dernière consultation le 22 février 2021).

²⁶ Semblable au CATAIR, mais couvre un accident maritime mettant en cause un navire transportant de nombreux passagers.

²⁷ Message de détresse international pour une urgence à bord qui ne pose pas de menace à la vie.

²⁸ SRU 439, GCQB.

126 passagers et membres du personnel d'expédition de l'*Akademik Ioffe* avaient été transférés à bord de l'*Akademik Sergey Vavilov*, ce qui a porté à 270 le nombre total de passagers à bord de l'*Akademik Sergey Vavilov*; le transfert des bagages et des provisions supplémentaires a été terminé à 9 h 09. Les 37 membres de l'équipage sont restés à bord de l'*Akademik Ioffe*.

À 9 h 12, l'*Akademik Sergey Vavilov* a quitté le site de l'événement pour Kugaaruk, après avoir obtenu une exemption de TC pour naviguer avec 100 personnes de plus à bord que la capacité de matériel de sauvetage du navire.

À 15 h, le navire de la GCC *Pierre Radisson* est arrivé sur les lieux et a relevé l'*Amundsen*, qui est parti immédiatement pour reprendre ses activités normales. L'*Akademik Sergey Vavilov* est arrivé dans la baie Pelly et a jeté l'ancre au large de Kugaaruk à 18 h 24; tout au long de la soirée et le lendemain matin, les passagers et le personnel d'expédition ont été débarqués à terre à l'aide des embarcations pneumatiques du navire.

Une entreprise de plongée commerciale a été retenue pour être affectée à l'*Akademik Ioffe*; le 2 septembre, les premiers relevés sous-marins et évaluations des dommages ont été achevés. Le navire de la GCC *Pierre Radisson* a été libéré et a quitté les lieux le 5 septembre. Le 11 septembre, les plongeurs ont achevé les réparations temporaires sous-marines à la coque de l'*Akademik Ioffe*. TC a autorisé le navire à naviguer et, le 14 septembre, le navire a quitté les îles Astronomical Society pour se rendre au chantier naval des Méchins (Québec), où il est arrivé le 25 septembre pour être mis en cale sèche.

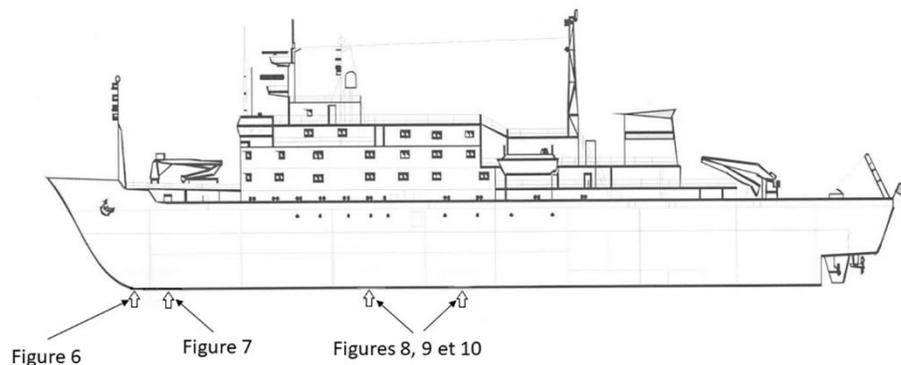
1.6 Dommages subis par le navire

À la suite de l'échouement de l'*Akademik Ioffe* et des tentatives subséquentes de le remettre à flot, le navire a subi d'importants dommages structuraux et à la coque, à la citerne de ballast à double fond, et aux citernes à mazout, de l'étrave jusqu'au centre du navire (tableau 1). Deux citernes à mazout (n° 41 bâbord et n° 41 au centre) et 2 citernes de ballast (n° 21 au centre et n° 51 bâbord) ont subi des brèches et un envahissement par l'eau de mer, ce qui les a inondés jusqu'à leur capacité maximale. La figure 5 présente également des détails concernant les dommages et l'emplacement des brèches à la coque.

Tableau 2. Description des dommages causés aux réservoirs à double fond de l'*Akademik Ioffe*

Identification du réservoir	Emplacement du réservoir par rapport à la quille du navire	Résumé des dommages
Coqueron avant n° 11	Centre; cadres n° 135 à 151	Fissures et déformations à la ceinture de protection contre les glaces à la proue
Citerne de ballast n° 21	Centre; cadres n° 115 à 135	Fissures et déformations au bordé extérieur et à la structure interne
Citerne de ballast n° 31	Bâbord; cadres n° 99 à 115	Fissures et déformations au bordé extérieur et à la structure interne
Citerne à mazout n° 41	Bâbord, centre et tribord; cadres n° 83 à 99	Fissures et déformations au bordé extérieur et à la structure interne
Citerne de ballast n° 51	Bâbord; cadres n° 71 à 83	Fissures et déformations au bordé extérieur et à la structure interne
Batardeau n° 53	Centre; cadres n° 63 à 83	Déformations au bordé extérieur et à la structure interne

Figure 5. Emplacement des brèches à la coque, indiquées par des flèches (Source : BST)



Le 28 septembre et le 3 octobre 2018, le BST s'est rendu au chantier naval des Méchins pour prendre note des dommages subis par la coque par l'*Akademik Ioffe* (figures 6, 7, 8, 9 et 10).

Figure 6. Vue latérale de la ceinture de protection contre les glaces à la proue, montrant les réparations temporaires effectuées par les plongeurs au large des îles Astronomical Society (Source : BST)



Figure 7. Vue des dommages causés au logement du transducteur scientifique sous-coque du côté bâbord, au niveau de la citerne de ballast n° 21 au centre (Source : BST)

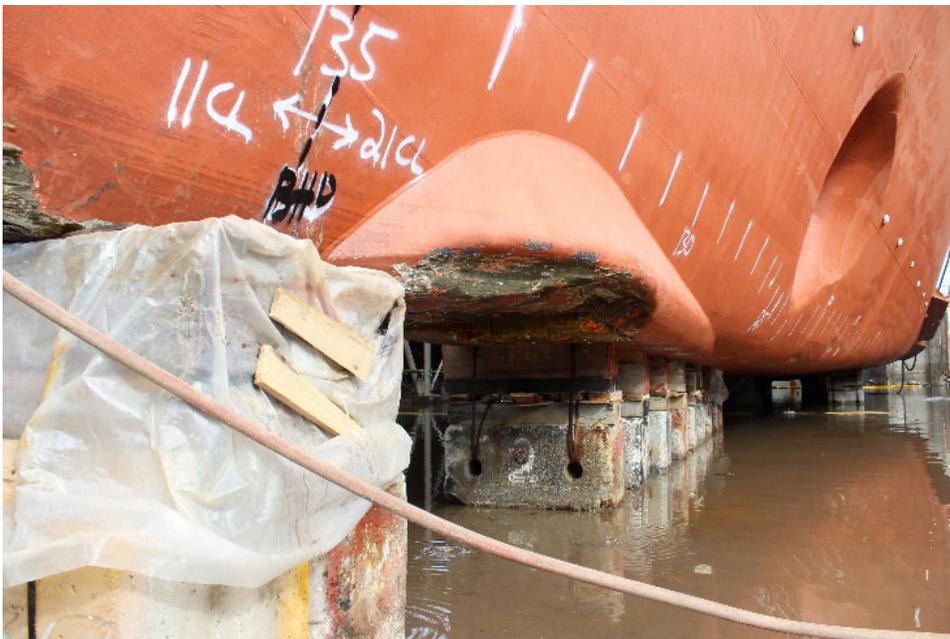


Figure 8. Vue des déformations, des brèches et des réparations temporaires effectuées par les plongeurs au large des îles Astronomical Society (Source : BST)



Figure 9. Vue des déformations, des brèches et des réparations temporaires effectuées par les plongeurs au large des îles Astronomical Society (Source : BST)



Figure 10. Vue des déformations, des brèches et des réparations temporaires effectuées par les plongeurs au large des îles Astronomical Society (Source : BST)



1.7 Dommages à l'environnement

Avant l'échouement, les citernes à mazout n° 41 du navire côté bâbord et au centre contenaient respectivement 0 m³ et 16 m³ d'IFO. Après l'échouement, ces 2 citernes ont été envahies par l'eau de mer jusqu'à leur capacité maximale de 158 m³ et 168 m³ respectivement. Le capitaine a déclaré au JRCC Trenton, à la GCC et à TC que 489 m³ d'IFO et 150 m³ de MGO se trouvaient toujours à bord.

Le 30 août à 11 h, un aéronef du Programme national de surveillance aérienne de TC a décelé une nappe d'hydrocarbures à la surface de la mer dans le golfe de Boothia, à 0,5 NM de l'*Akademik Ioffe*. Le volume d'hydrocarbures a été estimé à 80,51 L et la superficie couverte de 0,99 km²; il a été jugé irrécupérable.

Le 30 septembre 2018, à 9 h 19, aux Méchins, alors que le personnel du chantier naval vidait la cale sèche après l'accostage de l'*Akademik Ioffe*, un mélange d'eau de mer et de mazout intermédiaire s'est déversé des citernes n° 41 et a contaminé les eaux autour du navire. Le personnel du chantier naval a confiné le déversement de carburant dans l'enceinte de la cale sèche, puis il l'a récupéré ultérieurement.

1.8 Conditions météorologiques

Au moment de l'événement, la température de l'air était de 1,9 °C, le ciel était couvert avec une visibilité de 5 NM, les vents soufflaient du nord à 21 nœuds²⁹ et la houle venait du nord

²⁹ Selon la National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) des États-Unis, la température ambiante et la vitesse du vent correspondent à un refroidissement éolien de -5 °C. À l'adresse <https://www.weather.gov/safety/cold-wind-chill-chart> (dernière consultation le 27 septembre 2019).

avec des vagues d'une hauteur de 1,5 m. L'*Akademik Ioffe* naviguait en eaux libres de glace d'une température de 1,02 °C et la houle heurtait sa hanche tribord. La marée était montante; le 25 août 2019, la marée haute était à 15 h 49 (1,5 m). La marée basse était à 20 h 23 (0,9 m), pour être suivie de nouveau par la marée haute à 3 h 26 (2,8 m).

1.9 Brevets, certificats et expérience du personnel

Le capitaine était titulaire d'un certificat de capacité de capitaine délivré par la Fédération de Russie le 4 mai 2018, ainsi qu'une qualification d'utilisation opérationnelle d'un ECDIS. La certification du capitaine était limitée aux navires autres que les vraquiers et les bateaux de pêche. Il était à l'emploi d'IO RAS depuis 10 ans et avait occupé divers rangs à titre d'officier de quart à la passerelle. Il a été promu au rang de capitaine 2 mois avant l'événement; le voyage à l'étude a eu lieu pendant son premier contrat de capitaine. Le 1^{er} juin 2018, le capitaine a terminé la formation avancée obligatoire pour premiers maîtres et capitaines de navires exploités en eaux polaires³⁰.

Le capitaine a acquis son expérience en eaux polaires à bord de l'*Akademik Ioffe* et à bord de son navire jumeau, l'*Akademik Sergey Vavilov*, dans le cadre de 7 saisons de croisières d'expédition en Antarctique et de 3 saisons de croisières d'expédition en Arctique; l'événement à l'étude a eu lieu pendant sa 4^e saison de croisières d'expédition dans l'Arctique. Le capitaine naviguait pour la première fois à proximité des îles Astronomical Society lors du voyage à l'étude.

L'OQ était le second officier de l'*Akademik Ioffe*, et il était titulaire d'un brevet de premier officier de pont délivré par la Fédération de Russie le 22 mai 2018, ainsi que d'un certificat d'utilisation opérationnelle d'un ECDIS. La certification de l'OQ était limitée aux navires autres que les navires de pêche. Le 22 décembre 2017, il avait terminé la formation de base obligatoire pour l'exploitation de navires en eaux polaires³¹.

Le voyage à l'étude était son 4^e contrat à titre de second officier et il s'était déjà acquitté de 3 contrats à titre de troisième officier pour IO RAS. L'OQ a acquis son expérience en eaux polaires à bord de l'*Akademik Ioffe* et à bord de son navire jumeau, l'*Akademik Sergey Vavilov*, dans le cadre de 3 saisons de croisières d'expédition en Antarctique; l'événement à l'étude a eu lieu pendant sa 2^e saison de croisières d'expédition dans l'Arctique. L'OQ

³⁰ Le programme de formation était fondé sur les dispositions du règlement V/4 de la *Convention internationale sur les normes de formation des gens de mer, de délivrance des brevets et de veille* de 1978 (Convention STCW) et sur la section A-V/4, le tableau A-V/4-2 et la section B-V/4 du Code STCW portant sur l'orientation en matière de formation des capitaines et des officiers de navires exploités dans les eaux polaires. L'une des compétences à acquérir pendant cette formation est la planification et la conduite d'un voyage en eaux polaires. Plus précisément, le stagiaire doit être en mesure de reconnaître les limites des renseignements hydrographiques et des cartes de navigation couvrant les régions polaires et de déterminer si les renseignements disponibles sont appropriés ou non pour la navigation sécuritaire d'un navire.

³¹ Cette formation de base ne couvre pas la planification et la conduite d'un voyage en eaux polaires.

naviguait pour la première fois à proximité des îles Astronomical Society lors du voyage à l'étude.

Les 4 officiers de quart à la passerelle certifiés à bord de l'*Akademik Ioffe* avaient rempli et signé la liste de vérification de familiarisation d'IO RAS pour les instruments à la passerelle. La liste de vérification de familiarisation du matériel à bord de l'*Akademik Ioffe* comprenait l'utilisation des échosondeurs, mais n'incluait pas l'ECDIS.

En outre, comme condition obligatoire pour obtenir leurs certificats de compétence respectifs, les officiers de quart à la passerelle avaient tous suivi une formation normalisée en gestion des ressources à la passerelle (GRP)³².

Le timonier avait amorcé sa carrière maritime en 2014 et il était titulaire d'un certificat de compétences de catégorie équipe de quart à la passerelle. Il était à l'emploi d'IO RAS depuis 2016. Le timonier a rejoint le personnel de l'*Akademik Ioffe* le 7 mai 2018 et il en était à sa 2^e saison de croisières d'expédition dans l'Arctique canadien à bord du navire au moment de l'événement. Le timonier naviguait pour la première fois à proximité des îles Astronomical Society lors du voyage à l'étude. Il n'avait participé à aucune formation particulière sur la navigation en eaux polaires, et rien ne l'y obligeait.

Bien que les exigences minimales sur l'effectif de l'*Akademik Ioffe* ne comportaient aucune exigence en ce sens, le chef d'expédition détenait un certificat de patron d'embarcation de niveau 1 (près du littoral) de l'Australie pour la manœuvre de bateaux d'une longueur de 12 mètres ou moins³³. Depuis 2007, le chef d'expédition avait travaillé à bord de navires à titre de guide de passagers et d'exploitant de petits bateaux pour des croisières d'expédition en eaux non polaires de l'Antarctique et dans l'Arctique canadien et norvégien. Grâce à son expérience de travail sous la direction d'une douzaine de chefs d'expédition différents, il a éventuellement été promu chef d'expédition par One Ocean Expeditions. Il n'est pas nécessaire pour un chef d'expédition d'être titulaire de certifications maritimes officielles. Le chef d'expédition avait travaillé à bord de l'*Akademik Ioffe* auparavant, mais le voyage de l'événement à l'étude était son premier jumelage avec le capitaine.

L'*Akademik Ioffe* ne comptait pas d'officiers de navigation dans les glaces surnuméraires à bord, et il ne s'agissait pas d'une exigence au titre des réglementations canadiennes et internationales³⁴.

³² Organisation maritime internationale, *Code de la Convention internationale sur les normes de formation des gens de mer, de délivrance des brevets et de veille (STCW)*, partie A : « Normes obligatoires concernant les dispositions de l'Annexe de la Convention STCW », chapitre II : « Normes concernant le capitaine et le service Pont », section A-II/1.

³³ Ce certificat de formation ne satisfait pas aux exigences minimales énoncées dans la Convention STCW, telle que modifiée en 1995 et en 2010 (modifications de Manille).

³⁴ Ni la partie 1 de l'article 10 du *Règlement sur la sécurité de la navigation et la prévention de la pollution dans l'Arctique* (DORS/2017-286) ni le chapitre 12, Niveau des effectifs et formation du *Recueil international de règles applicables aux navires exploités dans les eaux polaires (Recueil sur la navigation polaire)*, de l'Organisation maritime internationale exigent que les navires exploités en eaux polaires transportent à bord

1.10 Fatigue

Les facteurs pouvant engendrer de la fatigue comprennent le manque de sommeil chronique ou aigu, les effets sur le rythme circadien du corps, l'état d'éveil continu, les troubles du sommeil ou l'effet de médicaments ou de problèmes de santé.

Dans l'événement à l'étude, les exigences réglementaires de l'Organisation maritime internationale (OMI)³⁵ et de l'Organisation internationale du Travail³⁶ concernant la gestion de la fatigue ont été respectées, et aucune donnée indiquant que la fatigue aurait contribué à l'événement n'a été trouvée.

1.11 Certificat du navire

L'*Akademik Ioffe* était dûment équipé et avait tous les certificats requis pour sa classe de navire et le voyage prévu. Sa dernière inspection de renouvellement périodique avait été effectuée le 9 juin 2018 par l'organisme reconnu (OR) de l'état du pavillon à Gdansk (Pologne). Le 15 juin 2018, l'OR a délivré à IO RAS un document de conformité, et il a délivré un certificat de gestion de la sécurité le 10 juin 2018 pour l'*Akademik Ioffe*.

Le 9 juin 2018, à Gdansk, un évaluateur de l'OR a inspecté l'*Akademik Ioffe* afin de vérifier sa conformité au titre de la *Loi sur la prévention de la pollution des eaux arctiques*³⁷.

Un Certificat de prévention de la pollution dans l'Arctique (CPPA) a par la suite été délivré pour le navire, bien qu'un tel certificat n'était pas requis, étant donné que le *Règlement sur la prévention de la pollution des eaux arctiques par les navires* (C.R.C., ch. 353) a été abrogé en décembre 2017³⁸. Le CPPA stipulait que le navire transportait les plus récentes éditions des *Instructions nautiques canadiennes*³⁹, des *Avis aux navigateurs : édition canadienne*

des navigateurs surnuméraires experts (ou « officiers de navigation dans les glaces » dans la réglementation canadienne) pour couvrir toutes les veilles de navigation en plus de l'équipage régulier, pourvu que les officiers de quart à la passerelle à bord du navire aient suivi une formation qui leur permet d'agir à titre d'officier de navigation dans les glaces ou de posséder une expérience et une formation particulières.

³⁵ Organisation maritime internationale, *Code de formation des gens de mer, de délivrance des brevets et de veille* (Code STCW), partie A, chapitre VIII, section A-VIII/1 : Aptitude au service.

³⁶ Organisation internationale du Travail, *Convention du travail maritime, 2006*, titre 2 : Conditions d'emploi, Norme A2.3 : Durée du travail ou du repos.

³⁷ Gouvernement du Canada, *Loi sur la prévention de la pollution des eaux arctiques* (L.R.C., 1985, ch. A-12), dernière modification en date du 1^{er} avril 2014, à l'adresse <https://laws-lois.justice.gc.ca/fra/lois/a-12/page-1.html> (dernière consultation le 22 février 2021).

³⁸ Transports Canada, *Loi de 2001 sur la marine marchande du Canada* (L.C. 2001, ch. 26), alinéa 10(1)c).

³⁹ Pêches et Océans Canada, Service hydrographique du Canada, *Instructions nautiques*, ARC 400F : Renseignements généraux, Nord canadien, 2009, ARC 401F : Détroit d'Hudson, baie d'Hudson et eaux limitrophes, 2009, ARC 402F : Arctique de l'Est, 2014, et ARC 403F : Arctique de l'Ouest, 2011, à l'adresse <https://www.charts.gc.ca/publications/sailingdirections-instructions-nautiques-fra.html> (dernière consultation le 23 février 2021).

(NOTMAR)⁴⁰ et de *Navigation dans les glaces en eaux Canadiennes*⁴¹, malgré le fait que les éditions les plus récentes de ces publications n'étaient pas à bord du navire au moment où le certificat a été délivré.

De plus, le CPPA indiquait les tirants d'eau minimal et maximal du navire lorsqu'il navigue dans l'Arctique canadien (tableau 3)⁴².

Le *Recueil international de règles applicables aux navires exploités dans les eaux polaires* (Recueil sur la navigation polaire)⁴³ est entré en vigueur le 1^{er} janvier 2017 avec une modification à la Convention SOLAS⁴⁴, et il exige que les exploitants de navires utilisés en eaux définies de l'Antarctique et de l'Arctique fassent une demande de certificat pour navire polaire. Le chapitre II du Recueil sur la navigation polaire exige que chaque navire transporte à son bord un manuel d'exploitation dans les eaux polaires afin de fournir au propriétaire, à l'exploitant, au capitaine et à l'équipage des renseignements sur les capacités et les limites opérationnelles du navire et afin d'appuyer leur processus de prise de décisions. Le 9 juin 2018, à Gdansk, un certificat pour navire polaire et la fiche d'équipement connexe ont été délivrés pour l'*Akademik Ioffe*, et il indiquait le tirant d'eau minimal et maximal du navire pour la navigation en eaux polaires, comme décrit dans le Recueil sur la navigation polaire (tableau 3). Le 10 novembre 2017, IO RAS a approuvé puis intégré le manuel d'exploitation dans les eaux polaires obligatoire dans son système de gestion de la sécurité (SGS) (voir la section 1.10).

⁴⁰ Pêches et Océans Canada, Garde côtière canadienne, *Avis aux navigateurs 1 à 46 Édition annuelle 2018*, à l'adresse <https://www.notmar.gc.ca/annual-annuel-fr.php> (dernière consultation le 23 février 2021).

⁴¹ Pêches et Océans Canada, Garde côtière canadienne, *Navigation dans les glaces en eaux Canadiennes*, dernière révision datée d'août 2012, à l'adresse <https://www.ccg-gcc.gc.ca/publications/icebreaking-deglacage/ice-navigation-glaces/page01-fra.html> (dernière consultation le 23 février 2021).

⁴² Les tirants d'eau opérationnels minimaux et maximaux spécifiés assurent que la zone renforcée du revêtement de la coque d'un navire de cote glace, appelée zone de bordé renforcé, est la partie de la coque qui entre en contact avec toute glace de mer se trouvant sur la route du navire. Les navires doivent être chargés ou ballastés pour être exploités dans la portée de leur tirant d'eau en tout temps dans des eaux envahies par les glaces.

⁴³ Organisation maritime internationale, Résolution MSC. 385(94) du comité responsable de la sécurité maritime, *Recueil international de règles applicables aux navires exploités dans les eaux polaires* (Recueil sur la navigation polaire), adoptée le 21 novembre 2014.

⁴⁴ Organisation maritime internationale, *Convention internationale de 1974 pour la sauvegarde de la vie humaine en mer (SOLAS)*, chapitre XIV : Mesures de sécurité applicables aux navires exploités dans les eaux polaires.

Tableau 3. Comparaison des tirants d'eau minimal et maximal prescrits pour l'*Akademik Ioffe*

Nom du certificat	Tirant avant minimal	Tirant arrière minimal	Tirant avant maximal	Tirant arrière maximal
Certificat de prévention de la pollution dans l'Arctique (CPPA) canadien	4,70 m	4,70 m	5,90 m	5,90 m
Certificat pour navire polaire de l'OMI	5,15 m	5,89 m	5,90 m	6,20 m

À sa première escale au Canada, à Sydney (Nouvelle-Écosse), le 25 juin 2018, l'*Akademik Ioffe* a reçu une lettre de conformité pour un permis de cabotage⁴⁵, valide entre le 27 juin 2018 et le 25 septembre 2018, pour 8 croisières à partir de Louisbourg (Nouvelle-Écosse), Iqaluit, Resolute Bay (Nunavut) et Cambridge Bay, et reliant ces destinations.

L'*Akademik Ioffe* a entrepris sa croisière d'expédition à partir d'un emplacement au Canada (Kugaaruk, Nunavut) qui n'était pas consigné dans la lettre de conformité de son permis de cabotage.

L'enquête a révélé que les publications canadiennes *Instructions nautiques*, NOTMAR et *Navigation dans les glaces en eaux Canadiennes* ne se trouvaient pas à bord de l'*Akademik Ioffe* au moment de l'événement et que les tirants d'eau minimal et maximal prescrits dans le CPPA différaient de ceux indiqués sur le certificat pour navire polaire du navire.

Le navire a entrepris la croisière d'expédition depuis un emplacement qui n'était pas consigné dans la lettre de conformité pour un permis de cabotage.

Conformément aux exigences, l'*Akademik Ioffe* transportait à bord un plan de maîtrise des avaries approuvé pour sa classe et un opuscule de maîtrise des avaries⁴⁶.

⁴⁵ TC émet cette lettre de dérogation à un navire battant pavillon étranger qui est engagé pour répondre à un besoin temporaire et à court terme dans le commerce de cabotage au Canada, une fois qu'il a été établi qu'aucun navire national convenable n'est disponible pour assurer le même mouvement ou service, conformément au paragraphe 4(1) de la *Loi sur le cabotage* (L.C. 1992, ch. 31) du gouvernement du Canada, dont la dernière modification est datée du 10 décembre 2018, à l'adresse <https://laws-lois.justice.gc.ca/fra/lois/C-33.3/page-1.html>.

⁴⁶ Organisation maritime internationale, *Convention internationale de 1974 pour la sauvegarde de la vie humaine en mer (SOLAS)*, chapitre II-1 : Chapitre II-1 – Construction – Structure, compartimentage et stabilité, machines et installations électriques, partie B-4 : Gestion de la stabilité, règle 19 : Renseignements pour la maîtrise des avaries.

1.12 Système de gestion de la sécurité

Le *Code international de gestion pour la sécurité de l'exploitation des navires et la prévention de la pollution* (Code ISM)⁴⁷ vise à « établir une norme internationale de gestion pour la sécurité de l'exploitation des navires et pour la prévention de la pollution⁴⁸ ».

Les objectifs du Code [ISM] sont de garantir la sécurité en mer et la prévention des lésions corporelles ou des pertes en vies humaines et d'empêcher les atteintes à l'environnement, en particulier l'environnement marin, ainsi que les dommages matériels⁴⁹. Les objectifs de la compagnie en matière de gestion de la sécurité devraient notamment être les suivants : [...] offrir des pratiques d'exploitation et un environnement de travail sans danger; [...] évaluer tous les risques identifiés pour ses navires, son personnel et l'environnement et établir des mesures de sécurité appropriées; et [...] améliorer constamment les compétences du personnel à terre et à bord des navires en matière de gestion de la sécurité, et notamment préparer ce personnel aux situations d'urgence, tant sur le plan de la sécurité que de la protection du milieu marin⁵⁰.

Les compagnies répondent généralement à cette exigence en établissant un SGS qui comprend des procédures d'exploitation normalisées pour toutes les tâches essentielles à bord des navires, qui sont appuyées par des listes de vérification pour s'assurer que les membres d'équipage suivent les procédures.

Au moment de l'événement, tant IO RAS que l'*Akademik Ioffe* étaient assujettis au Code ISM⁵¹; l'OR a délivré à IO RAS et au navire un document de conformité et un certificat de gestion de la sécurité respectivement, comme preuve de conformité. Comme exigé, un SGS conforme au Code ISM était également utilisé à bord du navire.

1.12.1 Procédures après échouement

Le SGS d'un navire donné englobe de nombreuses procédures applicables à diverses situations, et bon nombre de ces procédures sont appuyées par des listes de vérification pour aider l'équipage à faire face à des situations critiques inhabituelles, comme l'échouement du navire.

⁴⁷ Organisation maritime internationale, résolution A.741(18), *Code international de gestion pour la sécurité de l'exploitation des navires et la prévention de la pollution (Code international de gestion de la sécurité [ISM])*, adoptée le 4 novembre 1993.

⁴⁸ Organisation maritime internationale, Code ISM, *Préambule*, paragraphe 1.

⁴⁹ Ibid., partie A : *Mise en œuvre*, chapitre 1 : *Généralités*, section 1.2 : *Objectifs*, sous-section 1.2.1.

⁵⁰ Ibid., partie A : *Mise en œuvre*, chapitre 1 : *Généralités*, section 1.2 : *Objectifs*, sous-section 1.2.2.

⁵¹ Organisation maritime internationale, *Convention internationale de 1974 pour la sauvegarde de la vie humaine en mer (SOLAS)*, chapitre IX : Gestion pour la sécurité de l'exploitation des navires, règlements 2-1.1, 3 et 4.

Une liste de vérification après échouement comprend certaines étapes normalisées que l'équipage du navire doit mettre en application⁵². Il doit en premier lieu arrêter les machines, puis il doit sonner l'alarme générale pour alerter toutes les personnes à bord de la situation. L'équipage doit ensuite prendre des mesures appropriées pour éviter un abordage, comme utiliser les marques, les projecteurs de pont et les feux de navigation appropriés, et envoyer des signaux sonores⁵³. Des messages de détresse doivent être diffusés, les autorités de l'État du pavillon et du port doivent être informées, l'évaluation initiale des avaries et leur maîtrise doivent être effectuées, et une assistance médicale doit être fournie à toute personne blessée.

Enfin, une liste de vérification après échouement normalisée exige que toutes les informations pertinentes soient consignées, notamment la vitesse, la position et l'heure d'échouement, les profondeurs de l'eau autour du navire et ses tirants d'eau, l'état des marées et des courants, les conditions météorologiques et les prévisions, le ECDIS, le traceur de route et les données de l'enregistreur des données du voyage (VDR). Une liste de vérification normalisée après échouement indique généralement à l'équipage qu'il doit en dernier recours tenter de remettre le navire à flot en utilisant sa propulsion ou en le délestant de sa cargaison ou d'autres contenus; ces mesures ne devraient être prises que si le navire est exposé au danger immédiat de subir une défaillance structurale catastrophique ou d'aggraver les ruptures à la coque.

Parmi les autres lignes directrices procédurales, le SGS utilisé à bord de l'*Akademik Ioffe* comprend une liste de vérification après échouement comptant 30 étapes⁵⁴. Cette liste de vérification précise les mesures initiales que l'équipage doit prendre après l'échouement du navire : arrêter les machines principales, activer l'alarme générale et ordonner le rassemblement immédiat de toute personne à bord à l'aide du système de sonorisation du navire. Un message de détresse doit également être diffusé par l'entremise du SMDSM du navire.

La liste de vérification après échouement de l'*Akademik Ioffe* précise que le capitaine doit tenter de remettre le navire à flot⁵⁵. Les mesures énumérées sur la liste de vérification après avoir tenté de remettre le navire à flot comprennent les communications, la tenue des enregistrements, les mesures d'évitement des abordages, la prévention de la pollution, la

⁵² On peut consulter un exemple de liste de vérification après échouement à l'adresse suivante : https://safety4sea.com/wp-content/uploads/2018/06/SQE-MARINE-Grounding-Stranding-2018_06.pdf. (dernière consultation le 23 février 2021).

⁵³ Organisation maritime internationale, *Convention sur le Règlement international de 1972 pour prévenir les abordages en mer* (Règlement COLREG), partie C : Feux et marques, règle 30 : Navires au mouillage et aux navires échoués, partie D : Signaux sonores et lumineux, règle 35 : Signaux sonores à utiliser par visibilité réduite.

⁵⁴ P.P. Shirshov Institute of Oceanology, *Ship: Akademik Ioffe, Emergency procedures (check-lists)*, Check-list 2: Grounding.

⁵⁵ Cet élément est le 4^e des 30 étapes de la procédure après échouement. Selon la nature des mesures requises, les étapes de la procédure sont assignées soit au capitaine, au chef mécanicien, à l'officier de quart ou au mécanicien de quart.

maîtrise des avaries et la préservation de l'étanchéité de la coque, la préparation à l'utilisation des dispositifs de sauvetage, le dénombrement des passagers et l'assistance (p. ex., premiers soins), l'organisation de la récupération du navire et la prise de mesures pour les inspections, réparations et les enquêtes après la récupération.

La liste de vérification après échouement de l'*Akademik Ioffe* exigeait que le capitaine tente de remettre le navire à flot après avoir rassemblé l'ensemble des personnes à bord, mais avant d'effectuer une évaluation des avaries incluant l'intégrité de la coque et de ses éléments connexes.

Après l'échouement, l'équipage a terminé l'exécution de la liste de vérification après échouement du navire, qui a été signée par le capitaine, le chef mécanicien, l'OQ et le deuxième mécanicien.

1.13 Préparation du voyage

1.13.1 Directives pour la planification du voyage

1.13.1.1 Organisation maritime internationale

Selon la Convention SOLAS, chaque navire doit remplir un plan de voyage ou de traversée avant de prendre la mer⁵⁶ et doit tenir compte des directives de l'OMI pour la planification du voyage⁵⁷, qui compte 4 étapes.

La première étape de la planification du voyage comprend l'évaluation par l'officier de quart à la passerelle de tous les renseignements disponibles sur le voyage prévu, y compris l'examen des cartes de navigation et des publications. Plus précisément, les cartes transportées à bord devraient être à jour et à l'échelle appropriée, et tous les avis permanents et temporaires aux navigateurs (NOTMAR) et les avertissements radio de navigation pertinents au voyage doivent être consultés. De plus, tous les documents nécessaires et pertinents, comme les listes de feux, les aides radio à la navigation, les atlas des courants et des marées, les tables des marées, les services d'acheminement des conditions météorologiques et les instructions de navigation, doivent être exacts et mis à jour. Cette évaluation doit englober les zones dangereuses (ou endroits à éviter) et celles où des précautions particulières s'imposent. Elle doit également tenir compte de l'état du navire, notamment de sa stabilité, de ses limites opérationnelles et de ses caractéristiques de manœuvre.

⁵⁶ Organisation maritime internationale, *Convention internationale de 1974 pour la sauvegarde de la vie humaine en mer* (SOLAS), chapitre V : Sécurité de la navigation, règle 34 : Sécurité de la navigation et prévention des situations dangereuses.

⁵⁷ Organisation maritime internationale, Résolution A.893(21), annexe 25 : *Directives pour la planification du voyage*, adoptée le 25 novembre 1999.

La 2^e étape de la planification du voyage consiste à préparer un plan de voyage ou de traversée détaillé « qui porte sur l'ensemble du voyage ou de la traversée d'un poste à quai à l'autre, y compris les zones où l'on aura recours aux services d'un pilote ⁵⁸ ». La vitesse sécuritaire du navire en ce qui a trait à la proximité des dangers de navigation, son tirant d'eau par rapport à la profondeur d'eau disponible et le dégagement minimal sous quille figurent parmi « les principaux éléments permettant d'assurer la sauvegarde de la vie humaine en mer, la sécurité et l'efficacité de la navigation et la protection du milieu marin au cours du voyage ou de la traversée prévus ». De plus, « les plans d'urgence indiquant les mesures de remplacement à prendre pour mettre le navire en eau profonde ou le diriger vers un port de refuge ou un lieu de mouillage sûr en cas de situation critique nécessitant l'abandon du plan » doivent être « clairement indiqués et consignés » et ils doivent « être approuvés par le capitaine du navire avant le commencement du voyage ou de la traversée ⁵⁹ ».

La 3^e étape de la planification du voyage consiste en l'exécution du plan de voyage en tenant compte de toutes les conditions et de tous les facteurs en vigueur, notamment la fiabilité et l'état des instruments de navigation du navire et les conditions météorologiques. Les *Directives pour la planification du voyage* soulignent également que « [l]e capitaine devrait aussi envisager à quels points spécifiques du voyage ou de la traversée il pourrait être nécessaire de renforcer le personnel de pont ou de la machine ⁶⁰ ».

La 4^e et dernière étape de la planification du voyage est la surveillance étroite et continue de la progression du navire tout au long de l'exécution du plan ⁶¹. Cette étape comprend la collecte d'avertissements locaux pertinents pour le voyage prévu, comme toute note de données de reconnaissance sur les cartes de navigation locales.

1.13.1.2 La Chambre internationale de la marine marchande

La Chambre internationale de la marine marchande (CIMM), établie à Londres (Royaume-Uni) en 1921, est une association commerciale internationale pour les propriétaires et exploitants de navires marchands. La CIMM affirme qu'elle représente plus de 80 % de la flotte marchande mondiale ⁶². Conformément aux directives de l'OMI et aux exigences de la Convention SOLAS, la CIMM a élaboré en 1997 son *Bridge Procedures Guide* ⁶³, depuis republié, qui est communément connu et consulté par l'industrie maritime mondiale.

⁵⁸ Ibid.

⁵⁹ Ibid., section 3 : Planification, sous-sections 3.1, 3.2, 3.3 et 3.4.

⁶⁰ Ibid., section 4 : Exécution, sous-sections 4.2 et 4.3.

⁶¹ Ibid., section 5 : Surveillance, sous-section 5.2.

⁶² Chambre internationale de la marine marchande, à l'adresse <http://www.ics-shipping.org> (dernière consultation le 26 juin 2019).

⁶³ Chambre internationale de la marine marchande, *Bridge Procedures Guide*, 5^e édition, (Marisec Publications : Londres, 2016).

Cette publication donne des conseils aux équipes à la passerelle et comporte un chapitre spécifique à la planification des traversées. Le guide indique qu'avant de commencer la planification du voyage, les officiers de quart à la passerelle du navire doivent effectuer une évaluation du plan de voyage, qui comprend la collecte et l'étude des cartes, des publications et d'autres renseignements pertinents pour le voyage. Seules les cartes marines et publications nautiques officielles doivent être utilisées pour la planification du voyage et doivent être corrigées en fonction des derniers NOTMAR et des mises en garde locales; des cartes à grande échelle doivent toujours être utilisées.

Le guide met également l'accent sur la familiarisation de l'équipage avec l'ECDIS et met en garde contre une dépendance excessive à l'égard de ce type particulier de système. Plus précisément, [traduction] « [e]n raison de la résolution à l'écran de l'ECDIS, la précision des objets qui y sont cartographiés ne peut pas être sensiblement différente de celle des cartes papier ». Le guide avertit en outre les OQ qui planifient un voyage avec l'ECDIS que [traduction] « les objets cartographiés sur une [carte électronique] ne sont pas plus précis ou plus précisément tracés que les objets cartographiés sur la carte papier correspondante [...] »⁶⁴.

Avant l'échouement de l'*Akademik Ioffe*, l'équipe à la passerelle avait utilisé l'ECDIS à bord du navire à une échelle de 1:250. Cette échelle offrait une vue agrandie du passage entre la péninsule de Ross et les îles Astronomical Society comparativement à la même carte (7502) en format papier, dont l'échelle est de 1:500000⁶⁵.

1.13.2 Exigences à l'égard du propriétaire du navire

Le SGS d'IO RAS comprend de nombreuses procédures d'exploitation normalisées (SOP) et des listes de vérification relatives à la sécurité de la navigation et la planification de la traversée ou du voyage.

La liste de vérification des systèmes de navigation, des plans d'eaux côtières et des dispositifs de séparation du trafic d'IO RAS exige que toutes les cartes marines et publications nautiques soient correctes et à jour, et que l'officier de quart à la passerelle qui prépare le plan de voyage prenne en considération les conseils et les recommandations énoncés dans les directives de navigation pertinentes, ainsi que de facteurs tels que le tirant d'eau du navire, l'effet d'accroupissement⁶⁶ sur le dégagement sous quille du navire en eaux peu profondes, les marées, les courants et les conditions météorologiques. La liste de vérification souligne également la nécessité de veiller à ce que les routes prévues soient exemptes d'obstacles.

⁶⁴ Ibid., chapitre 2 : Passage Planning, sous-chapitre 2.3.1. : Official Charts.

⁶⁵ Pêches et Océans Canada, Service hydrographique du Canada, carte n° 7502, *Northwest Territories - Gulf of Boothia and/et Committee Bay*, édition du 31 juillet 1998.

⁶⁶ L'effet d'accroupissement se produit lorsqu'un navire se déplace à une vitesse relativement élevée dans des eaux peu profondes; le dégagement sous quille réduit par rapport au fond marin redirige le flux d'eau autour de la coque, ce qui crée un changement dans le tirant d'eau ou l'assiette du navire.

La liste de vérification relative à la préparation à la navigation exige qu'un plan de voyage pour le voyage prévu soit préparé, en tenant compte des facteurs énumérés dans la liste de vérification des systèmes de navigation, des plans d'eaux côtières et des dispositifs de séparation du trafic. Des extraits de la résolution A.893(21) de l'Assemblée de l'OMI sont annexés à la liste de vérification sur la préparation à la navigation. La liste de vérification exige que les cartes du voyage prévu et d'autres publications nautiques soient correctes et à jour, et que les routes prévues soient indiquées sur ces cartes. Deux des annexes de la liste de vérification répètent des extraits de la section 2 du *Bridge Procedures Guide* de la CIMM.

La liste de vérification relative à la navigation dans les passages exige que l'équipage tienne compte des mêmes facteurs que ceux cités dans la liste de vérification des systèmes de navigation, des plans d'eaux côtières et des dispositifs de séparation du trafic. De plus, un nombre suffisant de membres du personnel doit se trouver à la passerelle et dans la salle des machines⁶⁷, les relevés du sonar (échousonneur) doivent être comparés aux profondeurs d'eau inscrites sur la carte, et le navire doit être gouverné en mode manuel après que l'équipage eut vérifié le fonctionnement de la commande de l'appareil à gouverner.

Avant l'événement, le capitaine a rempli et signé les listes de vérification sur la navigation, les eaux côtières et les dispositifs de séparation du trafic et sur la préparation à la navigation. La liste de vérification sur la navigation dans les passages avait été remplie et approuvée par l'OQ avant l'entrée dans le passage entre la péninsule de Ross et les îles Astronomical Society.

1.13.3 Directives sur la planification du voyage relatives aux navires à passagers exploités dans des zones éloignées

L'OMI indique que les navires exploités dans des zones éloignées, comme l'Arctique et l'Antarctique, sont exposés à un certain nombre de risques, comme l'environnement, les ressources limitées, le manque de cartes de navigation fiables et de qualité, et le fait que le manque de systèmes de communication et d'autres aides à la navigation peut poser un défi aux navigateurs. L'OMI reconnaît également la nécessité d'élaborer d'autres directives pour compléter ses directives de base sur la planification des voyages, en particulier pour les navires à passagers exploités dans des zones éloignées, afin d'éviter les échouements et les abordages. En conséquence, en 2007, l'OMI a adopté des lignes directrices sur la planification des voyages afin de répondre tout particulièrement à la popularité croissante des visites de lieux éloignés par des navires à passagers⁶⁸.

⁶⁷ Un quart de navigation typique en mer nécessite qu'un OQ et un timonier accomplissent toutes les tâches de veille. Toutefois, pour naviguer dans des passages et dans des zones à trafic dense, le timonier doit gouverner le navire manuellement; par conséquent, le timonier n'agit plus à titre de vigie. De plus, il faut confier à un plus grand nombre de membres du personnel de quart la tâche de vigie et d'aide à l'OQ étant donné sa charge de travail accrue.

⁶⁸ Organisation maritime internationale, Résolution A.999(25), *Directives sur la planification du voyage applicables aux navires à passagers exploités dans des zones éloignées*, adoptée le 29 novembre 2007.

Ces directives indiquent que la planification du voyage doit tenir compte de la source, de la date et de la qualité des données hydrographiques de toutes les cartes de navigation utilisées pour le voyage prévu. Les zones sûres et celles à éviter, ainsi que la disponibilité de levés des corridors marins, doivent faire l'objet de vérifications, et les plans en cas d'urgence concernant des ressources de SAR limitées doivent être consignés. En outre, une attention particulière doit être accordée à la planification des voyages dans les eaux envahies par les glaces et dans les eaux où des icebergs sont présents.

Ces directives complémentaires soulignent également la nécessité de signaler aux autorités compétentes tous les changements ou écarts par rapport au plan de voyage ou de traversée initial du navire, au moment où ce plan est en cours d'exécution⁶⁹.

En plus de ses *Directives sur la planification du voyage applicables aux navires à passagers exploités dans des zones éloignées*, l'OMI a élaboré et publié en 2002 les *Directives pour les navires exploités dans les eaux arctiques couvertes de glace*⁷⁰, et les *Directives pour les navires exploités dans les eaux polaires* en 2010⁷¹. Les directives de 2002 et de 2010 soulignent que les défis qui se posent aux navires et aux navigateurs qui naviguent dans des eaux comme celles de l'Arctique canadien sont semblables à ceux auxquels sont confrontés les navires et les navigateurs qui naviguent dans les eaux d'autres régions éloignées, en mettant l'accent sur les « conditions météorologiques et le peu de cartes marines fiables, de systèmes de communication et d'autres aides à la navigation » dans l'environnement arctique⁷².

En plus des diverses directives de l'OMI, le *Règlement sur les cartes marines et les publications nautiques (1995)* du Canada stipule que « [l]e capitaine d'un navire doit s'assurer que les cartes, documents et publications que le présent règlement exige sont, avant d'être utilisés pour la navigation, exacts et à jour d'après les renseignements que contiennent les *Avis aux navigateurs*, les *Avis à la navigation* ou les messages radio sur les dangers pour la navigation⁷³ ».

1.13.4 Itinéraires prédéterminés de One Ocean Expeditions

La croisière d'expédition effectuée par l'*Akademik Ioffe* a suivi l'un des itinéraires prédéterminés d'One Ocean Expeditions, intitulé *Pathways to Franklin*; son point de départ était supposé être la baie Resolute, le 23 août 2018, et son point d'arrivée était la baie

⁶⁹ Ibid, section 4 : Exécution, sous-section 4.1.

⁷⁰ Organisation maritime internationale, Comité de la sécurité maritime et Comité de la protection du milieu marin, circulaires MSC/Circ.1056–MEPC/Circ.399, *Directives pour les navires exploités dans les eaux arctiques couvertes de glace* (23 décembre 2002).

⁷¹ Organisation maritime internationale, Résolution A.1024(26), *Directives pour les navires exploités dans les eaux polaires*, adoptée le 2 décembre 2009.

⁷² Ibid., Préambule, sous-section P-1.1.

⁷³ Gouvernement du Canada, *Règlement sur les cartes marines et les publications nautiques (1995)* (DORS/95-149), article 7.

Cambridge, le 1^{er} septembre 2018. Un total de 8 escales intermédiaires étaient prévues le long de la trajectoire établie, et One Ocean Expeditions avait déterminé d'autres destinations et itinéraires (intitulés plans A, B, C, etc.), dans l'éventualité où certaines circonstances, comme des conditions météorologiques défavorables, devaient influencer sur le plan initial. La croisière d'expédition a été conçue pour [traduction] « maximiser les occasions [avec] un état d'esprit polyvalent et aventureux⁷⁴ ».

En raison des accumulations de glace⁷⁵ au large de la baie Resolute qui ont empêché le transfert des passagers par embarcation pneumatique de la plage à l'*Akademik Ioffe*, One Ocean Expeditions a modifié la route de la croisière d'expédition et l'a lancée depuis Kugaaruk. L'itinéraire a été modifié en conséquence pour refléter ce point de départ et les îles Hecla et Fury ont été choisies comme première escale de la croisière d'expédition. Le 23 août 2018, un avion nolisé a décollé d'Edmonton (Alberta) pour se rendre à Kugaaruk. Il transportait à bord les passagers de la croisière et certains membres du personnel de l'expédition, dont le chef d'expédition.

Comme pour les expéditions précédentes, une fois que le chef d'expédition est arrivé à l'*Akademik Ioffe* le 23 août 2018, il a assumé la responsabilité d'adapter l'itinéraire de croisière à l'évolution constante des conditions météorologiques locales, tout en mettant à jour le bureau à terre d'One Ocean Expeditions de toute déviation ou de tout nouvel itinéraire. Pour s'acquitter de cette responsabilité, le chef d'expédition devait garder à l'esprit divers itinéraires avec d'autres options de destinations, comme les îles Astronomical Society, au cas où les conditions météorologiques empêcheraient que les passagers mettent pied à terre à la destination prévue, comme c'était le cas dans l'événement à l'étude.

Il n'y avait pas de plan de voyage préapprouvé pour l'un ou l'autre des itinéraires ou destinations optionnels du chef d'expédition; lorsque ce dernier demandait que le navire soit redirigé vers une destination particulière, il incombait au capitaine de l'*Akademik Ioffe* de planifier cette traversée optionnelle et d'évaluer s'il était sûr et possible d'exécuter le plan.

Dans l'événement à l'étude, lorsque le chef d'expédition a demandé si le capitaine pouvait rediriger le navire vers la baie Lord Mayor, sur le côté ouest des îles Astronomical Society, le capitaine a consulté la carte de navigation locale publiée par le Canada⁷⁶ et les instructions

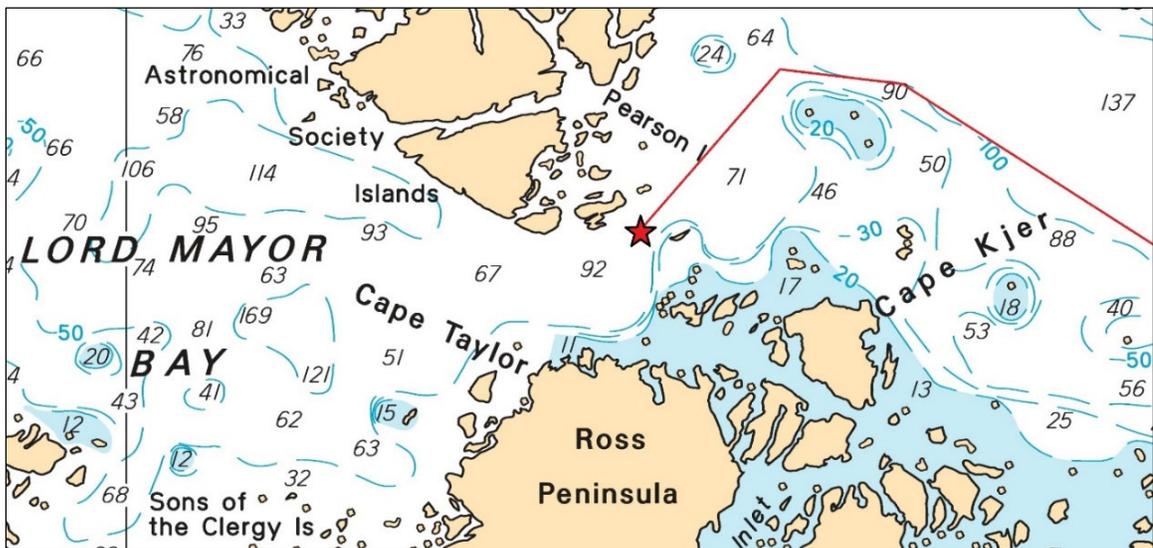
⁷⁴ One Ocean Expeditions Inc., *Let's Go Pathways to Franklin 23 Aug – 1 Sep 2018*, document Microsoft PowerPoint.

⁷⁵ Le 21 août 2018, One Ocean Expeditions a consulté une carte des glaces fournie par le Service canadien des glaces (Environnement et Changement climatique Canada) qui illustre des concentrations de 8/10 et de 9/10 de glace épaisse de première année (épaisseur supérieure à 120 cm) dans de vastes floes (largeurs allant de 2 à 10 km) au large de la baie Resolute. Cette carte était fondée sur des images satellite.

⁷⁶ Pêches et Océans Canada, Service hydrographique du Canada, carte n° 7502, *Northwest Territories - Gulf of Boothia and/et Committee Bay*, édition du 31 juillet 1998.

de navigation émises par la Russie⁷⁷ pour évaluer la faisabilité de cette traversée. La carte indiquait 3 points de levé dans les passages entre la péninsule de Ross et les îles Pearson et Astronomical Society : 71 m, 92 m et 67 m respectivement, d'est en ouest. Le point de passage le plus restreint entre les masses terrestres était d'environ 1,5 NM et aucun danger de navigation n'était indiqué (figure 11). Les instructions de navigation émises par la Russie ne fournissaient aucun avertissement particulier pour la zone de l'événement à l'étude.

Figure 11. Vue rapprochée des profondeurs cartographiées dans le passage entre la péninsule de Ross et les îles Pearson et Astronomical Society, avec indication de la route finale et de l'emplacement de l'échouement (Source : Service hydrographique du Canada, avec annotations du BST)



Aucun avertissement de navigation national (anciennement connu sous le nom d'avis à la navigation ou NOTSHIP), de NOTMAR ou de téléx de navigation (NAVTEX)⁷⁸ n'était actif pour la zone concernée. L'*Akademik Ioffe* ne transportait pas à bord les Instructions nautiques du SHC (*ARC 400F* et *ARC 402F*).

Les navires peuvent également accéder à la partie ouest des îles Astronomical Society en naviguant juste au nord et autour des îles, entre elles et le cap Hendon Nord, où une ligne de levés montre des profondeurs de 149 m, 156 m, 143 m et 134 m. Le point de passage le plus restreint entre les terres est d'environ 7 NM, sans haut-fond signalé. L'enquête n'a pas permis de déterminer la profondeur exacte de l'eau ni la nature du fond marin entre ces levés.

Le plan de voyage révisé établi par le capitaine indiquait que la profondeur minimale d'eau à laquelle le navire pouvait naviguer était de 50 m. Ce paramètre n'a pas été défini comme une alarme sonore de faible profondeur d'eau sur les échosondeurs du navire.

⁷⁷ Fédération de Russie, ministère de la Défense, Département de la navigation et de l'océanographie, *Pilot Book – North shore of North America and Canadian Arctic islands*, n° 1109, édition 2007 (Corrigé pour inclure les Avis aux navigateurs n° 34/48).

⁷⁸ NAVTEX est un service international automatisé de diffusion radio d'avertissements et de prévisions météorologiques et de navigation, ainsi que d'informations urgentes en matière de sécurité maritime.

1.14 Cadre réglementaire pour les eaux de l'Arctique

Dans le passé, l'OMI a mis en place diverses exigences, dispositions et recommandations pour faire face aux risques posés à la sécurité inhérents aux navires exploités dans les zones polaires aux conditions rigoureuses, éloignées et vulnérables, et pour protéger l'environnement autour des 2 pôles. Étant donné que le volume du trafic maritime dans les eaux polaires continue de croître, des mesures additionnelles ont dû être prises pour assurer la sécurité de la vie en mer et la durabilité des environnements polaires. L'OMI a déterminé que les mauvaises conditions météorologiques et le manque relatif de cartes de navigation, de systèmes de communication et d'autres aides à la navigation font partie des risques pour les navires exploités dans l'Arctique et l'Antarctique. De plus, l'OMI reconnaît les défis que posent les opérations de recherche et de sauvetage et les opérations de récupération de la pollution, compte tenu du caractère éloigné des eaux polaires. Enfin, l'OMI a déclaré que les températures froides qui prévalent dans les zones polaires peuvent affecter le matériel exposé d'un navire, comme la machinerie de pont, l'équipement d'urgence et les prises d'aspiration d'eau de mer; l'accumulation de glace peut également appliquer des charges additionnelles à la coque, au système de propulsion et aux éléments de la coque⁷⁹.

En plus des outils et des directives réglementaires établis, l'OMI a adopté le Recueil sur la navigation polaire et l'a mis en application en modifiant les conventions SOLAS, MARPOL⁸⁰ et STCW existantes. Le Recueil sur la navigation polaire s'applique aux navires qui se dirigent vers une destination en eaux polaires ou qui passent par de telles eaux pour atteindre leur destination. Le Recueil sur la navigation polaire est fondé sur des objectifs et couvre l'ensemble de la conception, de la construction et du matériel des navires. De plus, on y indique des exigences pour les niveaux d'exploitation et de formation des gens de mer, en accordant une attention accrue aux questions telles que la recherche et le sauvetage et la protection de l'environnement⁸¹.

L'OMI reconnaît que si le Recueil sur la navigation polaire porte à la fois sur l'Arctique et l'Antarctique, il existe des différences considérables entre les 2 zones polaires.

L'Antarctique est un continent entouré d'un océan, tandis que l'Arctique est un océan entouré de continents; cette caractéristique contribue à la présence importante de glace de

⁷⁹ Organisation maritime internationale, *Transports maritimes dans les eaux polaires, Recueil international de règles applicables aux navires exploités dans les eaux polaires (Recueil sur la navigation polaire)*, à l'adresse <https://www.imo.org/fr/MediaCentre/HotTopics/Pages/polar-default.aspx> (dernière consultation le 9 mars 2021).

⁸⁰ *Convention internationale pour la prévention de la pollution par les navires*, adoptée par l'Organisation maritime internationale le 2 novembre 1973 et entrée en vigueur le 2 octobre 1983.

⁸¹ Organisation maritime internationale, *Transports maritimes dans les eaux polaires, Recueil international de règles applicables aux navires exploités dans les eaux polaires (Recueil sur la navigation polaire)*, à l'adresse <https://www.imo.org/fr/MediaCentre/HotTopics/Pages/polar-default.aspx> (dernière consultation le 9 mars 2021).

mer⁸² de plusieurs années dans l'océan Arctique. Par conséquent, « bien que les milieux marins des deux océans polaires soient aussi fragiles l'un que l'autre, les mesures à prendre pour les protéger devraient tenir compte des caractéristiques particulières des régimes politiques et juridiques qui leur sont respectivement applicables⁸³ ».

Établie à Hambourg (Allemagne), l'Union internationale d'assurances transports (UIAT) représente 40 associations nationales et maritimes d'assurance et de réassurance commerciales. L'UIAT est un partisan actif de l'adoption du Recueil sur la navigation polaire de l'OMI, qui, selon elle, [traduction] « réduit les risques en préparant mieux les propriétaires de navires et en empêchant les transits qui ne respectent pas les normes de sécurité pour l'exploitation dans l'Arctique⁸⁴ ». L'UIAT indique au sujet de l'augmentation mondiale du trafic maritime dans les eaux polaires que [traduction] « des transits ont également été effectués par le passage du Nord-Ouest [...]⁸⁵. Au sein de l'industrie des croisières, l'accent est mis davantage sur les croisières d'expédition avec de plus petits navires construits sur mesure destinés aux eaux de l'Arctique, afin d'offrir aux clients une “expérience plus intime”. Plusieurs de ces navires sont à présent commandés⁸⁶. »

Parmi les risques associés au transport de passagers dans l'Arctique, l'UIAT indique [traduction] :

[d]es conditions rudes et en évolution rapide, avec des prévisions météorologiques et sur les glaces moins fiables, une visibilité réduite jusqu'à 90 % du temps, des cartes comportant des lacunes fondées sur des levés inadéquats et désuets, des systèmes de positionnement et des boussoles peu fiables à des latitudes élevées, des dérives des mers et des icebergs, une formation inadéquate de l'équipage et un accès limité aux liens de communication et aux installations de recherche et de sauvetage⁸⁷.

Au Canada, en plus du Recueil sur la navigation polaire, la navigation maritime dans l'Arctique est régie par un cadre réglementaire national particulier établi en vertu de la *Loi sur la prévention de la pollution des eaux arctiques*⁸⁸. Ce cadre inclut les instruments

⁸² Les glaces pluriannuelles ont des propriétés et une structure distinctes qui rendent la navigation des navires plus difficile par rapport à la glace de première année.

⁸³ Organisation maritime internationale, *Transports maritimes dans les eaux polaires, Recueil international de règles applicables aux navires exploités dans les eaux polaires (Recueil sur la navigation polaire)*, à l'adresse <https://www.imo.org/fr/MediaCentre/HotTopics/Pages/polar-default.aspx> (dernière consultation le 9 mars 2021).

⁸⁴ Union internationale d'assurances transports, *IUMI Position Paper on Arctic sailings*, chapitre 1 : Introduction (20 août 2018), p. 1.

⁸⁵ Le passage du Nord-Ouest est le nom commun donné au couloir maritime qui traverse l'Arctique canadien.

⁸⁶ Union internationale d'assurances transports, *IUMI Position Paper on Arctic sailings*, chapitre 1 : Introduction (20 août 2018), p. 1.

⁸⁷ Ibid., chapitre 1 : Introduction (20 août 2018), chapitre 3 : Risk assessment, p. 2.

⁸⁸ Gouvernement du Canada, *Loi sur la prévention de la pollution des eaux arctiques* (L.R.C., 1985, ch. A-12) (dernière modification en date du 1^{er} avril 2014).

suivants : *Règlement sur la sécurité de la navigation et la prévention de la pollution dans l'Arctique*; *Règlement sur la prévention de la pollution des eaux arctiques*; *Décret de délégation de pouvoirs par le gouverneur en conseil*; *Décret sur les zones de contrôle de la sécurité de la navigation*; *Règlement sur les appareils de gouverne*⁸⁹.

La GCC mentionne que :

[...] le règlement sur la prévention de la pollution des eaux arctiques (RPPEAN) fournissent des mesures pour éviter les incidents de pollution par les navires et en particulier, le dépôt de déchets dans les eaux arctiques. Le règlement sur la prévention de la pollution des eaux arctiques (RPPEAN) aborde les aspects de construction et d'opérations de la navigation dans l'Arctique notamment, le besoin d'avoir à bord des officiers de navigation dans les glaces. Le RPPEA contient le système des zones et des dates, lequel divise l'Arctique en seize zones de contrôle de la sécurité de la navigation, où sont spécifiées les dates d'ouverture et de fermeture pour les navires qui ont des capacités différentes dans les glaces. Le système des régimes de glaces pour la navigation dans l'Arctique (SRGNA) a été adopté pour augmenter la flexibilité du système en utilisant les conditions de glace réelles pour déterminer si l'entrée dans un régime de glaces est autorisée⁹⁰.

La norme réglementaire sur le SRGNA a été établie par TC en tant qu'exigence au titre du *Règlement sur la sécurité de la navigation et la prévention de la pollution dans l'Arctique*. Le SRGNA « vise à réduire au minimum le risque de pollution dans les eaux arctiques découlant des dommages causés aux bâtiments par la glace, à mettre l'accent sur la responsabilité de l'armateur et du capitaine en matière de sécurité et à mettre en place un cadre souple en prévision du processus décisionnel⁹¹ ». TC a publié la norme TP 12259, qui définit les régimes de glaces comme « [une] zone dans laquelle règne une distribution relativement constante d'un même mélange de types de glaces, y compris l'eau libre⁹² ». Le régime de glaces tient compte de plusieurs facteurs importants liés à la glace : sa concentration, son épaisseur, son âge, son état de détérioration et sa rugosité.

1.15 Zone de services de trafic maritime du Nord canadien

Mis en œuvre en 1977, les services de trafic maritime du Nord canadien (NORDREG) suivent le trafic maritime dans les eaux canadiennes au nord du 60° de latitude Nord, ainsi

⁸⁹ Ministère de la Justice Canada, *Loi sur la prévention de la pollution des eaux arctiques* (L.R.C. (1985), ch. A-12), *Règlements pris en vertu de cette loi*, à l'adresse <https://laws-lois.justice.gc.ca/fra/lois/a-12/> (dernière consultation le 24 février 2021).

⁹⁰ Pêches et Océans Canada, *Garde côtière canadienne, Navigation dans les glaces en eaux Canadiennes*, dernière révision datée d'août 2012, à l'adresse <https://www.ccg-gcc.gc.ca/publications/icebreaking-deglacage/ice-navigation-glaces/page01-eng.html> (dernière consultation le 9 mars 2021).

⁹¹ Transports Canada, *Système des régimes de glaces pour la navigation dans l'Arctique (SRGNA)*, à l'adresse <https://tc.canada.ca/fr/transport-maritime/navigation-dans-arctique/systeme-regimes-glaces-navigation-dans-arctique-srgna> (dernière consultation le 24 février 2021).

⁹² Transports Canada, *Normes pour le système des régimes de glaces pour la navigation dans l'Arctique (SRGNA)*, TP 12259 (janvier 2018).

que dans la baie d'Ungava et dans la partie sud de la baie d'Hudson. Les NORDREG sont exploités par le personnel de la GCC des Services de communication et de trafic maritimes (SCTM) d'Iqaluit, ils sont offerts gratuitement aux propriétaires de navires, permettent d'échanger des renseignements sur l'état des glaces, donnent des conseils sur les routes permettant de contourner les glaces, fournissent le soutien des brise-glaces lorsque disponible et nécessaire, et facilitent les interventions des SAR. En 2010, un règlement⁹³ a été adopté en vertu de la *Loi de 2001 sur la marine marchande du Canada* pour obliger les navires naviguant dans la zone des NORDREG à déclarer leur emplacement et leurs routes aux NORDREG.

Pour se conformer au régime de déclaration obligatoire, les capitaines de navires qui naviguent dans la zone des NORDREG sont tenus de présenter 4 types de comptes rendus différents : un compte rendu de plan de route (SP), qui est exigé avant d'entrer dans la zone ou de quitter un poste d'amarrage à l'intérieur de la zone; un compte rendu de position (PR), qui est exigé à l'entrée dans la zone, puis tous les jours à 16 h; un compte rendu final (FR), exigé à l'arrivée ou au départ du poste d'amarrage et immédiatement avant la sortie de la zone; et un compte rendu de déviation (DR), qui est exigé chaque fois qu'un navire dévie de la route ou de la position précédemment soumise dans son SP⁹⁴.

Les NORDREG vérifient que les comptes rendus exigés par ce règlement sont soumis par les navires et qu'ils contiennent tous les renseignements nécessaires. Les NORDREG n'ont pas le pouvoir de donner l'ordre, de diriger ou d'indiquer à un navire d'aller à un emplacement donné dans la zone. De même, ils n'ont aucune autorité pour interdire à un navire de se rendre à un emplacement donné à l'intérieur de la zone. Si le personnel des NORDREG apprend qu'un navire enfreint le règlement qui s'y rapporte, la transgression est signalée à TC, qui peut édicter des mesures de conformité et d'application de la loi à l'encontre du navire.

À la suite de la réception d'un SP ou d'un DR d'un navire, les NORDREG le transmettent à TC, qui vérifie ensuite que la cote glace du navire est suffisante pour naviguer à travers les régimes de glaces que le navire devrait croiser sur sa route. Si le navire n'a pas été construit avec une cote glace suffisante pour traverser les régimes de glaces prévus, TC exige, par l'entremise des NORDREG, que le navire dépose une autre route, à l'aide d'un modèle officiel appelé « message de routage en régime de glaces », conformément au SRGNA. TC est alors responsable d'approuver ou de refuser le déroutement.

⁹³ Transports Canada, *Règlement sur la zone de services de trafic maritime du Nord canadien* (DORS/2010-127) (dernière modification le 1^{er} juillet 2010). Avant l'adoption de ce règlement, NORDREG était un système de déclaration volontaire. Depuis, la déclaration est devenue obligatoire pour tous les navires canadiens et étrangers d'une jauge brute de 300 tonneaux ou plus, pour les remorqueurs à configuration combinée (remorqués et remorqueurs) d'une jauge brute de 500 tonneaux ou plus et pour tous les navires transportant des matières polluantes ou des marchandises dangereuses.

⁹⁴ Transports Canada, *Règlement sur la zone de services de trafic maritime du Nord canadien* (DORS/2010-127), article 5(1) : Types de compte rendu.

TC a pour mandat d'évaluer les capacités de navigation dans les glaces d'un navire en fonction des conditions de glace existantes. Les NORDREG servent d'intermédiaire de communication entre le navire et TC pour l'échange de renseignements; les NORDREG ne disposent pas du mandat, de l'expertise ou de l'autorité réglementaire nécessaires pour évaluer la sécurité du passage prévu d'un navire en ce qui a trait aux dangers.

Le 23 août 2018, les NORDREG ont reçu un SP de l'*Akademik Ioffe*; ce compte rendu mentionnait un transit de Kugaaruk à la baie Cambridge et précisait une escale aux îles Hecla et Fury. Le 24 août, après que le chef d'expédition eut changé la destination du voyage des îles Hecla et Fury vers les îles Astronomical Society, le capitaine a préparé un DR et l'a envoyé aux NORDREG à 7 h 38. Le DR informait les NORDREG que le plan de voyage avait été modifié, et qu'il comportait 6 nouveaux points de cheminement et une route empruntant le passage entre la péninsule de Ross et les îles Pearson et Astronomical Society, pour entrer dans la baie Lord Mayor.

Les NORDREG ont relayé le DR à TC, qui a évalué la cote glace du navire pour déterminer s'il était apte à traverser le régime de glaces prévu et l'a jugé conforme; l'autorisation a été renvoyée aux NORDREG, qui ont répondu 23 minutes plus tard à l'*Akademik Ioffe* que [traduction] :

Transports Canada juge votre message de routage [...] conforme au Système des régimes de glaces pour la navigation dans l'Arctique du *Règlement sur la sécurité de la navigation et la prévention de la pollution dans l'Arctique* [...]. NORDREG Canada autorise *AKADEMIK IOFFE/UAUN* à quitter sa POSITION ACTUELLE et à entrer dans la zone des services de trafic maritime du Nord canadien vers les ÎLES ASTRONOMY SOCIETY [*sic*] [...] ⁹⁵.

Le message soulignait également que les navigateurs doivent naviguer en faisant preuve d'une extrême prudence autour et à l'intérieur des eaux envahies par les glaces, et une carte des glaces de la zone était jointe.

Au-delà de son évaluation du régime de glaces, à l'heure actuelle, TC n'évalue pas la faisabilité ou la sécurité du plan de voyage d'un navire.

Les statistiques de la GCC⁹⁶ permettent d'observer l'augmentation du trafic de croisières maritimes et de transport de passagers d'expédition dans la zone des NORDREG. Les nombres de la GCC indiquent une augmentation constante du nombre de navires à passagers et de voyages effectués dans la zone des NORDREG entre 2010 et 2019, avec une augmentation plus marquée à partir de la saison 2015. Le nombre total de navires à passagers (navires de croisière) exploités dans l'Arctique canadien est passé de 11 en 2010 à 15 en 2019, avec des navires de plus grande taille qui transportent un plus grand nombre de passagers. Le nombre de passagers à bord des navires à passagers, y compris l'équipage,

⁹⁵ Correspondance électronique entre les NORDREG (SCTM d'Iqaluit) et le navire à passagers *Akademik Ioffe* horodatée du 24 août 2018 à 8 h 03 min 40 s.

⁹⁶ Pêches et Océans Canada, Garde côtière canadienne, *Arctic Shipping Trends 2010-2019*, document Microsoft PowerPoint, dernière modification datée du 22 octobre 2020.

est resté stable de 2010 à 2014, puis il a plus que doublé de 2015 à 2019. Le nombre total de passagers sur ces navires de croisière a augmenté au cours de la dernière décennie, passant de 3424 passagers en 2010 à 8382 passagers en 2019.

Des tendances comparables sont relevées dans les statistiques de la GCC concernant d'autres types de navires et leurs voyages dans la zone des NORDREG de 2010 à 2019. Le nombre total de navires actifs dans l'Arctique est passé de 145 en 2010 à 191 en 2019. Le nombre total de transits complets dans le passage du Nord-Ouest est passé de 19 en 2010 à 27 en 2019, avec un maximum de 34 transits complets en 2017, et un minimum de 5 en 2018⁹⁷.

1.16 Cartographie dans l'Arctique canadien

1.16.1 Rôle et mandat du Service hydrographique du Canada

Selon la *Loi sur les océans*⁹⁸, le ministre des Pêches, des Océans et de la Garde côtière canadienne est responsable des politiques et des programmes du gouvernement du Canada concernant les océans. Entre autres responsabilités, le ministre fournit des services hydrographiques pour favoriser la sécurité de la navigation maritime et faciliter les affaires et le commerce maritimes. Par l'entremise du Service hydrographique du Canada (SHC), le ministre peut réclamer la réalisation de levés hydrographiques et océanographiques des eaux canadiennes et d'autres eaux, ainsi que la préparation et la publication de données, de rapports, de statistiques, de cartes, de plans et d'autres documents.

Selon le règlement⁹⁹ édicté en vertu de la *Loi de 2001 sur la marine marchande du Canada* et de la *Loi sur la prévention de la pollution des eaux arctiques*, les navires doivent transporter à leur bord des cartes à jour et d'autres publications nautiques — réalisées par le SHC ou en vertu de son autorité — nécessaires au voyage prévu du navire.

Le SHC est également chargé de veiller à ce que le Canada s'acquitte de certaines obligations internationales. La Convention SOLAS exige que les États contractants comme le Canada prennent des dispositions pour la prestation de services hydrographiques adéquats qui répondent aux besoins de la navigation sécuritaire et fournissent des cartes et des publications adéquates et à jour pour tous les navires. Le SHC représente également le Canada auprès de l'Organisation hydrographique internationale (OHI), une organisation internationale consultative qui promeut l'uniformité et la fiabilité des cartes, coordonne les activités des bureaux hydrographiques nationaux et éclaire les normes internationales en

⁹⁷ Ibid.

⁹⁸ Gouvernement du Canada, *Loi sur les océans* (L.C. 1996, ch. 31, dernière modification datée du 27 mai 2019), partie III : Attributions du ministre, articles 40 et 42.

⁹⁹ Transports Canada, *Règlement sur les cartes marines et les publications nautiques (1995)* (DORS/95-149) (dernière modification datée du 1^{er} juillet 2007), article 4 : Cartes, documents et publications à bord.

matière de cartographie et d'autres questions hydrographiques¹⁰⁰. Le SHC est également chargé de produire des cartes ou de faire connaître les coordonnées des frontières maritimes du Canada, conformément à la Convention des Nations Unies sur le droit de la mer (CNUDM). Enfin, le SHC travaille avec l'OMI à l'établissement d'exigences relatives à la présence de l'ECDIS à bord.

Le SHC offre ses services en effectuant des levés hydrographiques ciblés, qui fournissent des données pour cartographier le fond marin, et en communiquant ces renseignements aux navigateurs au moyen de cartes de navigation papier et électroniques. Ces produits faisant autorité sont tenus et mis à jour régulièrement par l'entremise de NOTMAR. Le SHC exploite également un réseau de marégraphes, qui fournissent des mesures en temps réel du niveau de la mer ou des lacs, afin de créer les tables des marées.

1.16.2 Qualité des données et normes de levé

Le SHC ne dispose pas de navires consacrés à la réalisation des levés dans l'Arctique canadien et il utilise principalement les navires de la GCC et d'autres navires de passage¹⁰¹ pour faire les sondages. Par conséquent, le SHC recueille des données aux endroits où la GCC réalise déjà des activités, par exemple pendant que des brise-glaces de la GCC sont en attente afin d'escorter des navires dans les glaces. Le SHC collabore aussi avec d'autres ministères fédéraux, des gouvernements territoriaux et des organismes universitaires pour recueillir des données, notamment avec la Marine royale canadienne, Ressources naturelles Canada, Parcs Canada et ArcticNet¹⁰². Le SHC réalise des levés dans l'Arctique canadien essentiellement lorsque des occasions se présentent; il éprouve fréquemment des difficultés pour s'attaquer aux secteurs les plus à risque en premier¹⁰³.

Le caractère éloigné, les conditions météorologiques rigoureuses, les couvertures saisonnières et permanentes de glace de mer et le trafic maritime historiquement faible dans les eaux arctiques canadiennes sont des facteurs qui influent sur la qualité des données hydrographiques recueillies, dont certaines datent de plusieurs décennies. En 2014, à peine 1 % des eaux de l'Arctique canadien avaient été sondées en respectant les

¹⁰⁰ Organisation hydrographique internationale, à l'adresse https://www.iho.int/srv1/index.php?option=com_content&view=article&id=298&Itemid=297&lang=en (dernière consultation le 5 juillet 2019).

¹⁰¹ Les navires de passage comprennent les navires scientifiques étrangers, les navires de la GCC et du ministère de la Défense nationale, ainsi que les ressources du ministère des Ressources naturelles du Canada.

¹⁰² ArcticNet est un réseau scientifique canadien qui étudie les répercussions des changements climatiques dans l'Arctique côtier canadien. Le réseau est hébergé à l'Université Laval à Québec (Québec), à l'adresse <https://arcticnet.ulaval.ca/fr/vision-and-mission/propos> (dernière consultation le 26 février 2021).

¹⁰³ Pêches et Océans Canada, *Cartographie de l'Arctique*, à l'adresse <http://www.charts.gc.ca/arctic-arctique/index-fra.html> (dernière consultation le 26 février 2021).

normes modernes¹⁰⁴. En date d'avril 2019, 14 % des eaux arctiques du Canada avaient été sondées selon des normes modernes ou adéquates.

Les *Instructions nautiques ARC 400* du SHC indiquent aux navigateurs que « [d]ans certaines régions, le sondage ponctuel effectué au travers de la glace ou des sondages de reconnaissance en route constituent les seules données de levés disponibles¹⁰⁵ ».

Les sondages ponctuels à travers la glace, ou bathymétries à travers la glace, sont des mesures de profondeur unique prises à des intervalles de 2000 m. Les mesures de profondeur sont effectuées à travers la glace avec un échosondeur à faisceau unique en mode surface maillée : un transducteur est physiquement placé sur la glace et une seule mesure de profondeur et de position est enregistrée. L'hydrographe est transporté par hélicoptère d'un site maillé à l'autre. La forme du fond marin entre les sites d'enregistrement est inconnue et on ne peut que la déduire.

Les sondages dans le sillage du navire de reconnaissance sont une autre technique utilisée pour enregistrer les mesures de profondeur, lorsqu'un navire de passage enregistre les profondeurs de l'eau et les positions du navire le long de sa route ou de son sillage (la technique peut être numérique ou analogique). Habituellement, le sillage découle d'un passage unique sans ligne de recoupement ou de réciprocité et, dans ce cas, le degré d'exactitude est incertain et aucune information n'est recueillie sur les profondeurs de chaque côté du sillage du navire.

Les *Instructions nautiques ARC 402* du SHC donnent les avertissements suivants concernant la zone de l'événement à l'étude :

- Les profondeurs dans le bras Prince Regent et le golfe de Boothia proviennent de levés de reconnaissance et de sondes obtenues lors du passage des navires. La majeure partie de cette région n'a pas fait l'objet de levés hydrographiques par rapport aux normes modernes. On a effectué en 1984 un sondage épars, à travers la glace, avec un espacement de quelque 1 mille, et quelques profondeurs additionnelles près de la rive ont été obtenues. Les profondeurs indiquées sur les cartes couvrant le détroit de Bellot et ses approches proviennent de levés de vérification et de levés non vérifiés effectués entre 1957 et 1959. La baie Committee a fait l'objet de levés hydrographiques entre 1984 et 1992; ces derniers étaient des levés de reconnaissance dont l'espacement des sondes était de 2 km.

¹⁰⁴ 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, sous-chapitre 3.17* : Levés hydrographiques.

¹⁰⁵ Pêches et Océans Canada, Service hydrographique du Canada, *Instructions nautiques, ARC 400F* : Renseignements généraux, Nord canadien, 2009 (Corrigé jusqu'à l'Édition mensuelle n° 02/2013), chapitre 1 : Renseignements sur la navigation, par. n° 107.

- Le compas magnétique est inutilisable dans le bras Prince Regent et le golfe de Boothia, et est instable dans la baie Committee¹⁰⁶.

De plus, les *Instructions de navigation ARC 402* décrivent les îles Astronomical Society comme étant :

[...] rocheuses, arrondies, dénudées et de la même hauteur; leurs côtés Ouest, plus élevés, atteignent plus de 213 m d'altitude. [...] D'après des photographies aériennes, il semblerait que l'eau soit profonde à courte distance des rives de Astronomical Society Islands et dans les chenaux qui les séparent¹⁰⁷.

La zone d'échouement de l'*Akademik Ioffe* est une zone très éloignée de l'Arctique canadien, normalement recouverte de glace pendant une majeure partie de l'année, et dont la saison de navigation est courte; d'après les navigateurs, les aides à la navigation et les références pour cette région (sauf pour les principaux corridors maritimes) ne sont pas suffisamment fiables. Il est demandé aux navigateurs d'utiliser continuellement un échosondeur dans ces eaux et d'utiliser la carte à la plus grande échelle disponible^{108,109}.

La carte de navigation 7502 du SHC, qui était utilisée à bord de l'*Akademik Ioffe* (en formats papier et électronique) au moment de l'événement, comprend une note à l'intention des navigateurs soulignant que les renseignements utilisés pour établir les profondeurs d'eau étaient recueillis sous forme de reconnaissance et qu'ils ont été recueillis à partir de sondages ponctuels du SHC entre 1984 et 1992, à intervalles de 2000 m, ainsi qu'à partir de levés dans le sillage du navire effectués par d'autres organismes. Une autre note ajoutée à cette carte apporte des précisions sur les 2 types de données de reconnaissance mentionnés ci-dessus utilisés pour la représentation du fond marin¹¹⁰.

À la suite de l'événement, le SHC a émis, par l'entremise de l'avertissement de navigation A111/18 de la GCC, un avertissement indiquant l'emplacement et la profondeur du haut-fond rocheux sur lequel s'est échoué l'*Akademik Ioffe*. Le 12 octobre 2018, la GCC a publié un NOTMAR officiel corrigeant la carte de navigation 7502; ce NOTMAR annulait l'avertissement de navigation A111/18.

En octobre 2018, le SHC a publié une étude dans le cadre d'un projet de bathymétrie par satellite qui utilise des modèles empiriques, photogrammétriques et de classification.

¹⁰⁶ Pêches et Océans Canada, Service hydrographique du Canada, *Instructions nautiques, ARC 402F : Arctique de l'Est*, 2014 (Corrigé jusqu'à l'Édition mensuelle n° 11/2018).

¹⁰⁷ Ibid.

¹⁰⁸ Pêches et Océans Canada, Service hydrographique du Canada, *Instructions nautiques, ARC 400F : Renseignements généraux, Nord canadien*, 2009 (Corrigé jusqu'à l'Édition mensuelle n° 02/2013).

¹⁰⁹ Transports Canada, *Lignes directrices concernant l'exploitation des navires à passagers dans les eaux arctiques canadiennes* – TP 13670 F, chapitre 3 : *Rôles et responsabilités du gouvernement fédéral en matière de réglementation*, section 3.4 : *Service hydrographique du Canada*, première édition, novembre 2017.

¹¹⁰ Pêches et Océans Canada, Service hydrographique du Canada, carte n° 7502, *Northwest Territories - Gulf of Boothia and/et Committee Bay*, édition du 31 juillet 1998.

L'Agence spatiale canadienne a financé ce projet, dont l'objectif était d'étudier le potentiel de la télédétection et d'améliorer le processus de production de cartes du SHC. Cette bathymétrie par satellite devait permettre au SHC de localiser de nouveaux hauts-fonds et rochers, et d'extraire des isobathes. Cette méthode de production de cartes est encore à un stade de mise au point¹¹¹.

1.16.3 Rapport de la commissaire à l'environnement et au développement durable, Bureau du vérificateur général du Canada, Automne 2014

En 2014, le Bureau du vérificateur général du Canada a publié un rapport élaboré par sa commissaire à l'environnement et au développement durable. Le 3^e chapitre du rapport traitait de la navigation maritime dans l'Arctique canadien. La commissaire y indiquait que malgré le fait qu'il ne soit pas raisonnable de s'attendre à ce que toute la région arctique fasse l'objet de levés réalisés en fonction de normes modernes, il est tout de même attendu que l'on dispose de renseignements fiables pour les secteurs de l'Arctique posant un risque élevé où le trafic maritime est le plus intense, notamment les secteurs d'approche des collectivités du Nord.

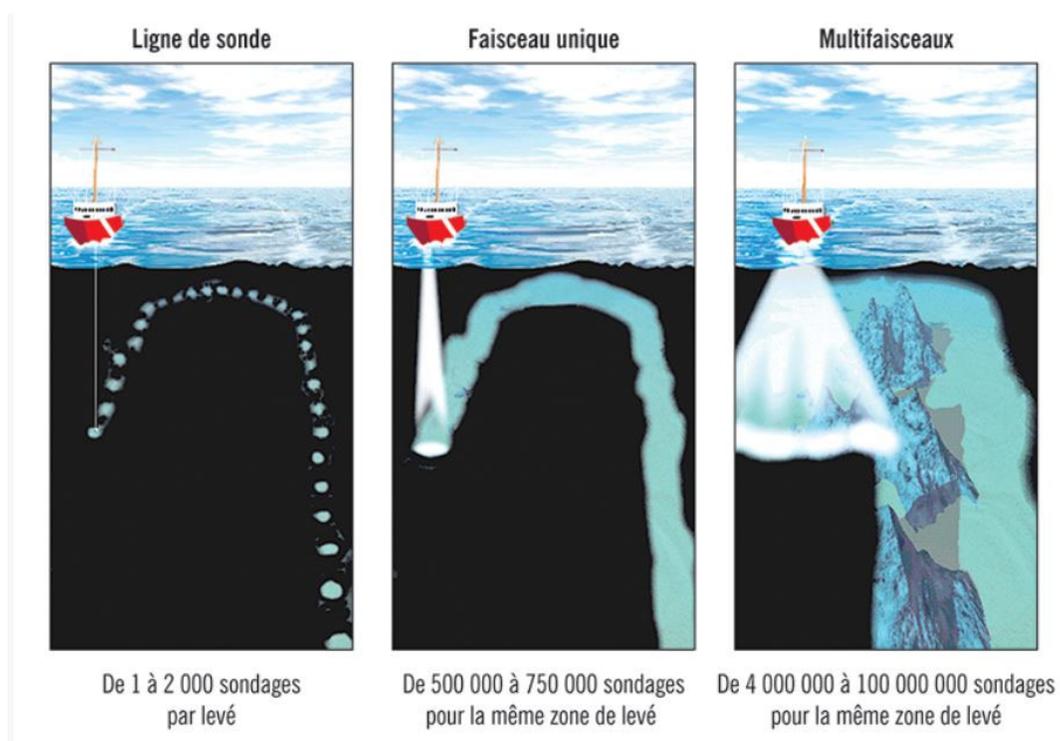
Le rapport décrivait les facteurs qui influent sur la qualité de la collecte des données hydrographiques :

La qualité et l'exactitude des cartes marines sont fonction des données qui sont utilisées pour les élaborer. Les cartes modernes sont compilées à partir de levés hydrographiques réalisés à bord de navires dotés de la technologie sonar, qui permet de mesurer la profondeur de l'eau, alors que les systèmes de navigation par satellite, comme le système mondial de localisation (système GPS), établissent la position géographique précise des éléments détectés par le navire effectuant le levé. Les données recueillies au moyen de technologies postérieures à 1970, notamment le sonar à faisceau unique, sont dites obtenues en fonction de normes adéquates. Quant aux données recueillies au moyen de la technologie sonar multifaisceaux, devenue disponible sur le marché dans les années 1990, on les dit obtenues en fonction de normes modernes [figure 12]¹¹².

¹¹¹ R. Chénier, M-A. Faucher, R. Ahola, Y. Shelat et M. Sagram, « Bathymetric Photogrammetry to Update CHS Charts: Comparing Conventional 3D Manual and Automatic Approaches », dans *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 7(10), 2 octobre 2018, p. 395.

¹¹² Bureau du vérificateur général du Canada, *Rapport de la commissaire à l'environnement et au développement durable, chapitre 3, Automne 2014*, La navigation maritime dans l'Arctique canadien, pièce 3.3 : Les méthodes de levé hydrographique ont évolué.

Figure 12. Évolution technologique de la cartographie du fond marin dans l'Arctique (Source : Bureau du vérificateur général du Canada, adapté du Service hydrographique du Canada)



Le 3^e chapitre indiquait que le SHC a effectué une évaluation des cartes de navigation papier couvrant l'Arctique canadien. Cette évaluation reposait sur des facteurs tels que l'âge de la carte (10 % des cartes de l'Arctique datent de 1970 ou sont antérieures à 1970), le système de référence utilisé pour établir les positions correspondant aux données et la disponibilité de renseignements plus récents qui n'avaient pas été inclus dans les cartes. Cette évaluation a révélé que moins de 25 % des cartes papier de l'Arctique canadien sont considérées comme « bonnes »¹¹³.

Le rapport soulignait également que :

[...] les données hydrographiques pour de grands secteurs des eaux arctiques canadiennes, y compris un grand nombre des principaux couloirs de navigation maritime, sont soit inexistantes, soit inadéquates. Le SHC estime qu'environ 1 % des eaux arctiques canadiennes a fait l'objet de levés en fonction de normes modernes [figure 13]¹¹⁴.

Et que :

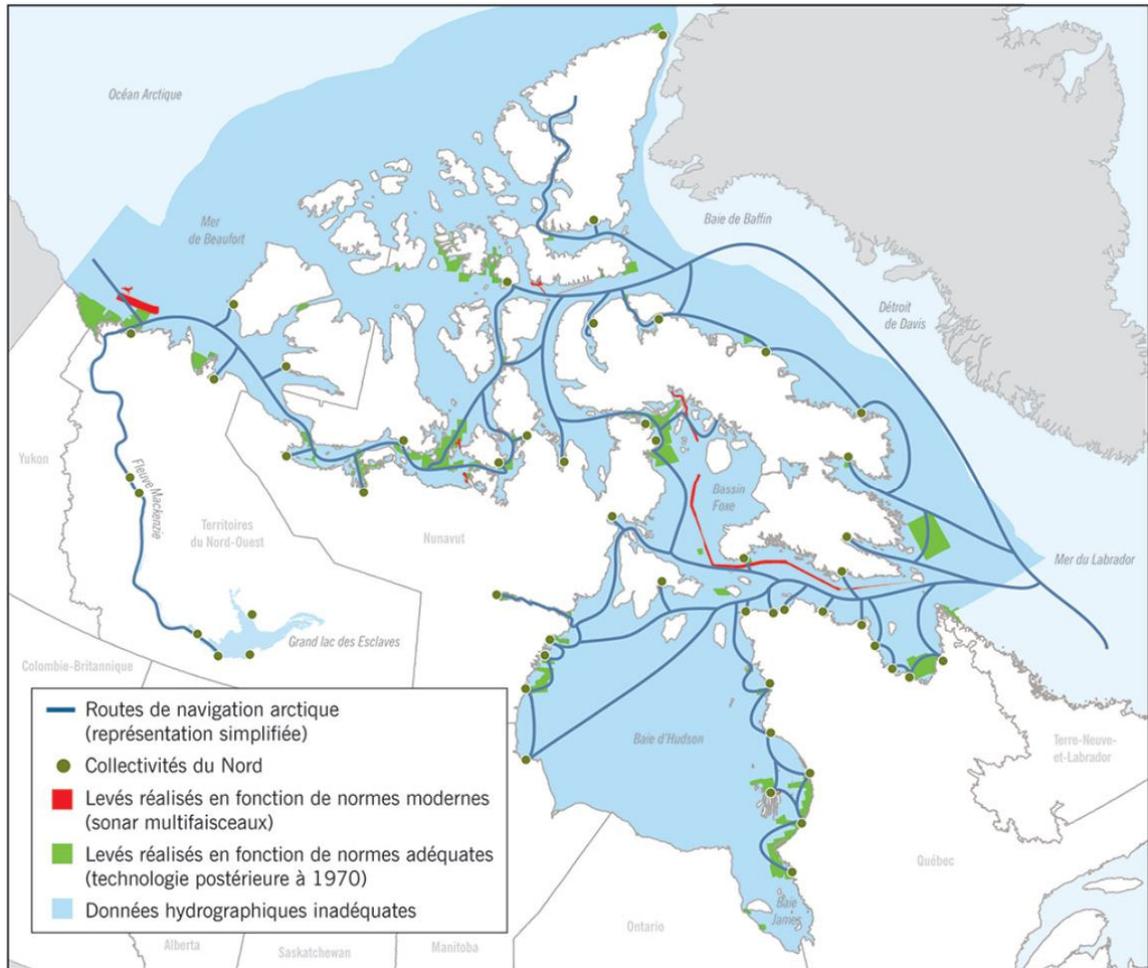
Les cartes basées sur des données recueillies dans le cadre de levés hydrographiques qui ne répondent pas à des normes adéquates ou modernes présentent généralement une forte probabilité d'inexactitude en raison des risques non détectés, ainsi que d'incertitude quant aux positions correspondant aux données¹¹⁵.

¹¹³ Ibid., section 3.18 : Cartes marines.

¹¹⁴ Ibid., La navigation maritime dans l'Arctique canadien, section 3.17 : Levés hydrographiques.

¹¹⁵ Ibid. La navigation maritime dans l'Arctique canadien, section 3.18 : Cartes marines.

Figure 13. Routes de navigation dans l'Arctique canadien et normes de sondage connexes (Source : Bureau du vérificateur général du Canada, adapté de Pêches et Océans Canada)



Par ailleurs, le 3^e chapitre du rapport de la commissaire indiquait que :

Alors que les besoins en matière de cartographie dans l'Arctique augmentent, les ressources dont dispose le SHC pour y effectuer des travaux hydrographiques ont récemment diminué. Il s'agit là d'un obstacle de plus, qui vient s'ajouter au manque de navires affectés à la réalisation des levés, à la superficie et à l'éloignement des eaux arctiques ainsi qu'à la brièveté de la saison pendant laquelle les travaux peuvent être réalisés¹¹⁶.

La commissaire recommandait dans son rapport que le SHC établisse les zones de la région arctique qui devraient faire l'objet de levés hydrographiques et être cartographiées, et les classe par ordre de priorité. Le rapport recommandait également que le SHC élabore un plan de mise en œuvre à long terme qui comprendrait des estimations des coûts, des échéanciers et des options qui pourraient comporter la collaboration avec des partenaires,

¹¹⁶ Ibid., La navigation maritime dans l'Arctique canadien, section 3.22 : La capacité d'effectuer des levés hydrographiques et de cartographier les eaux arctiques est limitée. Les travaux d'audit réalisés dans le cadre de ce chapitre ont pris fin le 18 juillet 2014.

d'autres modes de prestation des services et l'utilisation de technologies modernes. Le SHC a accepté les 2 recommandations¹¹⁷.

1.16.4 Percées présentes et futures en matière de cartographie de l'Arctique canadien

Avant 2016, les stratégies de cartographie et d'acquisition de données du SHC dans l'Arctique canadien ciblaient les ressources hydrographiques principalement aux emplacements habituels de transit des navires, ou « couloirs de navigation à faible impact ». Cependant, l'événement à l'étude s'est produit à l'extérieur de l'un de ces couloirs. Depuis 2016, le SHC a reçu des fonds supplémentaires pour s'acquitter de son mandat. Ce financement permet au SHC de prévoir des périodes pendant lesquelles les navires de la GCC sont affectés aux sondages hydrographiques dans l'Arctique canadien et de passer des contrats avec des fournisseurs commerciaux de sondage hydrographique pour travailler dans des endroits hautement prioritaires. Le SHC a indiqué qu'en juin 2019, la couverture des couloirs de navigation à faible impact répondant aux normes de sondage hydrographique adéquates ou modernes était d'environ 31 %.

De plus, le SHC prévoit de cartographier les eaux de l'Arctique canadien en fonction des normes hydrographiques modernes à l'aide d'un programme fédéral qui finance l'installation progressive de sonars hydrographiques modernes, ou échosondeurs multifaisceaux, embarqués à bord des brise-glaces de la GCC. Ce programme vise à recueillir des données hydrographiques modernes au moyen des navires de la GCC qui transitent dans l'Arctique canadien à d'autres fins (recherche scientifique, transport maritime de fournitures vers des collectivités éloignées, escorte de navires marchands dans les eaux envahies par la glace et en position d'attente SAR), augmentant ainsi progressivement la quantité de données disponibles au SHC à chaque passage de ces navires.

Au moment de l'événement, 4 brise-glaces de la GCC étaient munis d'échosondeurs multifaisceaux et 2 autres navires devaient être munis de tels appareils au plus tard en 2020. Le SHC souligne l'importance de cette technologie dans sa stratégie en faisant remarquer que plus de 50 % de toutes les données hydrographiques modernes recueillies pour les eaux arctiques canadiennes sont le résultat direct de données opportunes d'échosondeurs multifaisceaux recueillies par le navire de la GCC *Amundsen* seulement, puisque le navire a été muni de cette technologie de collecte de données hydrographiques en 2003.

L'utilisation d'outils de télédétection, comme l'imagerie satellite pour les observations hydrographiques directes, est une technologie en voie de développement qui n'est pas entièrement intégrée aux opérations standard du SHC. Au cours des 3 dernières années, le SHC a participé à des discussions avec l'OHI et des organisations hydrographiques d'autres États au sujet de la mise en œuvre d'outils de télédétection dans le domaine de l'hydrographie. En 2018, le SHC a publié sa première carte utilisant les données satellite

¹¹⁷ Ibid., La navigation maritime dans l'Arctique canadien, section 3.23 : Recommandation.

comme données sources et a transmis son expérience de l'imagerie satellite à ses partenaires de l'OHI au cours du Conseil de l'OHI d'octobre 2018. L'OHI continue d'évaluer la technologie au fur et à mesure qu'elle se développe et de fournir des conseils et de l'orientation à ses États membres, y compris le Canada.

Le SHC a l'intention d'intégrer la télédétection et la bathymétrie par satellite, entre autres technologies, à sa stratégie visant à atteindre une hydrographie moderne normalisée pour les eaux arctiques canadiennes. Les organisations hydrographiques d'autres États ont utilisé avec succès les techniques de télédétection et de bathymétrie par satellite pour des profondeurs allant jusqu'à 20 m, bien que l'efficacité de ces technologies puisse être réduite par de mauvaises conditions météorologiques, la turbidité de l'eau, l'érosion et la sédimentation.

Le SHC met en garde que même si l'imagerie satellite permet de cerner de manière positive l'emplacement des dangers possibles pour la navigation, cela ne signifie et ne garantit pas que les dangers n'existent pas s'ils n'ont pas été cernés. Par exemple, le SHC souligne que ce manque de fiabilité est particulièrement pertinent dans le contexte de l'événement à l'étude. Les 4 navires en cause dans l'événement¹¹⁸ ont reçu des renseignements provenant d'imagerie satellite (annexe B), mais les 4 navires sont de faible puissance avec des tirants d'eau opérationnels allant de 5 à 7 m. La turbidité de l'eau de mer, la présence de glaces et des conditions météorologiques défavorables peuvent empêcher l'imagerie satellite de détecter un haut-fond qui pourrait présenter un danger pour la navigation des navires de plus grande taille dont les tirants d'eau sont plus profonds.

Depuis 2014, le SHC a publié 42 nouvelles cartes de navigation électroniques (CNE) et a produit 70 nouvelles éditions de CNE pour les eaux arctiques canadiennes. À l'heure actuelle, le SHC ne dispose pas d'échéancier pour recueillir des données hydrographiques conformes aux normes internationales modernes pour l'ensemble des eaux arctiques canadiennes.

1.17 Veille de navigation

En 2001, l'International Council of Cruise Lines (ICCL)¹¹⁹ a mené une étude sur les facteurs de sécurité critiques à bord des grands navires à passagers¹²⁰. Cette étude indiquait que les renseignements sur la profondeur de l'eau et les aides à la navigation faisaient partie des nombreux facteurs associés à l'échouement d'un navire employant sa force motrice.

¹¹⁸ Les navires de la GCC *Pierre Radisson* et *Amundsen*, et les navires à passagers *Akademik Ioffe* et *Akademik Sergey Vavilov*.

¹¹⁹ En 2006, le International Council of Cruise Lines (ICCL) a fusionné avec la Cruise Lines International Association (CLIA). La nouvelle organisation se nomme Cruise Lines International Association (CLIA).

¹²⁰ R. Vlaun, G. Kirkbridge, et J. Pfister, *Large Passenger Vessel Safety Study: Report on the Analysis of Safety Influences*. Préparé pour l'ICCL, février 2001.

L'étude soulignait que [traduction] :

[...] les distractions inutiles de l'OQ [...] est un problème potentiel. Environ 40 % de tous les accidents graves mettant en cause des navires de croisière ont été liés à la navigation [...] et dans [une...] évaluation formelle de la sécurité sur la navigation des navires de croisière, réalisée en Norvège en [2002 et 2003], tous les experts ont classé les distractions de l'OQ comme le défi le plus grave [...] ¹²¹.

De plus, le Code STCW stipule que :

[L]es tâches assignées à l'homme de veille et au timonier sont distinctes et l'on ne doit pas considérer le timonier comme préposé à la veille lorsqu'il est à la barre [...]. De jour, l'officier chargé du quart à la passerelle peut assurer seul la veille à condition que, dans chaque cas[,] la situation ait été attentivement évaluée et qu'il ait été établi sans doute possible que la veille peut être maintenue en toute sécurité [et] il ait été tenu pleinement compte de tous les facteurs pertinents, notamment les suivants, sans que cette liste soit limitative : les conditions météorologiques[,] la visibilité[,] la densité du trafic[,] la proximité de dangers pour la navigation [et] l'attention nécessaire pour naviguer à l'intérieur ou à proximité de dispositifs de séparation du trafic [...] ¹²².

Au moment de l'événement, l'OQ était la seule personne qui surveillait activement la navigation du *Akademik Ioffe* dans le passage. L'OQ a également agi à titre de vigie pendant que le timonier était à la barre; bien que l'attention de l'OQ était également portée sur les instruments de navigation, elle n'était pas portée sur l'un ou l'autre des 2 échosondeurs jusqu'à 35 secondes précédant l'échouement.

1.17.1 Gestion des ressources à la passerelle

Depuis le début des années 1990, le concept de gestion des ressources à la passerelle (GRP) est au cœur de l'approche axée sur l'équipe en ce qui concerne la tenue d'activités maritimes efficaces dans le cadre d'opérations normales et d'urgence à bord de navires. 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 communication efficace, le travail d'équipe, la résolution de problèmes, la prise de décisions et la conscience situationnelle efficaces sont au cœur du concept de GRP ¹²³.

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.

¹²¹ Ibid.

¹²² Organisation maritime internationale, *Code de la Convention internationale sur les normes de formation des gens de mer, de délivrance des brevets et de veille (STCW)*, partie A, chapitre VIII, section A-VIII/2 : Organisation de la veille et principes à observer, partie 4 : Tenue du quart en mer, sous-section 16.

¹²³ M. R. Endsley, « Toward a theory of situation awareness in dynamic systems », dans *Human Factors Journal*, 37(1) (mars 1995), p. 32 à 64.

Il est également du devoir des membres de l'équipe à la passerelle de travailler en équipe afin de prévenir toute défaillance ponctuelle pouvant se produire lorsqu'une seule 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 déceler les erreurs du matériel ou les erreurs humaines.

En général, la formation en GRP comprend la sensibilisation culturelle, les exposés et les comptes rendus, les défis et les interventions, la charge de travail et le stress liés à l'exercice de l'autorité, les facteurs humains, la prise de décisions et la gestion des crises. Du point de vue du rendement humain, l'aspect essentiel de la GRP repose sur le travail d'équipe et la communication efficace entre les membres de l'équipe à la passerelle afin d'établir une conscience situationnelle commune et partagée. Pour être efficace, une équipe à la passerelle doit échanger des renseignements¹²⁴. En outre, le rendement de l'équipe se caractérise par la surveillance mutuelle du rendement de chacun des membres de l'équipe et par la rétroaction des membres de l'équipe¹²⁵.

Le SGS utilisé à bord de l'*Akademik Ioffe* comprenait des dispositions pour une GRP efficace pendant les veilles de navigation courantes, et pour augmenter le nombre de membres du personnel de quart de navigation dans certaines circonstances opérationnelles, comme la navigation du navire dans les passages. Avant l'événement, et une fois que le timonier avait été réaffecté du poste de vigie à celui de gouverne manuelle du navire, aucun membre d'équipage additionnel n'a été demandé ou affecté pour appuyer l'OQ quant aux tâches de navigation du navire. Par conséquent, l'OQ était le seul navigateur, agissant simultanément comme vigie et surveillant l'ensemble des instruments à la passerelle.

1.17.1.1 **Communication, travail d'équipe et prise de décisions**

Les procédures prévoient des interactions ouvertes au sein de l'équipage afin que les membres d'équipage puissent transférer efficacement les informations et interpréter le flux de travail dans des situations anormales et présentant un degré de stress élevé. Les officiers de quart à la passerelle et l'équipage doivent effectuer des vérifications croisées et se questionner mutuellement, en utilisant un langage compris par tous les membres. Les discussions entre les membres d'équipage sont essentielles à l'apprentissage et au perfectionnement de la GRP.

La communication comme moyen de résoudre efficacement les problèmes établit une compréhension commune de la situation, de la nature du problème, de la source du

¹²⁴ M. R. Adams, *Shipboard Bridge Resource Management* (Nor'easter Press : septembre 2006), chapitre 9 : Teamwork.

¹²⁵ McIntyre et Salas (1995), cités dans M. T. Brannick, E. Salas, C. W. Prince, *Team Performance Assessment and Measurement : Theory, Methods, and Applications*, Lawrence Erlbaum Associates Inc., tous droits réservés 1997, p. 283.

problème, de la signification des indices disponibles, de ce qui risque de se produire à l'avenir (avec ou sans mesures prises par les membres de l'équipe), de l'objectif ou du résultat souhaité, et de la stratégie permettant d'apporter une solution (ce qui sera fait, par qui, quand et pourquoi)¹²⁶.

L'approche d'équipe permet à tous les membres d'équipage de travailler à la résolution des problèmes. Les équipes résilientes sont vigilantes, anticipent les situations dangereuses et peuvent reconnaître la manifestation d'une chaîne d'erreurs¹²⁷. Idéalement, les communications au sein de l'équipe devraient correspondre à la culture à bord du navire, où la hiérarchie de la direction permet l'établissement de canaux de communication ouverts correspondant à l'expertise du personnel¹²⁸.

1.17.1.2 Conscience situationnelle

Pour naviguer efficacement dans des zones restreintes, comme des passages, une GRP efficace est nécessaire pour permettre aux décideurs d'acquérir une conscience situationnelle des obstacles tels que les hauts-fonds afin de les éviter. Le maintien de la conscience situationnelle passe par 3 étapes : la perception des éléments dans l'environnement, la compréhension de leur signification et la projection de leur état. Pour acquérir une bonne conscience situationnelle, un officier de quart à la passerelle doit percevoir les caractéristiques environnementales, comprendre ce que ces caractéristiques signifient à la lumière de variables comme l'emplacement du navire, la manœuvre et la direction du vent, et prévoir (projeter) ce que cette information signifie pour la navigation du navire. Durant la navigation, des erreurs peuvent se produire, et des biais se manifester, qui nuisent à la conscience situationnelle ainsi qu'aux décisions et actions subséquentes¹²⁹.

1.17.2 Interfaces de navigation électroniques

L'objectif de l'ECDIS à bord des navires est de réduire la charge de travail des navigateurs grâce à la planification automatique des routes, à la surveillance, au calcul du temps prévu avant l'arrivée et à la mise à jour des CNE. En outre, l'utilisation de l'ECDIS élimine la nécessité de maintenir manuellement à jour les cartes de navigation papier.

Le rendement humain dans l'exécution d'une tâche de navigation est axé sur la surveillance d'un modèle mental en évolution, qui est continuellement mis à jour avec des indices recueillis le long de la route (c'est-à-dire les balises de navigation, la comparaison du sillage du navire par rapport au parcours cartographié et les performances du navire). La boucle de rétroaction qui en découle, établie entre les indices et les détails de la carte elle-même, crée et maintient la conscience de l'utilisateur de la position du navire dans l'espace et le temps.

¹²⁶ Ibid.

¹²⁷ Ibid.

¹²⁸ Ibid.

¹²⁹ Ibid.

Les erreurs de navigation (c'est-à-dire les données essentielles manquantes dans des situations de charge de travail faible ou élevée) peuvent être atténuées au moyen d'un exposé opérationnel portant sur les dangers perçus que le navire et l'équipage peuvent rencontrer avant de traverser une zone donnée. Avant l'événement, le capitaine n'a pas informé l'équipage du plan de voyage révisé et de la proximité du navire avec les dangers des hauts-fonds.

Dans plusieurs modes de transport, la présentation, l'affichage et la manipulation des données de navigation ont des incidences sur l'attention de l'utilisateur et sur le traitement de l'information dans le cadre de tâches de navigation normales. Dans une étude réalisée en 2014, environ 5000 rapports de sécurité citant des cartes électroniques ont été analysés par la Federal Aviation Administration (FAA) des États-Unis¹³⁰. L'analyse de la FAA a donné lieu à 276 rapports d'événements uniques qui ont permis de révéler des éléments d'affichage des renseignements et d'établir un lien entre les cartes électroniques agrandies et les erreurs associées au rendement humain. L'analyse de la FAA a permis de cerner les enjeux suivants :

- Le défilement et l'agrandissement des cartes électroniques ont conduit à l'omission d'information en raison de renseignements essentiels qui ne s'affichaient pas à l'écran, ou en raison de renseignements affichés de manière incorrecte, et de difficultés de lecture à certains niveaux de zoom (par exemple, la police du texte était trop petite).
- Incohérence de la présentation des données sur les cartes papier : lorsque les renseignements contenus dans les versions électronique et papier sont les mêmes, mais que le positionnement de ces renseignements est différent et va à l'encontre des attentes de l'utilisateur.
- Informations erronées : lorsque les renseignements affichés sont incomplets, erronés ou ne contiennent pas les mêmes renseignements que les versions papier.

À bord de l'*Akademik Ioffe*, les dispositions certifiées en matière de cartographie principale et de cartographie de secours étaient constituées de 2 ECDIS approuvés par la classe du navire¹³¹, et l'équipe à la passerelle avait agrandi la CNE à une échelle de 1:250. Cette échelle montrait une vue trop agrandie du passage entre la péninsule de Ross et les îles Astronomical Society, comparativement à la même carte en format papier, dont l'échelle est de 1:500000. L'échelle 1:250 avait donné l'impression aux membres de l'équipe à la

¹³⁰ Département des Transports des États-Unis, Federal Aviation Administration, *An Examination of Safety Reports Involving Electronic Flight Bags and Portable Electronic Devices*, juin 2014. L'étude a porté sur 8 organismes internationaux de la sécurité des transports, et un total de 335 préoccupations en matière de facteurs humains ont été relevées. La plupart des préoccupations concernaient l'utilisation de cartes électroniques, en particulier le défilement et l'agrandissement.

¹³¹ Les 2 ECDIS étaient conformes aux règlements V/19 et V/27 de la Convention SOLAS de l'OMI; ils affichaient des renseignements sélectionnés de la CNE, et leur utilisation en tant que solution de rechange aux cartes papier était approuvée.

passerelle que le passage était plus large dans la zone, avec une distance supérieure au 1,5 NM réel entre les rivages opposés.

Les 2 échosondeurs à bord de l'*Akademik Ioffe* étaient homologués par l'OMI et pouvaient être configurés pour activer les alarmes visuelles et sonores à toute profondeur d'eau, selon les préférences de l'utilisateur. Ces alarmes fournissent des notifications essentielles dans la boucle de rétroaction d'une équipe à la passerelle. Dans les réseaux de transport complexes, l'intégration d'indicateurs visuels et sonores comme sous-système des instruments dans les salles de contrôle et les passerelles de navigation permet d'alerter le personnel de quart lorsque des conditions anormales ou hors tolérances surviennent.

ASTM International (anciennement nommée l'American Society for Testing and Materials) a normalisé les exigences de conception des indicateurs maritimes efficaces qui indiquent une gamme d'avertissements, de mises en garde et de conseils aux membres d'équipage à la passerelle. Selon la norme, le but des alarmes de pont est d'informer les exploitants des conditions hors tolérance, de la priorité et de la nature du problème, de diriger l'équipage vers une ligne de conduite spécifique en raison de la ou des conditions, et de confirmer que la réponse de l'utilisateur a corrigé le problème¹³².

La Commission électrotechnique internationale (CEI) définit les normes internationales et l'évaluation de la conformité pour toutes les technologies électriques et électroniques, et les technologies connexes. Le Comité technique de la CEI, connu sous le nom de TC 80, élabore des normes pour les instruments et systèmes de navigation et de radiocommunication maritimes qui emploient l'électrotechnique, l'électronique, l'électroacoustique, l'électro-optique et des techniques de traitement des données. De plus, le TC 80 énonce les exigences opérationnelles et de rendement pour tous les instruments de la passerelle, y compris les échosondeurs et leurs alarmes¹³³.

La plupart des sociétés de classification prévoient également des règles normatives régissant la conception et la construction ergonomique et efficace d'alarmes de systèmes devant être utilisées sur la passerelle de navigation d'un navire.

La liste de vérification de la navigation dans les passages de l'*Akademik Ioffe* exigeait que les échosondeurs à bord du navire soient utilisés et que leurs relevés soient comparés aux profondeurs marines consignées sur la carte connexe. Le capitaine et l'ensemble de l'équipage à la passerelle considéraient que les alarmes sonores de faible profondeur sur les 2 échosondeurs constituaient un élément dérangeant. Les alarmes avaient été désactivées de manière intentionnelle sur les 2 échosondeurs et elles ont été maintenues désactivées en tout temps et pendant tous les quarts, y compris au moment de l'événement. Cette pratique informelle s'est intégrée à la routine de veille de l'équipe de quart à la passerelle.

¹³² ASTM International, norme ASTM F1166-07(2013), Standard Practice for Human Engineering Design for Marine Systems, Equipment, and Facilities (West Conshohocken : 2013).

¹³³ Commission électrotechnique internationale, à l'adresse https://www.iec.ch/dyn/www/f?p=103:7:0:::FSP_ORG_ID,FSP_LANG_ID:1271,25 (dernière consultation le 1^{er} mars 2021).

1.18 Distance hiérarchique

Des facteurs culturels peuvent jouer un rôle dans la communication, et donc influencer sur l'efficacité de la GRP. La « distance hiérarchique » désigne la mesure dans laquelle les membres d'une certaine culture acceptent des inégalités hiérarchiques et de pouvoir dans leurs relations personnelles et professionnelles. Des études ont montré que la distance hiérarchique varie d'une culture à l'autre. Les personnes dont l'indice de distance hiérarchique est plus élevé admettent plus aisément des déséquilibres de pouvoir, ce qui signifie que les personnes de rang subalterne peuvent être réticentes à s'opposer aux personnes qui symbolisent l'autorité^{134,135}. Plus particulièrement, les différences culturelles au chapitre de la distance hiérarchique peuvent donner lieu à une mauvaise communication entre le personnel clé à bord d'un navire¹³⁶.

Malgré les normes internationales en matière de gestion des navires, le rendement humain varie considérablement en fonction de la culture d'une équipe à la passerelle. Des chercheurs ont démontré que [traduction] :

[I]es communications au sein de l'équipe, comme décrites par Strauch¹³⁷ au sujet des sociétés à indice de distance hiérarchique élevé, sont caractérisées par la personne haut placée d'une équipe ou d'un groupe de laquelle on s'attend qu'elle possède toutes les connaissances pertinentes à son poste, même si cela est peu probable dans les situations où une spécialisation importante est en jeu. Les décisions sont prises de manière autocratique et mises en œuvre rapidement (faute de consultation) et les niveaux de communications lancées par les subalternes sont faibles. Dans les sociétés à faible indice de distance hiérarchique, l'autorité pour la plupart des décisions est généralement déléguée aux personnes qui possèdent les connaissances pertinentes, et la communication circule généralement librement vers le haut et vers le bas de la hiérarchie officielle. La plupart des sociétés se situent quelque part entre les 2 extrêmes¹³⁸.

Comme la liste de vérification après échouement de l'*Akademik Ioffe* précisait que le capitaine devait tenter de remettre le navire à flot, aucun des membres de l'équipage n'a contesté les décisions de ce dernier d'essayer de dégager le navire en utilisant la propulsion et de repousser la transmission du message de détresse.

Toutefois, à un certain moment au cours de l'évaluation après l'échouement, le capitaine a refusé la recommandation d'un membre d'équipage d'activer l'alarme générale du navire et de rassembler les passagers aux postes d'embarcations de sauvetage. De plus, le chef

¹³⁴ G. Hofstede, G. J. Hofstede et M. Minkov, *Cultures and Organizations: Software of the Mind*, 3^e éd. rév., (New York : McGraw-Hill, 2010).

¹³⁵ G. Hofstede, *Culture's Consequences: International Differences in Work-Related Values* (Londres : Sage, 1980).

¹³⁶ K. Devitt, *Exploring the Effectiveness of the Master Pilot Relationship* (Warsash Maritime Academy, Southampton Solent University : juillet 2013).

¹³⁷ B. Strauch, « Can cultural differences lead to accidents? Team cultural differences and sociotechnical system operations », dans *Human Factors Journal*, vol. 52, n° 2 (2010), p. 246 à 263.

¹³⁸ A. Hodgson, C.E. Siemieniuch et E-M. Hubbard, « Culture and the safety of complex automated sociotechnical systems », dans *IEEE Transactions on Human-Machine Systems*, 43(6) (2013), p. 1 à 12.

d'expédition a contesté la décision du capitaine de dissimuler des renseignements aux passagers et a demandé l'autorisation de diffuser une déclaration en anglais à l'aide du système de sonorisation.

1.19 Culture de sécurité et sécurité des passagers

On définit généralement une culture de sécurité par les valeurs, les attitudes, les croyances et les comportements des personnes qui travaillent au sein d'une organisation. Les organisations qui jouissent d'une culture de sécurité saine donnent la priorité à la sécurité à tous les niveaux. Une culture de sécurité efficace sur un navire est un effort de collaboration à bord, appuyé par la participation volontaire et active de l'équipage (c'est-à-dire reflétée par les activités quotidiennes, la communication et la pleine conscience)^{139,140}. La qualité de la culture de sécurité à bord des navires dépend essentiellement de la façon dont l'état de préparation à la sécurité des passagers et les discussions sur des scénarios extraordinaires (incendie, abandon) sont prioritaires et de la façon dont cette attitude est démontrée en tenant compte de l'influence des intervenants externes et de leurs priorités.

1.19.1 Système d'aide à la décision pour les capitaines

La Convention SOLAS exige que les navires à passagers, comme l'*Akademik Ioffe*, aient en place un système d'aide à la décision (SAD) pour gérer toutes les situations d'urgence prévisibles qui peuvent survenir à bord¹⁴¹. Le SAD doit inclure l'intervention d'urgence en cas d'incendie, d'avaries, de pollution, d'actes illégaux, d'accidents du personnel, d'accidents liés au fret et d'aide d'urgence apportée à d'autres navires¹⁴². En outre, « [l]es procédures d'urgence énoncées dans le ou les plans d'urgence doivent fournir aux capitaines une aide à la décision dans toutes les combinaisons possibles de situations critiques¹⁴³ ».

En 1995, la Convention SOLAS a ajouté l'exigence selon laquelle les navires à passagers disposent d'un SAD à bord. La résolution souligne que [traduction] :

[l]e décideur sur la passerelle de navigation doit de nos jours consulter et recueillir les renseignements de plusieurs procédures d'urgence et plans d'urgence aux diverses dispositions, selon le type d'urgence, pendant que la situation d'urgence est en cours. L'extraction actuelle des renseignements est souvent chronophage, et

¹³⁹ Jørn Fenstad, Øyvind Dahl et Trond Kongsvik, « Shipboard safety: exploring organizational and regulatory factors », dans *Maritime Policy & Management*, 43:5 (2016), p. 552 à 568.

¹⁴⁰ J. Reason, *Managing the Risks of Organizational Accidents* (Ashgate Publishing, 1997), p. 252.

¹⁴¹ Organisation maritime internationale, *Convention internationale de 1974 pour la sauvegarde de la vie humaine en mer*, (SOLAS), chapitre III : Engins et dispositifs de sauvetage, règle 29 : Système d'aide à la décision destiné aux capitaines des navires à passagers.

¹⁴² Ibid., règles 29-3.1 à 29-3.6.

¹⁴³ Ibid., règle 29-4.

l'agencement des affichages des instruments à la passerelle de navigation est parfois irrationnel, ce qui ajoute à la confusion en cas d'urgence¹⁴⁴.

L'objectif d'un SAD est de fournir au capitaine d'un navire à passagers un outil de référence unique qui peut être consulté en cas d'urgence grave et susceptible d'être mortelle. Au moyen d'un SAD, un capitaine peut obtenir des conseils en période de stress élevé, lorsque son jugement et son efficacité peuvent être altérés par la quantité importante et écrasante de renseignements qu'il peut recevoir. Un SAD est également essentiel pour appuyer un capitaine lorsque plusieurs urgences surviennent simultanément.

Par exemple, lorsqu'un navire à passagers comme l'*Akademik Ioffe* subit un envahissement par l'eau de mer dans de multiples réservoirs structuraux alors qu'il est échoué, il est essentiel de disposer d'instructions rapides et faciles à suivre pour gérer les actions simultanées nécessaires à l'évaluation de l'impact de l'échouement, notamment :

- les communications internes avec les passagers, le personnel de l'expédition et l'équipage;
- les communications externes avec les ressources SAR, les autorités étatiques du port et du pavillon et la gestion à terre;
- le sondage des réservoirs à bord et des eaux autour du navire;
- la maîtrise des avaries;
- le calcul de la stabilité du navire et des transferts de liquides;
- la gestion de la sécurité et des exposés aux passagers, au personnel de l'expédition et à l'équipage;
- la préparation à un possible abandon du navire.

L'*Akademik Ioffe* disposait d'un SAD à son bord qui comprenait des plans d'urgence à bord, un manuel d'instructions en présence d'« agents des organismes d'inspection¹⁴⁵ », un plan de collaboration avec les ressources SAR, un livret de remorquage d'urgence, un plan et les procédures de récupération d'une personne tombée à l'eau et une procédure d'entrée en espace clos.

Même s'il était inclus dans le SGS du navire, le SAD ne comportait pas de procédures en cas d'échouement du navire, en cas d'envahissement par l'eau ou pour l'évacuation de l'équipage, du personnel de l'expédition et des passagers.

Au cours de l'événement, le capitaine a consulté le répertoire de listes de vérification du navire pour trouver et suivre la liste en cas d'échouement.

¹⁴⁴ Organisation maritime internationale, résolution A.796(19), *Recommendations on a decision support system for masters on passenger ships*, annexe, section 1 : Background, paragraphe 1.3. Adoptée le 23 novembre 1995.

¹⁴⁵ P.P. Shirshov Institute of Oceanology, Ship: *Akademik Ioffe*, « Decision-support system for master », SOLAS III/29, Contents, p. 1.

La tendance à s'en tenir au plan est un phénomène qui peut se produire dans un environnement dynamique lorsqu'un utilisateur tente de rectifier une situation anormale en respectant la marche à suivre établie, même si l'évolution de la situation exige une approche différente. Au cours de situations anormales dans un environnement dynamique, l'évaluation continue par l'utilisateur des mesures correctives consécutives prises au fil de l'évolution de la situation remplace souvent ce que l'on considère comme le processus décisionnel conventionnel, fondé sur des critères prédéfinis, c'est-à-dire une liste de vérification ou un SAD qui oriente les actions en fonction de leur résultat¹⁴⁶.

S'en tenir au plan constitue également un processus de résolution de problème linéaire, qui fait abstraction de toute autre option disponible même si la situation nécessite l'exécution d'une tout autre approche. À mesure que l'utilisateur exécute activement un plan d'action choisi, en vérifiant continuellement l'efficacité des mesures correctives, l'enchaînement des mesures qu'il choisit a une incidence sur la possibilité de maintenir le plan d'origine. [Traduction] « Les facteurs contextuels au moment de la prise de décisions sont encore plus importants que les processus cognitifs qui s'inscrivent dans cette prise de décisions. L'ordre dans lequel les indices de l'évolution de la situation entrent en jeu, et leur capacité relative de persuasion, sont 2 déterminants clés pour s'en tenir au plan¹⁴⁷. »

1.19.2 Rassemblement des passagers et exposés de sécurité

L'étude de 2001 de l'ICCL sur les facteurs de sécurité critiques à bord des grands navires à passagers a révélé que la communication avec les passagers et les barrières linguistiques font partie des facteurs humains observés lors de l'évacuation d'un navire¹⁴⁸.

L'étude de l'ICCL souligne également que depuis que l'OMI a commencé à évaluer la sécurité des grands navires à passagers, elle a décidé de retirer le qualificatif « grand » et de se concentrer sur la prévention des accidents et l'utilisation du navire comme sa propre embarcation de sauvetage, afin d'éviter autant que possible d'évacuer les passagers. Un article paru en 2005 cite l'étude de l'ICCL et conclut que [traduction] « [l']on peut supposer que cette opinion est commune à l'industrie, car l'évacuation d'un navire à passagers est vouée à causer des problèmes, même dans de bonnes conditions météorologiques¹⁴⁹. »

Jusqu'en 2015, la Convention SOLAS exigeait qu'un rassemblement aux postes d'embarcations de sauvetage et un exposé de sécurité soient effectués à bord de tous les navires à passagers dès que possible après l'arrivée des passagers à bord, mais pas plus tard

¹⁴⁶ S.A. Dekker, *The Field Guide to Human Error Investigations*, 3^e édition (2014).

¹⁴⁷ Ibid., p. 94.

¹⁴⁸ Vlaun, Richard, Kirkbridge, Gregory, Pfister et Jeffrey, *Large Passenger Vessel Safety Study: Report on the Analysis of Safety Influences*. Préparé pour l'ICCL, février 2001.

¹⁴⁹ Ørnulf Jan Rødseth, MS c. EEng., scientifique principal, Norwegian Marine Technology Research Institute (MARINTEK), *Passenger Ship Safety And Emergency Management Control*, partie 2, What is an emergency management system?, page 3 (Cruise and Ferry Forum Conference, Londres (Royaume-Uni) : 22 mai 2005).

que 24 heures après l'embarquement¹⁵⁰. À la suite d'un accident mettant en cause le navire de croisière *Costa Concordia* survenu le 13 janvier 2012 au large de l'île de Giglio (Italie)¹⁵¹, la Convention SOLAS a été modifiée le 1^{er} janvier 2015. Elle exige désormais que [traduction] « [l]es passagers nouvellement embarqués doivent être rassemblés avant le départ ou immédiatement au départ. Les passagers doivent être informés de l'utilisation des gilets de sauvetage et des mesures à prendre en cas d'urgence¹⁵² ». La même exigence temporelle s'applique également à l'exposé de sécurité, chaque fois que de nouveaux passagers embarquent¹⁵³.

Dans l'événement à l'étude, les passagers et le personnel de l'expédition sont montés à bord de l'*Akademik Ioffe* dans la soirée du 23 août 2018. Lors de leur transfert de la rive au moyen d'embarcations pneumatiques, les passagers ont reçu des instructions verbales de base sur les mesures à prendre en cas de chute par-dessus bord d'un passager ou d'un exploitant du navire. Les passagers et le personnel de l'expédition étaient fatigués de leur voyage jusqu'à Kugaaruk, qui comprenait une escale à Edmonton¹⁵⁴. Après le souper, le médecin du navire a présenté un exposé aux passagers sur le mal de mer, les dangers, les portes, les échelles et les escaliers à bord du navire, ainsi que sur la désinfection de base. L'exposé de sécurité obligatoire sur le navire et le rassemblement aux postes d'embarcations de sauvetage ont été reportés au lendemain matin.

Contrairement aux exigences de la Convention SOLAS, le rassemblement aux postes d'embarcations de sauvetage et l'exposé de sécurité sur le navire ont été effectués plus de 12 heures après le départ du navire de Kugaaruk.

Un élément clé de la sécurité des passagers est l'état de préparation de ces derniers, notamment la préparation en cas d'urgence.

Les pratiques exemplaires pour les exercices avec les embarcations de sauvetage comprennent une répétition préalable à l'exercice, l'établissement d'un modèle mental commun des circonstances d'urgence, une attention portée sur une séquence sécuritaire

¹⁵⁰ Versions antérieures à 2015 de la Convention SOLAS, partie 1, chapitre III, règle 19, Formation et exercices en vue d'une situation critique, paragraphes 19.2.2 et 19.2.3.

¹⁵¹ Ministère de l'Infrastructure et des Transports de l'Italie, organisme d'enquête sur les événements maritimes impliquant des pertes de vies, *Cruise Ship COSTA CONCORDIA Marine casualty on January 13, 2012, Report on the safety technical investigation*, publié le 24 mai 2013.

¹⁵² Organisation maritime internationale, *Convention internationale de 1974 pour la sauvegarde de la vie humaine en mer (SOLAS)*, partie 1, chapitre III, règle 19 : « Formation et exercices en vue d'une situation critique », paragraphe 19.2.2, telle que modifiée par la résolution MSC. 350(92) adoptée le 21 juin 2013.

¹⁵³ Ibid., paragraphe 19.2.3.

¹⁵⁴ Le temps requis pour atteindre l'*Akademik Ioffe* était en moyenne de 9 à 15 heures, selon l'emplacement des résidences des passagers et du personnel de l'expédition. Avant de se rendre à Kugaaruk, les passagers et le personnel de l'expédition se sont rendus à Edmonton depuis différents pays d'origine, dont l'Argentine, l'Australie, le Canada, l'Allemagne, la Hongrie, l'Irlande, la Nouvelle-Zélande, le Portugal, la Suisse, le Royaume-Uni, et les États-Unis.

des événements et l'habilitation des participants à signaler les écarts par rapport au plan d'urgence et à la séquence des actions. La pratique du lancement d'une embarcation de sauvetage doit avoir lieu avec le moins de personnel embarqué possible¹⁵⁵.

En outre, [traduction] « [m]ême si les rôles de chacun dans une telle structure sont bien définis à l'origine, l'adaptation locale à des procédures plus efficaces et l'évolution asynchrone des différentes parties de la structure de commande sont très susceptibles de créer des dysfonctionnements au fil du temps¹⁵⁶ ». Même s'il était titulaire du statut d'affréteur et qu'il n'était pas affecté à la sécurité des passagers, le chef d'expédition et d'autres membres du personnel d'expédition, en tant que locuteurs anglophones, avaient été chargés de manière informelle par le capitaine de coordonner les préparatifs en cas d'urgence avec les passagers (en tant que mesure d'adaptation locale), de tenir des exposés de sécurité obligatoires et de tenir des exercices de rassemblement. Les tâches de sécurité suivantes ont été exécutées par le personnel de l'expédition :

- élaborer et diffuser des diapositives de présentation aux passagers pendant les exposés de sécurité sur les excursions à terre;
- ajuster les vêtements pour temps froid et l'équipement imperméable;
- montrer aux passagers comment revêtir les gilets de sauvetage;
- informer les passagers sur les postes de rassemblement et sur les affiches du navire;
- évaluer les passagers afin de déterminer leur capacité motrice individuelle avant le rassemblement aux postes d'embarcations de sauvetage;
- coordonner les rassemblements aux postes d'embarcations de sauvetage;
- faire des annonces de sécurité publiques en anglais.

1.19.3 **Élaboration et contrôle du matériel d'exposé de sécurité destiné aux passagers**

Dans l'élaboration de matériel et de formation en matière de sécurité à bord des navires, des vérifications régulières (vérifications internes de l'équipage et de la compagnie, vérifications externes menées par des tiers) sont un moyen d'atténuer la perte de renseignements essentiels et de promouvoir une diffusion efficace de l'information auprès des passagers. Idéalement, tous les intervenants en matière de sécurité (équipage, gestion, OR et autorités de l'État du pavillon ou du port) devraient participer à l'élaboration, à la conformité réglementaire et au contrôle de l'information en matière de sécurité afin de s'assurer que les documents de formation tiennent compte de tout écart entre les règles telles qu'indiquées et la formation sur les situations d'urgence. L'objectif est de réduire cet

¹⁵⁵ Yves Vandenberg, « The Human Element and Seafarer Resilience » (23 octobre 2018), à l'adresse <https://safety4sea.com/cm-the-human-element-and-seafarer-resilience> (dernière consultation le 1^{er} mars 2021).

¹⁵⁶ N. Levenson, P. Allen et M.A. Storey, compte rendu de la 20^e conférence de l'International System Safety Society (2003), *The Analysis of a Friendly Fire Accident using a Systems Model of Accidents*, p. 345 à 357, 2002.

écart à un degré vérifiable qui reflète les capacités des passagers et les contraintes des dispositifs de survie des navires.

À bord de l'*Akademik Ioffe*, le SGS comprenait une liste de vérification en 6 étapes permettant aux passagers d'être adéquatement informés sur la sécurité en cas d'incendie; sur les signaux, sons et signalisations d'urgence; sur l'emplacement des gilets de sauvetage et la manière de les revêtir; sur les voies d'évacuation et les issues de secours; sur les postes de rassemblement; sur l'emplacement des troussees de premiers secours; sur la localisation des postes de déclenchement d'alarme incendie; et sur l'emplacement des appareils respiratoires pour évacuations d'urgence. La liste de vérification indique également qu'un exercice de rassemblement doit être mené dans les 24 heures suivant l'embarquement sur le navire. Elle précise que les exposés, la familiarisation et les exercices de rassemblement pour les passagers doivent être menés par le capitaine en second et le premier maître d'hôtel¹⁵⁷.

L'enquête a permis de déterminer que la liste de vérification sur la sécurité des passagers n'avait pas été mise à jour pour tenir compte des modifications de 2015 à la Convention SOLAS, qui exige que des tâches particulières soient exécutées avant le départ du navire ou immédiatement après.

Ni le capitaine ni les officiers n'ont collaboré à l'élaboration d'exposés de sécurité et d'autres documents de sécurité pour le voyage de l'événement à l'étude. En tant que représentants chargés de manière informelle de la sécurité, les membres du personnel de l'expédition ont préparé des présentations sur diapositives pour appuyer les exposés de sécurité élaborés par IO RAS. Le matériel de présentation sur la sécurité n'a pas été vérifié en fonction des exigences de la Convention SOLAS, et One Ocean Expeditions n'a pas examiné les modifications apportées à ses documents de sécurité en compagnie du capitaine ou des officiers supérieurs. L'enquête a révélé que les instructions sur les sujets obligatoires définis par la Convention SOLAS n'étaient pas dispensées de manière cohérente aux passagers par le personnel de l'expédition.

1.19.4 Chronologie des rassemblements des passagers et des exposés avant l'événement

La liste de vérification sur la sécurité des passagers a été remplie et signée par le capitaine en second, qui a indiqué qu'elle a été remplie à 20 h 30 le 23 août 2018, après l'embarquement des passagers et du personnel de l'expédition. Toutefois, le 24 août, l'exposé de sécurité obligatoire et le rassemblement des passagers aux postes d'embarcations de sauvetage ont été menés à 8 h 47. Le rassemblement aux postes d'embarcations de sauvetage a été amorcé par le capitaine qui a sonné l'alarme générale, après quoi le chef de l'expédition a fait une annonce sur le système de sonorisation, rappelant aux passagers qu'il s'agissait d'un exercice et qu'ils devaient se rendre aux postes

¹⁵⁷ P.P. Shirshov Institute of Oceanology, *Safety management system for passenger ships, Annex 1. Check-list to provide for passenger safety.*

de rassemblement en respectant la signalisation à bord du navire. Le personnel de l'expédition a ensuite utilisé des listes de vérification lorsqu'il vérifiait les cabines et lors du dénombrement des passagers. Deux officiers de pont, agissant à titre de patron d'embarcation de sauvetage, étaient présents à l'extérieur sur le pont principal pour observer l'activité. Le personnel de l'expédition a vérifié que les passagers avaient bien revêtu leur gilet de sauvetage, et les passagers ont reçu la directive de s'habiller avec des vêtements chauds et de ne transporter que des articles essentiels, comme des médicaments.

Après le rassemblement aux postes d'embarcations de sauvetage et l'exposé obligatoire sur la sécurité, l'exposé sur la sécurité des excursions à terre a été divisé en 2 séances, puisqu'il y avait 102 passagers à bord de l'*Akademik Ioffe*. Les passagers des cabines bâbord devaient assister à la première séance, tandis que les passagers des cabines tribord devaient assister à la 2^e séance. La première séance d'information sur la sécurité des excursions à terre a été donnée à 10 h par le chef adjoint de l'expédition et le médecin du navire, sous la supervision du chef de l'expédition. L'exposé¹⁵⁸ portait sur les dangers¹⁵⁹ en mer, et il était axé sur les dangers courants à bord et sur les dangers rencontrés dans le cadre d'excursions. L'exposé de sécurité n'abordait pas les situations d'urgence telles qu'un chavirement, un naufrage, un abordage, un incendie ou un échouement. Les passagers ont été avisés qu'en cas d'urgence, ils devaient écouter et suivre les instructions données par l'équipage du navire.

L'équipage a consigné les passagers qui ont assisté au rassemblement aux postes d'embarcations de sauvetage, à l'exposé obligatoire sur la sécurité et aux exposés sur la sécurité des excursions à terre. Le premier exposé sur la sécurité des excursions à terre venait d'être achevé et le 2^e exposé n'avait pas encore commencé lorsque le navire s'est échoué. L'enquête a permis de déterminer qu'au moment du rassemblement aux postes d'embarcations de sauvetage, certains passagers n'ont pas pu entendre les instructions verbales données par le personnel de l'expédition en raison du bruit causé par le vent.

La langue première de l'équipage était le russe, et tout au long du voyage, l'équipage communiquait avec le personnel de l'expédition en anglais. Ni le capitaine ni aucun de ses officiers supérieurs n'ont été officiellement présentés aux passagers lors des exposés obligatoires sur la sécurité. En plus de coordonner les exposés sur la sécurité et les rassemblements, le chef de l'expédition a assuré la liaison entre le capitaine et les passagers, et toutes les mesures d'urgence après l'échouement¹⁶⁰ lui ont été déléguées par défaut. Même s'il était externe à la gestion du navire et même si aucun contrat ne l'y obligeait, le chef de l'expédition a fait un sondage afin de déterminer si des problèmes de mobilité des passagers pouvaient affecter leur capacité de débarquer du navire par embarcation pneumatique ou par embarcation de sauvetage. Ce sondage a été mené à la demande du

¹⁵⁸ Les diapositives de l'exposé de sécurité sont propres à la personne qui donne la présentation et n'ont pas été tirées d'une source centralisée ou contrôlée.

¹⁵⁹ Les dangers comprennent les risques associés aux passerelles, aux embarcations pneumatiques, aux personnes qui tombent par-dessus bord, aux excursions à terre, ainsi qu'à la sécurité face aux phoques et aux ours polaires.

¹⁶⁰ Annonces d'urgence, directives concernant les postes de rassemblement et mises à jour sur l'état.

bureau à terre de One Ocean Expeditions, et l'enquête n'a pas pu déterminer si les données du sondage auprès des passagers ont été remises au capitaine ou à l'équipage ou si elles ont été utilisées par eux.

1.19.5 Gestion des urgences à bord et de la sécurité des passagers

Le principe de « rationalité locale » décrit le comportement d'une personne qui s'engage à corriger une erreur en fonction de son point de vue, de son intérêt et de sa conscience situationnelle; cette tâche corrective est également fondée sur les objectifs de la personne et sur les objectifs de l'organisation plus vaste pour laquelle elle travaille, comme IO RAS et One Ocean Expeditions dans l'événement à l'étude¹⁶¹.

Dans le cas d'événements extraordinaires et d'urgences en mer à bord d'un navire à passagers, une communication efficace de la part des membres de la structure de commandement (capitaine, officiers supérieurs) réduit la confusion des passagers. La communication appuie les réactions coordonnées à l'égard d'événements qui posent une menace à la sécurité, de sorte que l'équipage, le personnel de l'expédition et les passagers sont chargés des tâches appropriées. Si les passagers ne sont pas dûment informés de l'évolution de la situation, ils seront confus et inquiets, d'autant plus que des situations telles que des sons anormaux, des vibrations, des mouvements du navire, ainsi qu'une augmentation de l'activité et des communications de l'équipage sont susceptibles de les porter à croire que quelque chose ne va pas. La dissimulation de renseignements peut causer de l'anxiété chez les passagers, et peut parfois provoquer des comportements irrationnels et des initiatives mal informées qui peuvent nuire à d'autres personnes à bord ou aggraver la situation.

Fournir des informations simples et concises et des instructions claires rassure la majorité des passagers tout en les gardant occupés, et confirme aux passagers que l'équipage dispose des compétences nécessaires à la gestion de la situation d'urgence. L'activation de l'alarme générale du navire, puis une annonce claire et concise immédiatement après l'alarme à l'aide du système de sonorisation, dans des langues comprises par tout le monde à bord, est la façon la plus efficace et la plus efficiente d'attirer l'attention de l'ensemble des occupants.

En cas d'événement majeur en mer, comme un échouement, les bonnes conventions maritimes exigent que dès le début de l'intervention d'urgence, les passagers reçoivent l'ordre de s'habiller adéquatement au cas où ils doivent abandonner le navire, de revêtir leur gilet de sauvetage et de se rassembler aux emplacements prédéterminés. La rapidité est essentielle, car les passagers ne sont pas des gens de mer professionnels et ont besoin de plus de temps pour se préparer. Par exemple, un passager pourrait avoir besoin de plusieurs minutes supplémentaires pour revêtir correctement un gilet de sauvetage, par rapport à un membre d'équipage formé et qui pratique ce geste chaque semaine dans le cadre d'exercices obligatoires.

¹⁶¹ S.A. Dekker, *The Field Guide to Human Error Investigations*, 3^e édition, 2014.

Dans l'événement à l'étude, le capitaine n'a pas activé l'alarme générale après l'échouement de l'*Akademik Ioffe*; il estimait que cette activation provoquerait une panique chez les passagers et nuirait à l'intervention d'urgence de l'équipage. De plus, selon la compréhension du capitaine, l'alarme générale n'était justifiée qu'en cas d'incendie ou si le navire coulait. Lorsque le capitaine a utilisé le système de sonorisation du navire pour donner l'ordre à l'équipage de préparer les embarcations de sauvetage, il a parlé en russe afin que les passagers ne comprennent pas ses ordres. Un grand nombre des passagers de l'*Akademik Ioffe* ont immédiatement éprouvé des inquiétudes lorsque le navire s'est échoué; ils ont entendu de forts bruits d'écrasement et ont senti des vibrations dans tout le navire, ainsi que la décélération du navire et la gîte soudaine à tribord. La plupart des passagers sont devenus anxieux et leur niveau de stress a augmenté dans les minutes qui ont suivi, car ils n'ont pas compris l'annonce initiale du capitaine sur le système de sonorisation, ils n'ont reçu aucune information des membres d'équipage et ils ont pu observer l'activité accrue de l'équipage. À ce stade, les passagers ont eu des réactions différentes aux événements : certains sont restés immobiles, d'autres se sont repliés dans leur cabine, et d'autres ont tenté d'interroger l'équipage et le personnel de l'expédition sur la situation et d'obtenir des instructions sur la façon de réagir.

1.20 Inspections de conformité avant l'événement et après l'échouement

À son arrivée à Louisbourg le 24 juillet 2018, sa première escale au Canada, l'*Akademik Ioffe* a fait l'objet d'une inspection de contrôle par l'État du port conformément au Mémorandum d'entente de Paris sur le contrôle des navires par l'État du port (ME de Paris)¹⁶².

L'inspection était une inspection plus détaillée¹⁶³ effectuée par TC, qui est l'autorité d'État du port et du pavillon du Canada. Le rapport d'inspection a relevé une seule défektivité reliée à l'utilisation inappropriée de l'équipement de protection individuelle par l'équipage.

À la suite de l'événement, TC est monté à bord de l'*Akademik Ioffe* le 30 août 2018 pour y effectuer une autre inspection de contrôle par l'État du port plus détaillée en vertu du ME de Paris; l'inspection a pris fin le 2 septembre. Le rapport d'inspection de contrôle par l'État

¹⁶² Le Mémorandum d'entente de Paris sur le contrôle des navires par l'État du port (ME de Paris) est une organisation composée de 27 administrations maritimes, dont le Canada, qui couvre les eaux des États côtiers européens et du bassin de l'Atlantique Nord, de l'Amérique du Nord à l'Europe. Chaque année, plus de 17 000 inspections ont lieu dans le cadre du ME de Paris, avec l'objectif principal d'harmoniser les normes en matière de contrôle par l'État du port au sein des États membres afin d'éliminer les navires qui ne répondent pas aux normes. À l'adresse <https://www.parismou.org/about-us/organization> (dernière consultation le 1^{er} mars 2021).

¹⁶³ Une première inspection effectuée par un agent de contrôle par l'État du port consiste en une visite physique du navire et en la vérification des documents et des certificats du navire. Si cet agent a des motifs évidents de procéder à d'autres vérifications, l'inspection initiale passe à une inspection plus détaillée, qui peut comprendre des vérifications du fonctionnement des systèmes et des instruments à bord du navire, et un examen minutieux des procédures opérationnelles du navire. Une inspection plus détaillée peut se terminer par la désignation de 1 ou de plusieurs défektivités ou l'immobilisation du navire avec ou sans la suspension de l'inspection.

du port a relevé 12 lacunes, notamment le fait que le plan de voyage n'était pas conforme à la résolution pertinente de l'OMI¹⁶⁴, que certaines des publications nautiques canadiennes obligatoires étaient manquantes et que la liste de vérification de familiarisation de l'équipement sur la passerelle par l'équipage de passerelle n'incluait pas l'ECDIS.

La première inspection de contrôle par l'État du port, effectuée par TC à Louisbourg (Nouvelle-Écosse), n'a relevé aucune des 12 lacunes notées au moment de l'inspection de contrôle par l'État du port après l'événement 37 jours plus tard, alors que l'*Akademik Ioffe* était ancré au large des îles Astronomical Society.

Les inspecteurs de la Sécurité maritime de TC peuvent effectuer des inspections de contrôle par l'État du pavillon à bord de navires canadiens. Ces inspections sont effectuées conformément à un protocole semblable au régime d'inspection de contrôle par l'État du port et constituent des inspections initiales, plus détaillées ou élargies. En plus du ME de Paris, le Canada est également signataire du protocole d'entente de Tokyo sur le contrôle par l'État du port (PE de Tokyo)¹⁶⁵.

1.21 Sonars orientés vers l'avant

Les sonars orientés vers l'avant ont été introduits dans les années 1990 et offrent une imagerie tridimensionnelle du fond marin et de la colonne d'eau. Ces sonars sont destinés à la navigation des navires dans les eaux disposant de peu de levés et se sont avérés utiles pour éviter les obstacles du fond marin et dans l'eau.

Ils ont cependant des limites, car ces appareils spécialisés nécessitent une intervention de l'utilisateur pour s'adapter aux conditions variables des fonds marins et de l'eau. Les sonars orientés vers l'avant traitent les données en les convertissant en une image qu'une personne peut interpréter, ou en utilisant un ordinateur pour catégoriser les caractéristiques des ondes sonores captées par le sonar. Bien que les ondes sonores produisent des signaux qui se réfléchissent sur le fond marin, des réflexions d'autres sources peuvent être captées, comme les creux de vague, les nuages de bulles ou les mammifères marins. L'utilisateur doit optimiser son système au besoin en effectuant des ajustements et une surveillance constante, et il doit être en mesure de distinguer les

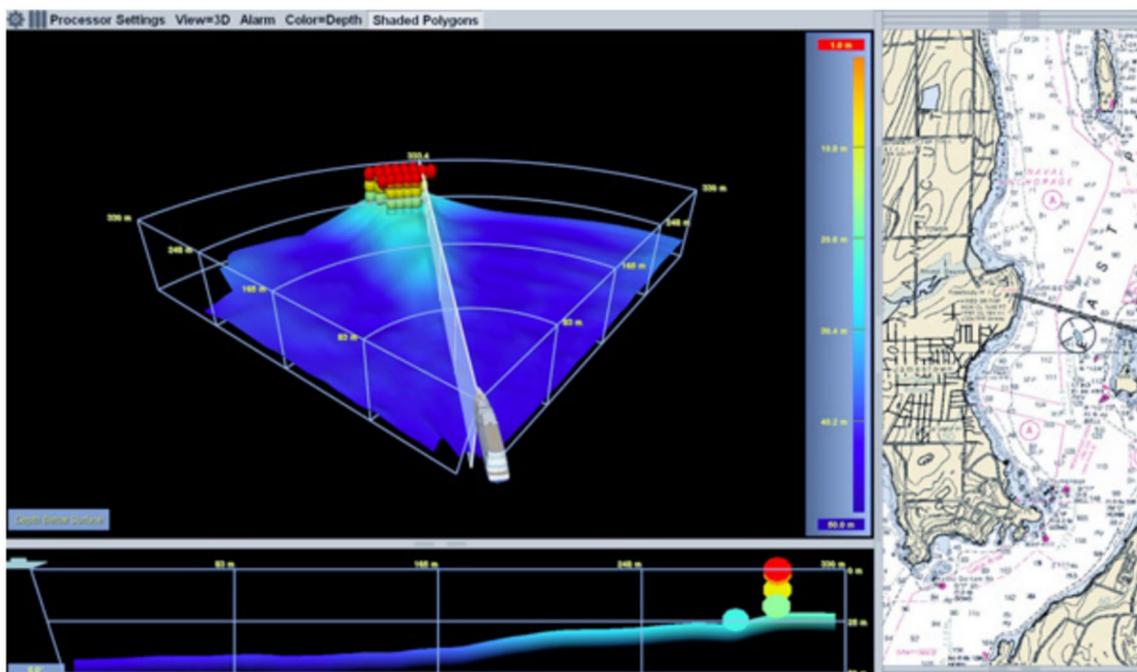
¹⁶⁴ Organisation maritime internationale, Résolution A.893(21), annexe 25 : *Directives pour la planification du voyage*, adoptée le 25 novembre 1999.

¹⁶⁵ Le protocole d'entente de Tokyo sur le contrôle par l'État du port (PE de Tokyo) est une organisation composée de 21 administrations maritimes, dont le Canada, qui couvre les eaux des États côtiers de l'Asie et du bassin du Pacifique. Selon le PE de Tokyo, [traduction] « les principaux objectifs du protocole sont d'établir un régime de contrôle effectif par l'État du port dans la région Asie-Pacifique au moyen de la collaboration de ses membres, de l'harmonisation des activités des membres, pour éliminer les navires qui ne répondent pas aux normes, pour promouvoir la sûreté et la sécurité maritimes, pour protéger le milieu marin et pour protéger les navigateurs qui travaillent et les conditions de vie à bord des navires ». (Port State Control Committee du PE de Tokyo, « Annual Report on Port State Control in the Asia-Pacific Region 2019 », à l'adresse www.tokyo-mou.org/doc/ANN19-f.pdf. [dernière consultation le 1^{er} mars 2021]).

obstacles réels des réflexions erronées. L'intégration aux systèmes de navigation existants et la rentabilité sont également des préoccupations récurrentes, compte tenu du besoin d'ajout de transducteurs dans la coque du navire, d'instruments à la passerelle et de personnel de surveillance¹⁶⁶.

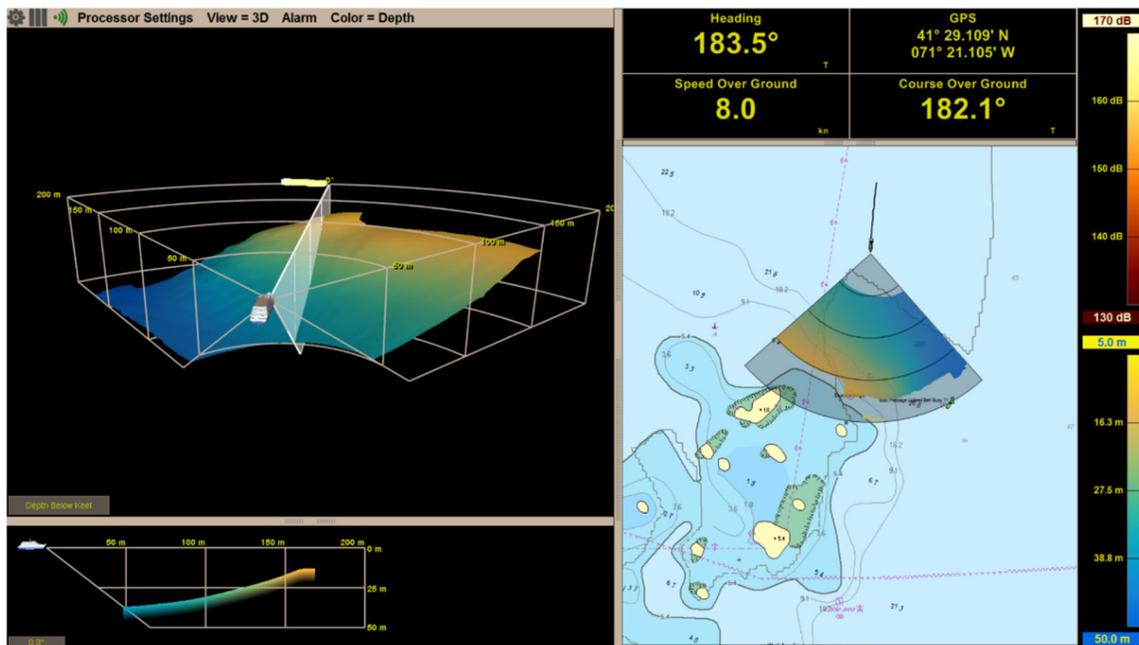
À l'instar d'un échosondeur courant de profondeur des eaux, les transducteurs des sonars orientés vers l'avant sont montés sur la partie avant de la coque du navire. Au lieu d'envoyer des impulsions d'ondes radioélectriques vers le bas à partir de la proue du navire, les ondes radio sont transmises vers l'avant de la proue à des distances allant jusqu'à 1000 m. Certains fabricants ont également mis au point des sonars qui offrent à l'équipage à la passerelle une vue tridimensionnelle du fond marin et de tout obstacle dans l'eau (comme les mammifères marins), soit sous forme d'interface utilisateur indépendante, soit sous forme d'intégration à l'ECDIS du navire (figures 14 et 15).

Figure 14. Vue tridimensionnelle d'un pilier de pont, générée par un sonar orienté vers l'avant
(Source : FarSounder Inc.)



¹⁶⁶ Ian Russell, « Forward Looking Sonar for Navigation: Safer Navigation with Wider Adoption of FLS », dans *Hydro International* (3 avril 2015), à l'adresse <https://www.hydro-international.com/content/article/forward-looking-sonar-for-navigation> (dernière consultation le 1^{er} mars 2021).

Figure 15. Vue tridimensionnelle d'un haut-fond abrupt, générée par un sonar orienté vers l'avant (Source : FarSounder Inc.)



Même si certains navires à passagers transportent des sonars orientés vers l'avant pour atténuer les risques associés à la navigation en eaux mal cartographiées et dans des zones pour lesquelles les cartes de navigation ne sont pas fiables, ces appareils ne sont pas obligatoires en vertu de la Convention SOLAS, de l'État du pavillon ou des exigences de l'État côtier pour les navires qui naviguent dans les eaux polaires.

L'*Akademik Ioffe* n'était pas muni d'un sonar orienté vers l'avant au moment de l'événement.

1.22 Système national canadien de recherche et de sauvetage

Après avoir adopté la *Convention internationale de 1979 sur la recherche et le sauvetage maritimes* (Convention SAR), le Comité de la sécurité maritime de l'OMI a divisé les océans du monde en 13 zones SAR. Les pays de chacune de ces régions sont chargés de fournir des ressources SAR pour leur région SAR particulière (SRR)^{167,168}.

La zone de responsabilité SAR du Canada couvre 18 millions de km² de terres et de plans d'eau, plus de 243 800 km de côtes, 3 océans et 3 millions de lacs (dont les Grands Lacs et le

¹⁶⁷ Organisation maritime internationale, *Convention internationale sur la recherche et le sauvetage maritimes* (Convention SAR), 1979, adoptée le 27 avril 1979, modifiée par la résolution du Comité de la sécurité maritime MSC. 70(69) adoptée le 18 mai 1998, et modifiée par la résolution du Comité de la sécurité maritime MSC. 155(78) adoptée le 20 mai 2004.

¹⁶⁸ Organisation maritime internationale, *IMO search and rescue areas*, à l'adresse <https://www.imo.org/en/OurWork/Safety/Pages/SARConvention.aspx> (dernière consultation le 1^{er} mars 2021).

bassin versant du fleuve Saint-Laurent)¹⁶⁹. Compte tenu de la vaste étendue de cette zone et étant donné que certaines parties du pays se caractérisent par des reliefs variés et difficiles, des conditions météorologiques extrêmes et une faible densité de population, on considère que le Canada est un des environnements qui posent le plus de difficultés pour les opérations SAR¹⁷⁰.

Les Forces armées canadiennes (FAC) sont responsables des opérations de R-S aéronautiques dans l'ensemble de la zone de responsabilité désignée du Canada, et doivent veiller à l'efficacité du système de R-S aéronautique et maritime coordonné. [...] La Garde côtière canadienne (GCC) est responsable des opérations de R-S maritimes dans les zones de responsabilité fédérale (réseau Grands Lacs-Voie maritime du Saint-Laurent et eaux côtières). Ainsi, la GCC détecte les incidents maritimes, travaille avec les FAC à la coordination et à l'exécution des interventions de R-S maritimes dans les zones de responsabilité fédérale, fournit des ressources maritimes pour contribuer aux opérations de R-S aéronautiques au besoin, et fournit des ressources de R-S, lorsque celles-ci sont disponibles, lors d'incidents nécessitant une aide humanitaire dans la province ou le territoire en question.¹⁷¹

Afin de coordonner l'intervention fédérale dans les domaines aéronautique et maritime, les FAC et la GCC ont divisé la zone de responsabilité en R-S du Canada en trois régions de R-S. Chaque région a un centre conjoint de coordination des opérations de sauvetage [CCCOS] (à Halifax, à Trenton et à Victoria) doté en représentants des FAC et de la GCC qui sont de garde en continu, prêts à coordonner une intervention interarmées en cas d'incident de R-S aéronautique ou maritime [figure 16]¹⁷².

¹⁶⁹ Gouvernement du Canada, *Examen quadriennal de recherche et de sauvetage* (décembre 2013), chapitre II : Activités de recherche et de sauvetage au Canada : Un défi, à l'adresse <https://www.securitepublique.gc.ca/cnt/rsrscs/pblctns/archive-nss-qdrnrl-rvw/index-fr.aspx> (dernière consultation le 15 août 2019).

¹⁷⁰ Ibid.

¹⁷¹ Ibid., chapitre III : Programme national de recherche et de sauvetage du Canada – Partage des responsabilités.

¹⁷² Ibid., chapitre IV : Programme national de recherche et de sauvetage du Canada – Les deux piliers.

Figure 16. Zone de responsabilité de SAR du Canada montrant les 3 SRR (Source : Manuel canadien de recherche et de sauvetage aéronautiques et maritimes [CAMSAR], Édition combinée – Volumes I, II et III, supplément au manuel IAMSAR. Publié en vertu des pouvoirs du chef d'état-major de la Défense et du commissaire de la Garde côtière canadienne)



NOTA : Dans le cadre du système SAR maritime, les SRR couvrent toutes les eaux océaniques, côtières¹ et secondaires², mais ne comprennent pas les eaux intérieures³ à l'exception des Grands Lacs, du réseau hydrographique du Saint-Laurent⁴ et du Lac Melville.

Au Canada, les ressources aéronautiques SAR sont réparties en 5 bases aériennes, situées respectivement à Gander, Greenwood, Trenton, Winnipeg et Comox (Colombie-Britannique). Au total, les FAC disposent des aéronefs à voilure fixe et à voilure tournante suivants :

- 14 aéronefs CC130H Hercules;
- 6 aéronefs CC115 Buffalo;
- 14 hélicoptères CH149 Cormorant;
- 5 hélicoptères CH146 Griffon¹⁷³.

Les FAC ne disposent pas d'aéronefs SAR positionnés en permanence dans l'Arctique canadien.

¹⁷³ Gouvernement du Canada, *Examen quadriennal de recherche et de sauvetage* (décembre 2013), chapitre II : Activités de recherche et de sauvetage au Canada : Un défi, à l'adresse <https://www.securitepublique.gc.ca/cnt/rsrscs/pblctns/archive-nss-qdrnml-rvw/index-fr.aspx> (dernière consultation le 15 août 2019).

Lors de l'événement, la GCC disposait de 117 navires et 22 hélicoptères basés partout au pays, qui peuvent fournir des services SAR maritimes en jouant un rôle principal ou secondaire¹⁷⁴. Bien qu'elle exploite un service saisonnier d'embarcations de sauvetage côtier (ESC)¹⁷⁵ à Rankin Inlet (Nunavut), la GCC n'a pas de navires SAR basés en permanence dans l'Arctique canadien. Toutefois, tout navire de la GCC exploité dans l'Arctique peut être affecté à la SAR; dans le cadre de l'événement, 2 navires de la GCC qui étaient exploités dans la région ont été chargés d'apporter leur aide.

Les lignes directrices et les procédures d'exploitation normalisées nationales du Canada en matière de SAR sont décrites dans le *Manuel canadien de recherche et de sauvetage aéronautiques et maritimes (CAMSAR)*¹⁷⁶. Ce manuel complète le *Manuel international de recherche et de sauvetage aéronautiques et maritimes (IAMSAR)*¹⁷⁷. Le CAMSAR décrit l'état de préparation de tous les principaux escadrons SAR au Canada. Le manuel stipule que : « [I]es équipages SAR doivent répondre immédiatement à toutes les affectations à une mission SAR, et les aéronefs SAR doivent décoller dès qu'il est sécuritaire de le faire¹⁷⁸ ».

Le délai maximal prévu pour qu'un aéronef et son équipage de conduite décollent se nomme état de préparation. La capacité d'intervention immédiate SAR de niveau 1 des FAC est de 30 minutes du lundi au vendredi, de 8 h à 16 h. La capacité d'intervention immédiate SAR de niveau 2 est de 2 heures en dehors des heures de travail (en dehors de la plage de 8 h à 16 h), la fin de semaine et les jours fériés.

La capacité d'intervention immédiate de niveau 1 s'applique normalement sur 40 heures par semaine; un délai supérieur à 40 heures doit faire l'objet d'une approbation du commandant de la 1^{re} Division aérienne du Canada de l'Aviation royale canadienne¹⁷⁹.

Le commandant peut, à sa discrétion, modifier les capacités d'intervention immédiate SAR afin qu'ils coïncident avec les périodes de pointe d'activités de recherche et sauvetage, comme l'ouverture d'une pêche particulière ou la tenue d'activités ou d'événements nautiques.

¹⁷⁴ Ibid.

¹⁷⁵ Exploité depuis juin 2018, le service d'ESC à Rankin Inlet est doté de juin à septembre d'étudiants autochtones locaux de niveau postsecondaire formés par la GCC. Les services d'ESC partout au Canada exploitent des embarcations pneumatiques à coque rigide avec des capacités de SAR limitées qui aident principalement les plaisanciers en détresse.

¹⁷⁶ Ministère de la Défense nationale et Garde côtière canadienne, *CAMSAR : Manuel canadien de recherche et de sauvetage aéronautiques et maritimes*, Édition combinée – Volumes I, II et III (Français), B-GA-209-001/FP-001, MPO 5449 (entré en vigueur le 3 janvier 2017), paragraphe 2.10.2.

¹⁷⁷ Organisation maritime internationale et Organisation de l'aviation civile internationale, *Manuel international de recherche et de sauvetage aéronautiques et maritimes (IAMSAR)*, Volumes I, II et III (2016).

¹⁷⁸ Ministère de la Défense nationale et Garde côtière canadienne, *CAMSAR : Manuel canadien de recherche et de sauvetage aéronautiques et maritimes*, Volume I, Chapitre 2 : Éléments du système SAR, paragraphe 2.10.2.

¹⁷⁹ Ibid., paragraphe 2.10.8.

En 2007, 2 ans après le chavirement d'un petit bateau de pêche¹⁸⁰ qui a entraîné la mort d'une personne et la disparition de 3 personnes présumées noyées, le Secrétariat national de Recherche et sauvetage du Canada a entrepris un examen du CAMSAR et de l'état de préparation des ressources aériennes SAR. Un examen similaire avait eu lieu en 1999. En mai 2013, le ministre de la Sécurité publique et de la Protection civile du Canada a chargé le Secrétariat d'effectuer des examens quadriennaux de son système national SAR¹⁸¹. Le rapport d'examen inaugural a été publié par le Secrétariat en décembre 2013. Ce rapport indiquait que la disponibilité des ressources demeure le principal facteur pour déterminer les normes d'intervention SAR, ce qui n'a donné lieu à aucun changement à l'état de préparation des ressources aériennes SAR. À ce jour, aucun examen ultérieur n'a été effectué.

En 2018, le Comité sénatorial permanent des pêches et des océans a publié le rapport définitif¹⁸² de son étude sur les activités SAR maritimes au Canada. L'examen a été amorcé en raison d'écart qui avaient été relevés en matière de couverture, de capacité, de prévention et de gouvernance SAR au cours de la décennie précédente.

1.22.1 Plans d'urgence en cas de catastrophe aérienne et en cas de catastrophe maritime

Le manuel CAMSAR décrit une catastrophe aérienne (CATAIR) comme un incident aérien survenant dans une région éloignée du Canada qui, en raison du nombre de personnes concernées, nécessite plus de ressources pour les SAR établies. Le personnel de recherche et de sauvetage du Commandement des opérations interarmées du Canada (SAR COIC) est chargé de préparer l'intervention en cas de CATAIR dans la zone de responsabilité SAR du Canada. Dans un cas de détresse où une situation CATAIR est possible ou confirmée, au nom de la SAR COIC, l'intervention est initiée et coordonnée par le JRCC responsable de la région SAR particulière où la situation de détresse a lieu¹⁸³.

Lors d'une situation CATAIR, le JRCC responsable lance ses principales ressources SAR, rappelle le personnel hors service à la base et prépare tous les aéronefs en service pour un décollage imminent; si nécessaire, le JRCC demande également des ressources SAR

¹⁸⁰ Rapport d'enquête maritime M05N0072 du BST.

¹⁸¹ Sécurité publique Canada, *Examen quadriennal des activités de recherche et de sauvetage* (décembre 2013), à l'adresse <https://www.securitepublique.gc.ca/cnt/rsrscs/pblctns/archive-nss-qdrnrl-rvw/index-fr.aspx> (dernière consultation le 14 mars 2019).

¹⁸² Sénat du Canada, Comité sénatorial permanent des pêches et des océans, *Quand chaque minute compte : Recherche et sauvetage maritimes* (novembre 2018), à l'adresse <https://sencanada.ca/fr/info-page/parl-42-1/pofo-recherche-et-sauvetage-maritimes> (dernière consultation le 2 mars 2021).

¹⁸³ Ministère de la Défense nationale et Garde côtière canadienne, *CAMSAR : Manuel canadien de recherche et de sauvetage aériennes et maritimes*, Édition combinée – Volumes I, II et III (Français), B-GA-209-001/FP-001, MPO 5449 (entré en vigueur le 3 janvier 2017), sous-section 5.02, *Plans d'urgence en cas de catastrophe aérienne*.

additionnelles aux 2 autres régions SAR particulières. Pendant la mise en œuvre du plan d'urgence CATAIR et peu importe la région SAR particulière dans lequel l'incident s'est produit, le JRCC Trenton prépare un aéronef pour qu'il porte un nécessaire de subsistance CATAIR au lieu de l'événement. Le nécessaire comprend des conteneurs transportant de la nourriture, de l'eau, des tentes, des poêles, des chaufferettes, des trousse de survie, des trousse de premiers soins et d'autres fournitures pour 320 survivants¹⁸⁴.

Le manuel CAMSAR décrit une catastrophe maritime (CATMAR) comme un incident de détresse maritime ou un autre incident de détresse survenant dans les eaux de la région SAR particulière dont le JRCC ou le sous-centre de sauvetage maritime est responsable, et d'une telle ampleur que le système SAR fédéral ne peut plus à lui seul coordonner, maîtriser et intervenir sur tous les aspects SAR pour les survivants et la préservation de la vie. Dans une CATMAR type, le nombre de personnes en détresse est exceptionnellement important et il faut obtenir l'appui d'autres entités qui ne font pas partie du système SAR canadien, comme d'autres organismes fédéraux ou des ressources civiles. Le manuel CAMSAR cite, à titre d'exemple de situations CATMAR possibles, l'évacuation en masse d'une plate-forme pétrolière extracôtière ou l'évacuation d'un grand navire à passagers. Le protocole d'activation du plan d'urgence CATMAR est semblable à celui du plan d'urgence CATAIR¹⁸⁵. Tout aéronef SAR affecté à une intervention CATMAR est également muni de radeaux de sauvetage pneumatiques additionnels qui peuvent être lancés depuis les airs vers le navire en détresse.

1.22.2 Interventions de recherche et de sauvetage après l'échouement de l'*Akademik Ioffe*

Le vendredi 24 août 2018, à 12 h 13, l'*Akademik Ioffe* a diffusé le message de détresse signalant qu'il s'était échoué, alors que tous les effectifs aéronautiques SAR canadiens étaient en état de capacité d'intervention immédiate de niveau 1. Les navires de la GCC *Pierre Radisson* et *Amundsen* naviguaient déjà dans l'Arctique canadien dans le cadre de leur mission annuelle de réapprovisionnement et ils ont été affectés à titre d'unités SAR primaires, après une période de préparation de 30 minutes¹⁸⁶. Ils ont été chargés de la mission à 12 h 25 et à 12 h 32 respectivement. L'*Amundsen* est parti immédiatement après avoir été chargé de la mission, tandis que le *Pierre Radisson* est parti à 14 h 20. Le 25 août, à 10 h 43, le *Pierre Radisson* a été retiré de l'intervention SAR, mais il a poursuivi son itinéraire vers le lieu de l'événement à l'appui du programme d'intervention environnementale de la GCC. L'*Amundsen* a été retiré de l'intervention SAR à 14 h 58 le 25 août, lorsque le *Pierre Radisson* est arrivé sur les lieux.

¹⁸⁴ Ministère de la Défense nationale et Garde côtière canadienne, *CAMSAR : Manuel canadien de recherche et de sauvetage aéronautiques et maritimes*, Édition combinée – Volumes I, II et III (Français), B-GA-209-001/FP-001, MPO 5449 (entré en vigueur le 3 janvier 2017), sous-section 5.02, *Plans d'urgence en cas de catastrophe aéronautique*.

¹⁸⁵ Ibid., sous-section 5.03, *Plans d'urgence en cas de catastrophe maritime*.

¹⁸⁶ Ibid., Volume I, Chapitre 2 : Éléments du système SAR, paragraphe 2.11.1.

Deux heures après le lancement de l'intervention SAR, alors que le personnel du JRCC était préoccupé par le fait que l'on tentait de remettre à flot l'*Akademik Ioffe* et que les personnes à bord pourraient devoir abandonner le navire, le plan d'urgence CATAIR a été activé. Le plan d'urgence CATMAR a été activé 37 minutes plus tard. Étant donné que toutes les ressources aériennes SAR étaient postées à leurs bases aériennes respectives de Winnipeg, Trenton, Gander et Greenwood, on prévoyait des vols de plusieurs heures et on a sollicité l'aide d'équipages de conduite de relève et de spécialistes SAR qui se trouvaient chez eux à ce moment-là.

Les aéronefs CC130H Hercules faisant partie des unités de recherche et sauvetage (SRU) 332-424, 333-435 et 343-413 ont un rayon d'action maximal de 7222 km, et les 2 premiers ont volé directement de leurs bases aériennes respectives jusqu'au lieu de l'événement sans arrêt d'avitaillement. Les hélicoptères CH149 Cormorant des SRU 905-103 et 910-413 ont un rayon d'action maximal de 1018 km, et chaque hélicoptère a dû être avitaillé dans différents aérodromes le long de l'itinéraire.

La SRU 332-424 a été affectée à l'intervention à 12 h 55, a décollé à 13 h 59 de Trenton et est arrivée sur les lieux de l'échouement à 20 h 21, soit 6 heures et 22 minutes après avoir quitté la base aérienne. La SRU 332-424 a quitté la scène à 22 h 10, puis s'est rendue à Rankin Inlet où elle a atterri à 23 h 51 pour permettre l'avitaillement et pour accorder du repos à l'équipage. Elle a décollé à 14 h 03 le 25 août et a atterri à 18 h 41 à Trenton.

La SRU 333-435 a été chargée de sa mission le 24 août à 12 h 55, a décollé à 17 h 40 de Winnipeg et est arrivée sur les lieux à 22 h 10, soit 4 heures et 30 minutes après avoir quitté la base aérienne. Le 25 août, à 0 h 50, le JRCC Trenton a suspendu l'aéronef; il s'est rendu à Rankin Inlet pour être avitaillé en carburant, où il a atterri à 2 h 30. Il a décollé de Rankin Inlet à 3 h 35 pour reprendre ses fonctions SAR et a été retiré de l'intervention SAR de l'*Akademik Ioffe* à son arrivée à Winnipeg à 7 h 05.

Le 24 août à 13 h 30, la SRU 343-413 a été chargée de transporter des équipages de relève vers l'Arctique canadien; elle a décollé de Greenwood à 17 h 43. L'aéronef a atterri à Gander à 21 h 31, a décollé à nouveau à 22 h 56 et a atterri à Iqaluit à 2 h 48 le 25 août. Il a décollé à 5 h 04 d'Iqaluit en direction de Greenwood et a été retiré de l'intervention SAR au moment où il a atterri à 8 h 48 à Greenwood.

La SRU 905-103 a été chargée d'intervenir le 24 août à 13 h 45 et a décollé à 15 h 20 de Gander. Elle a atterri à Goose Bay (Terre-Neuve-et-Labrador) à 18 h 15 pour avitailler l'aéronef en carburant, elle a décollé à nouveau à 19 h 02; elle a atterri une fois de plus à Kuujuaq (Québec) à 22 h 15 pour avitaillage, puis est partie à 22 h 59, pour ensuite atterrir à Iqaluit à 1 h 43 le 25 août. La SRU 905-103 a regagné sa base le 28 août.

La SRU 910-413 a été chargée d'intervenir le 24 août à 13 h 45 et a décollé à 15 h 55 de Greenwood. Elle a atterri à Sept-Îles (Québec) à 18 h 27 pour avitaillage en carburant et a décollé à nouveau à 19 h 56. L'aéronef a atterri à Kuujuaq à 23 h 23 pour être avitaillé en carburant, et il a décollé à nouveau à 0 h 08 le 25 août, pour atterrir à Iqaluit à 2 h 58. La

SRU 910-413 a été retiré de l'intervention SAR à 9 h 55. La SRU 910-413 a regagné sa base le 28 août.

Le JRCC Trenton a déclaré l'intervention SAR liée à l'événement entourant l'*Akademik Ioffe* terminée le 29 août à 13 h 13 (19 h 13 UTC).

1.23 **Autres événements**

Le 29 août 1996, le navire à passagers *Hanseatic* s'est échoué dans le détroit de Simpson pendant son passage de Gjoa Haven (Nunavut) à Resolute Bay (Nunavut).

Entre 2000 et 2018, 74 événements mettant en cause l'échouement ou le contact avec le fond dans l'Arctique canadien ont été signalés au BST, y compris l'événement à l'étude. Six de ces événements mettaient en cause des navires à passagers. Quatre des événements mettant en cause des navires à passagers se sont produits dans le fleuve Mackenzie (Territoires du Nord-Ouest); les 2 autres événements, mettant en cause le *Clipper Adventurer* (2010) et l'*Akademik Ioffe* (2018), ont été les seuls événements survenus au cours de cette période où des navires à passagers ont échoué dans l'archipel Arctique canadien.

De plus, le 23 août 2019, le yacht nolisé *Hanse Explorer* s'est échoué dans le bras Admiralty (île de Baffin) au large de l'île Peter Richards (Nunavut) avec 26 personnes à bord.

Enfin, plusieurs événements semblables à celui à l'étude ont été signalés dans les eaux canadiennes non arctiques et étrangères.

Une liste exhaustive des événements antérieurs et leurs résumés figure à l'annexe C.

2.0 ANALYSE

L'analyse portera sur les facteurs qui ont mené à l'échouement de l'*Akademik Ioffe*, ainsi que sur la planification du voyage et sur l'évaluation des risques, sur les quarts de navigation et sur les pratiques de gestion des ressources à la passerelle (GRP) et sur les pratiques de gestion de la sécurité des passagers. Elle portera également sur les questions relatives à la cartographie des eaux arctiques canadiennes, à l'approbation de la route du voyage dans l'Arctique et aux ressources de recherche et de sauvetage exploitées dans l'Arctique canadien.

2.1 Facteurs qui ont mené à l'échouement du navire

En raison des conditions météorologiques relevées aux îles Hecla et Fury, l'*Akademik Ioffe* a dévié de son plan de voyage initial pour se diriger vers la baie Lord Mayor, à l'ouest des îles Astronomical Society. Le capitaine devait soumettre un compte rendu de déviation à Transports Canada (TC), par l'entremise des services de trafic maritime du Nord canadien (NORDREG), qui a accusé réception de la déviation demandée et l'a approuvée en fonction des conditions des glaces existantes dans la région, conformément à son mandat.

Dans son évaluation du nouveau plan de voyage, le capitaine s'est appuyé sur une carte canadienne, mais il ne savait pas que la carte contenait des données bathymétriques désuètes et partielles, même si la carte portait cette indication. Il s'est également appuyé sur les instructions de navigation russes pour déterminer les profondeurs de l'eau le long de la route prévue, mais ces instructions ne fournissaient pas d'avertissement précis sur la zone de l'événement. Lors de la préparation du nouveau plan de voyage fondé sur la carte canadienne et les instructions de navigation russes, le capitaine a conclu que la profondeur d'eau la plus faible que le navire pourrait rencontrer était de 50 m. Par conséquent, il n'a pas pris de précautions additionnelles.

En raison de la houle de travers et des vents, l'équipe à la passerelle, composée d'un officier de quart (OQ) et d'un timonier, a dû manœuvrer l'*Akademik Ioffe* à une vitesse d'environ 8 nœuds pour maintenir la gouverne. Le pilote automatique n'était pas efficace dans de telles conditions météorologiques, et le timonier devait donc gouverner le navire à la main. Pendant qu'il gouvernait le navire, le timonier ne faisait plus office de vigie. L'OQ était donc la seule personne à agir à titre de vigie tout en surveillant les instruments de navigation à la passerelle. À mesure que le navire entrait dans le passage entre la péninsule de Ross et les îles Astronomical Society, du personnel de quart additionnel pour aider l'équipe à la passerelle n'a pas été affecté ni demandé, comme l'exigeaient les procédures d'exploitation normalisées (SOP) du système de gestion de la sécurité (SGS) du navire.

Pendant la traversée du passage, l'OQ effectuait plusieurs tâches en même temps, le timonier était occupé à diriger le navire, et aucun autre membre d'équipage n'était chargé de surveiller les échosondeurs et d'occuper le poste de vigie. Par conséquent, ils n'ont pas remarqué une diminution constante de la profondeur de l'eau sous quille. Le capitaine, qui se trouvait à la passerelle pour s'acquitter de fonctions administratives, n'a pas non plus

remarqué cette diminution. Les alarmes sonores et visuelles de faible profondeur des 2 échosondeurs avaient été désactivées. Au moment où l'OQ a remarqué la diminution de la profondeur de l'eau sur l'écran de l'échosondeur et a confirmé l'information, il était trop tard pour que l'équipe à la passerelle prenne des mesures d'évitement et le navire, en raison de sa vitesse de 7,6 nœuds, s'est échoué sur un haut-fond rocheux non cartographié.

Le capitaine a tenté de dégager le navire du haut-fond rocheux en utilisant la propulsion du navire, ce qui a aggravé les avaries à la coque. Par la suite, le navire a diffusé un appel de détresse 60 minutes après l'échouement.

En raison de l'emplacement éloigné du lieu de l'événement, la première unité de recherche et sauvetage (SRU) aérienne est arrivée au-dessus des lieux plus de 8 heures après l'appel de détresse. Étant donné que le navire était stable et que la marée du soir l'avait remis à flot, les passagers ont été évacués le lendemain matin, une fois l'arrivée de l'*Akademik Sergey Vavilov* 18 heures après l'échouement. Environ 2 heures et 31 minutes plus tard, le navire de la Garde côtière canadienne (GCC) *Amundsen* est arrivé.

2.2 Planification du voyage et évaluation des risques

Lorsqu'il s'agit d'élaborer le plan de voyage d'un navire près du littoral ou en haute mer, plusieurs lignes directrices et règlements s'appliquent à l'État côtier, à l'État du pavillon et au niveau international. L'équipage du navire doit également consulter tous les renseignements de navigation disponibles fournis pour toutes les zones du passage prévu, y compris les avis à la navigation; les avis aux navigateurs; les télex de navigation; les listes des feux, bouées et signaux de brume; les aides radio à la navigation; les instructions de navigation; et les informations fournies par les cartes de navigation pertinentes (en format papier ou électronique). Ces publications fournissent aux navigateurs de l'information essentielle sur les dangers pour la navigation; cette information est utilisée pour évaluer le passage prévu.

On sait que la plupart des eaux entourant l'archipel Arctique canadien n'ont pas de levés adéquats ou qu'elles ont été sondées en employant des normes désuètes; ce fait est reconnu par le Service hydrographique du Canada (SHC). La principale mesure d'atténuation des risques adoptée par les navires qui traversent cette zone est la tendance à naviguer dans les principaux couloirs maritimes (appelés couloirs de navigation à faible impact). Les navires qui naviguent à l'extérieur de ces couloirs de navigation transportent parfois un sonar orienté vers l'avant afin d'atténuer le risque associé à un transit dans des eaux inconnues. Même si les sonars orientés vers l'avant ne peuvent à eux seuls garantir la sécurité d'un navire dans des eaux mal cartographiées, ils peuvent servir d'outil supplémentaire pour assurer la sécurité de la navigation. Bien qu'il y ait des avantages évidents, ces systèmes comportent également des limites, car ils nécessitent d'être familier avec ces instruments particuliers et formé à leur utilisation, et une intégration aux systèmes de navigation existants.

Dans l'événement à l'étude, le capitaine a élaboré le plan de voyage de l'*Akademik Ioffe* pour diriger le navire vers les îles Astronomical Society. Le capitaine a utilisé la carte 7502 du

SHC, qui indiquait que les données bathymétriques pour la carte étaient de type reconnaissance¹⁸⁷ et recueillies à partir de levés ponctuels réalisés entre 1984 et 1992 à des intervalles de 2000 m, et que la nature et la profondeur du fond marin entre les levés était inconnues. La carte indiquait 3 points de levé dans le passage entre la péninsule de Ross et les îles Pearson et Astronomical Society, avec des profondeurs d'au moins 67 m, et le point de passage le plus restreint entre les masses terrestres était d'environ 1,5 NM sans haut-fond signalé. Le capitaine a ainsi conclu que le dégagement sous quille était suffisant et qu'il n'y avait aucune obstruction pour la traversée du passage. Par conséquent, le capitaine n'a pas pris de précautions additionnelles.

Même s'il n'y a pas eu d'avis à la navigation, d'avis aux navigateurs ou de téléx de navigation pour la zone en question au moment de l'événement, l'équipage disposait de suffisamment de renseignements pour établir que les eaux du passage étaient largement inconnues et pour soupçonner que les profondeurs mentionnées sur la carte ne reflétaient pas fidèlement les profondeurs réelles sur l'ensemble du passage. Aucun des membres de l'équipage de l'*Akademik Ioffe* n'avait navigué dans la zone auparavant, de sorte que des précautions additionnelles auraient probablement contribué à effectuer un transit sécuritaire et à gérer des dangers de navigation imprévus.

Dans une telle situation, les bonnes pratiques maritimes générales dictent :

- d'affecter du personnel de quart additionnel pour aider l'OQ à gouverner le navire et à surveiller les instruments de navigation, comme les échosondeurs;
- de régler l'alarme sonore de faible profondeur d'eau à 50 m sur les 2 échosondeurs;
- d'attendre que les conditions météorologiques s'améliorent avant de s'engager dans le passage, conformément à la résolution A.893(21) de l'OMI sur la planification des voyages, qui recommande de maintenir une vitesse sécuritaire en naviguant à proximité de dangers potentiels pour la navigation;
- que dans des conditions météorologiques favorables, tenir une vitesse de maintien de la gouverne inférieure à environ 8 nœuds accorde à l'équipe à la passerelle plus de temps pour se créer un modèle mental de la diminution du dégagement sous quille, et lui permet de prendre les mesures d'évitement nécessaires, comme de ralentir, d'arrêter ou de faire demi-tour;
- de tenir compte du manque de fiabilité de la bathymétrie sur la carte et de présumer que les renseignements ne sont pas forcément fiables;
- d'envisager un autre passage, même s'il est plus long à la fois en matière de distance et de durée de transit. Une autre route au nord des îles Astronomical Society était disponible, avec des eaux plus profondes, un passage plus large et aucun haut-fond signalé.

¹⁸⁷ Pêches et Océans Canada, Service hydrographique du Canada, carte 7502, *Northwest Territories - Gulf of Boothia and/et Committee Bay*, édition du 31 juillet 1998.

L'équipage naviguait à bord de l'*Akademik Ioffe* vers des destinations choisies par le représentant à bord de One Ocean Expeditions, le chef de l'expédition. Le chef de l'expédition avait le pouvoir de demander des ajustements à la route du navire en fonction des conditions prévalentes, afin d'optimiser l'expérience des passagers. En conséquence, si une route devenait impraticable, le chef de l'expédition avait plusieurs plans d'urgence informels vers d'autres destinations, et il a effectué des ajustements en temps réel en collaboration avec le capitaine.

La nature de la relation commerciale entre le propriétaire d'un navire et l'affrètement peut avoir incité le capitaine à suivre les recommandations de l'affrètement concernant la nouvelle route proposée. Le fait que le navire ait participé à une croisière d'expédition de luxe onéreuse a peut-être ajouté à cette pression.

Comme les conditions prévalant étaient imprévisibles, la route du navire pouvait également changer rapidement, et le capitaine devait évaluer la faisabilité d'un nouveau plan de voyage dans un délai très limité. Toutefois, il avait plus de 3 heures pour examiner comment il allait exécuter le plan, y compris la traversée d'un passage étroit dans une zone où il naviguait pour la première fois. Dans l'événement à l'étude, le capitaine a décidé de naviguer dans une zone insuffisamment sondée sans prendre de mesures d'atténuation, comme l'affectation de personnel de quart additionnel pour aider l'équipe à la passerelle.

Si l'équipage d'un navire effectue la planification et l'évaluation d'un passage en se fondant sur des données de navigation incomplètes et peu fiables sans prendre des mesures d'atténuation, il y a un risque accru pour la sécurité du navire et des personnes à bord.

2.3 Veille de navigation

En haute mer, dans des conditions de trafic et météorologiques normales, un navire comme l'*Akademik Ioffe* peut être dirigé par une équipe à la passerelle composée d'un OQ et d'un timonier; il est raisonnable de présumer que 2 personnes seraient suffisantes pour surveiller et utiliser efficacement tous les instruments de navigation, tout en jouant un rôle de vigie. Toutefois, conformément aux bonnes pratiques maritimes, aux lignes directrices de l'industrie¹⁸⁸ et aux SOP d'IO RAS, lorsqu'un navire traverse des eaux restreintes comme le passage entre la péninsule de Ross et les îles Astronomical Society, l'équipe à la passerelle du navire doit être secondée par du personnel de quart additionnel, si nécessaire.

Dans l'événement à l'étude, même après l'entrée de l'*Akademik Ioffe* dans le passage entre la péninsule de Ross et les îles Astronomical Society, l'OQ n'a pas demandé à du personnel de quart additionnel d'aider l'équipe pour la surveillance des instruments de navigation et pour effectuer une vigie, et le capitaine n'a pas assigné du personnel à ces tâches. Avec des vents et de la houle de travers qui exigeaient une vitesse d'environ 8 nœuds pour maintenir la gouverne du navire, on a donné l'ordre au timonier de gouverner le navire à la main, et l'OQ assumait seul les rôles de navigateur et vigie. À ce titre, l'OQ était la seule personne à

¹⁸⁸ Résolution A.893(21) de l'Assemblée de l'OMI et *Bridge Procedures Guide* de la Chambre internationale de la marine marchande.

remplir les fonctions de quart à la passerelle et devait effectuer plusieurs tâches; il devait ainsi porter son attention sur chaque instrument de navigation pendant une période limitée, et il n'était pas en mesure de surveiller continuellement les renseignements obtenus par les 2 échosondeurs du navire.

Les instruments de navigation obligatoires, comme les échosondeurs, sont munis d'alarmes sonores réglables, de sorte que les données essentielles, comme la faible profondeur d'eau sous quille, ne passent pas inaperçues auprès de l'équipe à la passerelle. Les officiers de quart à la passerelle et les matelots à bord de l'*Akademik Ioffe* ont jugé que les alarmes sonores étaient dérangeantes; elles ont donc été volontairement désactivées pour les 2 échosondeurs. Les alarmes sont restées désactivées en tout temps et lors de tous les quarts, y compris au moment de l'événement. Par conséquent, les notifications essentielles ont été éliminées de la boucle de rétroaction des renseignements auxquels l'OQ avait accès au moment de la navigation.

Sans surveillance continue des 2 échosondeurs du navire et sans alarmes sonores actives, l'OQ ne disposait d'aucun avertissement quant à la diminution graduelle de la profondeur de l'eau sous quille et il n'a constaté cette diminution que 35 secondes avant l'échouement du navire.

À mesure que le navire avançait, la profondeur sous quille est passée de 100 m à 50 m en 2 minutes et 30 secondes, et il a fallu 1 minute et 34 secondes de plus pour que le navire s'échoue. Si une alarme sonore de faible profondeur d'eau avait été réglée à 50 m sur l'un ou l'autre des 2 échosondeurs, soit le dégagement minimal sous quille établi dans le plan de voyage, l'OQ aurait eu 1 minute et 34 secondes pour prendre des mesures d'évitement pour ne pas heurter le haut-fond rocheux. Au lieu de cela, au moment où l'attention de l'OQ a été portée vers l'un des échosondeurs, il ne restait plus que 35 secondes pour confirmer l'information reçue, établir un modèle mental du danger imminent et entreprendre une action d'évitement avant l'échouement du navire.

Étant donné que le nouveau plan de voyage avait été approuvé par le capitaine et TC, il est possible que les membres de l'équipe à la passerelle aient supposé que la route du navire était située le long d'un couloir sécuritaire, ce qui a réduit le degré de vigilance pendant la navigation.

Avant l'échouement, le navire naviguait en plein jour, avec une visibilité de 5 NM et en se référant principalement à une carte de navigation électronique (CNE) affichée sur les systèmes électroniques de visualisation des cartes marines (ECDIS) à la passerelle. L'OQ avait reçu une formation obligatoire sur l'ECDIS et possédait les compétences nécessaires pour l'utiliser.

Un autre facteur qui a contribué au faux sentiment de l'OQ d'avoir suffisamment d'espace de manœuvre a été que l'échelle de la CNE était réduite à 1:250 sur l'ECDIS, par rapport à la carte papier correspondante, qui était à l'échelle 1:500000. Cette échelle réduite a donné l'impression que le navire traversait un plus grand passage côtier exempt d'obstacles et éloigné des rivages opposés, plutôt qu'un passage comportant plusieurs hauts-fonds et

rochers submergés à proximité. L'important agrandissement affiché sur la CNE a compromis la capacité de l'OQ à comprendre à temps les risques reliés à la faible profondeur du fond marin pour prendre des mesures efficaces.

Depuis l'introduction des cartes électroniques, les modes de transport aérien et maritime ont connu une augmentation des incidents mettant en cause ces cartes et leurs fonctions d'agrandissement. Ces fonctions peuvent exclure par inadvertance des renseignements essentiels et avoir des répercussions sur les attentes de l'utilisateur quant à sa position dans un espace opérationnel.

Si les instruments de navigation à la passerelle ne sont pas utilisés de façon optimale et que les dispositifs de sécurité automatiques, comme les alarmes, sont désactivés, il y a un risque qu'une équipe à la passerelle ne puisse pas accéder à des renseignements essentiels, surtout dans des situations où les conditions de navigation créent une charge de travail élevée pour les membres de l'équipe à la passerelle.

De plus, si la composition de l'équipe à la passerelle est inadéquate pendant les périodes de charge de travail élevée, par exemple lorsqu'il s'agit de traverser des eaux restreintes, il y a un risque que des paramètres critiques de navigation, comme la profondeur de l'eau sous quille, ne soient pas correctement surveillés, ce qui compromet la sécurité du navire.

2.4 Sécurité des passagers

2.4.1 Séances de familiarisation sur les mesures de sécurité destinées aux passagers

Selon la *Convention internationale de 1974 pour la sauvegarde de la vie humaine en mer* (SOLAS), les passagers nouvellement embarqués doivent participer à des exposés sur la sécurité et à un exercice de rassemblement avant ou immédiatement après le départ du navire. Avant 2015, des exposés de sécurité à l'intention des passagers et un exercice de rassemblement pouvaient avoir lieu dans les 24 heures suivant l'embarquement des passagers; à la suite de l'événement de 2012 mettant en cause le navire de croisière *Costa Concordia*, la Convention SOLAS a été modifiée afin d'exiger des exposés et un exercice de rassemblement des passagers avant ou immédiatement après le départ. La liste de vérification de la sécurité des passagers de l'*Akademik Ioffe* n'avait pas été modifiée depuis 2015 et ne reflétait pas les dernières exigences de la Convention SOLAS.

Le capitaine a reporté l'exercice obligatoire de rassemblement avant le départ et l'exposé de sécurité parce que les passagers et le chef de l'expédition étaient fatigués à la suite du long voyage de leur pays d'origine jusqu'au navire à Kugaaruk (Nunavut). Plutôt que de prendre part à un exposé expliquant comment endosser un gilet de sauvetage, la signification des alarmes sonores et des signaux d'urgence, l'emplacement des voies d'évacuation et des postes de rassemblement, et la procédure d'embarquement dans les embarcations de sauvetage, les passagers ont reçu un exposé portant sur le mal de mer, les dangers à bord du navire, les portes, les échelles et les escaliers, et la désinfection de base. Même si la liste de vérification de la sécurité des passagers de l'*Akademik Ioffe* indiquait que les passagers et le

personnel de l'expédition avaient été informés et rassemblés au plus tard à 20 h 30 le 23 août 2019, soit immédiatement après l'embarquement, l'enquête a établi que l'exercice de rassemblement et l'exposé de sécurité ont en réalité été effectués le lendemain matin, soit dans les 12 heures qui ont suivi le départ après l'embarquement, et à l'encontre des exigences de la Convention SOLAS.

Si une situation d'urgence s'était produite à bord du navire pendant qu'il était en mer la nuit précédant l'échouement, aucun des passagers n'aurait été au courant de la façon d'endosser un gilet de sauvetage, de l'emplacement des voies d'évacuation du navire, des issues de secours, de l'emplacement des postes de rassemblement, et de la procédure d'embarquement dans les embarcations de sauvetage.

Si les passagers ne sont pas familiers avec les dispositifs de sauvetage à bord du navire dès leur embarquement et avant le départ en mer, ils risquent de ne pas être en mesure de réagir adéquatement en cas de situation d'urgence, si une telle situation devait se présenter au début du voyage.

L'équipage était responsable de la sécurité du navire au quotidien et de la conformité à la réglementation à bord du navire, y compris la prestation aux passagers d'exposés de sécurité avant le départ. Toutefois, à bord de l'*Akademik Ioffe*, le personnel de l'expédition avait été chargé de façon informelle de coordonner la sécurité des passagers pendant le voyage et on avait présenté un exposé de sécurité aux passagers au nom de l'équipage du navire.

Les membres du personnel de l'expédition avaient élaboré des documents de sécurité et du matériel de formation pour les passagers à bord de l'*Akademik Ioffe*, en fonction de leur propre perception des questions de sécurité des passagers, et ces documents de sécurité n'étaient pas contrôlés par l'équipage du navire ou la direction à terre. Malgré leurs connaissances et leur expérience, les membres du personnel de l'expédition ne font pas partie du personnel maritime certifié; il est possible qu'ils ne possédaient pas de connaissances en matière de processus et de procédures maritimes et propres au navire, tout comme ils ne possédaient pas forcément de connaissances au sujet des fonctions et des limites des systèmes de sécurité à bord d'un navire donné. Sans une entente documentée entre les officiers supérieurs du navire et le personnel de l'expédition pour la prestation du programme de sécurité, les occasions d'améliorer la préparation aux situations d'urgence, comme les stratégies de communication et les attentes en matière de coordination des passagers, ont été manquées.

La structure et le contenu des exposés de sécurité des passagers variaient d'un membre du personnel de l'expédition qui les fournissait à l'autre. Les sujets abordés lors des exposés étaient le mal de mer, l'hygiène à bord, le gilet de sauvetage SOLAS, les urgences médicales, les portes, les escaliers, les risques de trébucher, le lavage des mains, les passerelles, les Zodiac et la sécurité face aux phoques et aux ours polaires.

L'enquête a permis de déterminer que les sujets obligatoires mentionnés dans la Convention SOLAS, notamment la sécurité incendie et le sauvetage, n'étaient pas

systématiquement abordés. De plus, en raison du bruit du vent, certains passagers n'ont pas pu entendre le personnel de l'expédition, car l'exposé verbal de sécurité avait été présenté sur le pont extérieur près de l'embarcation de sauvetage. Le personnel de l'expédition n'a pas confirmé que tous les renseignements présentés dans l'exposé avaient bien été compris par l'ensemble des passagers, ce qui confirme le manque d'uniformité dans la façon de diffuser aux passagers des renseignements essentiels sur la sécurité.

Si des exposés de sécurité et des séances de familiarisation à la sécurité des passagers sont planifiés et donnés par du personnel non certifié plutôt que par des membres d'équipage qualifiés, il y a un risque que ce processus de familiarisation important comporte des lacunes et que cela nuise à la préparation des passagers aux situations d'urgence.

2.4.2 **Gestion des urgences et procédures d'urgence**

Un système d'aide à la décision (SAD) est un outil de sécurité requis au titre de la Convention SOLAS pour les navires à passagers. Il a été démontré que cet outil est une ressource centrale d'accès rapide pour les capitaines de navires en matière de gestion de toute urgence prévisible à bord d'un navire ou une combinaison d'urgences simultanées à bord d'un navire.

Le SAD à bord de l'*Akademik Ioffe* n'incluait pas de procédures d'urgence si le navire heurtait le fond ou s'il s'échouait. Toutefois, le SGS du navire comprenait une liste de vérification après échouement qui a été utilisée par l'équipage dans l'événement à l'étude. Au cours de l'événement, le capitaine a dû effectuer une recherche dans le catalogue de listes de vérification du navire pour trouver et suivre cette liste de vérification particulière, plutôt que de se contenter de consulter le SAD, qui était plus accessible. L'enquête n'a pas permis de déterminer si ce délai avait eu une incidence négative sur la rapidité et l'efficacité de la réponse après l'échouement.

Si les outils de sécurité essentiels, comme les procédures d'urgence et les systèmes d'aide à la décision, ne sont pas optimisés pour être utilisés par les membres de l'équipage en cas d'urgence ou en cas d'urgences simultanées, il y a un risque que leur intervention ne soit pas coordonnée.

À la suite d'un échouement, des tentatives de remise à flot d'un navire à l'aide de sa propulsion ne devraient être entreprises que si le navire est en danger immédiat de défaillance structurale catastrophique ou d'aggravation des brèches dans la coque. Autrement, toute tentative de remise à flot d'un navire à l'aide de sa propulsion peut endommager (davantage) la structure dudit navire, et celui-ci peut chavirer ou couler une fois qu'il n'est plus soutenu par l'objet sur lequel il s'était échoué. En précisant que le capitaine doit tenter de remettre le navire à flot en utilisant sa propulsion, la liste de vérification après échouement de l'*Akademik Ioffe* ne respectait pas les pratiques maritimes reconnues pour intervenir à la suite de l'échouement du navire. Toutefois, la liste de vérification après échouement indiquait et précisait les mesures d'urgence initiales à prendre avant de tenter de remettre le navire à flot, comme l'activation de l'alarme générale, l'ordre de se rendre aux postes de rassemblement immédiatement donné à tout le

monde à bord et la diffusion d'un message de détresse à l'aide du Système mondial de détresse et de sécurité en mer (SMDSM) du navire. Ces mesures respectent les normes de l'industrie.

Dans l'événement à l'étude, le capitaine a tenté de remettre le navire à flot depuis le haut-fond rocheux en utilisant la propulsion du navire immédiatement après son échouement, plutôt que de suivre les mesures d'urgence initiales prescrites dans la liste de vérification. Bien que ces mesures étaient conformes aux SOP du navire, elles étaient contraires aux bonnes pratiques maritimes et aux normes de l'industrie, qui exigent d'abord des évaluations appropriées de la stabilité et de l'intégrité de la coque du navire. Compte tenu des bruits forts et des puissantes vibrations que toutes les personnes à bord ont perçus, alors que le capitaine utilisait la propulsion pour dégager l'*Akademik Ioffe* du haut-fond, les tentatives du capitaine ont endommagé davantage le bordé extérieur et la structure de la coque du navire.

De plus, si la tentative de remise à l'eau entreprise par le capitaine avait été couronnée de succès, le navire aurait pu chavirer ou couler après la perte de son appui sur le haut-fond rocheux. En essayant de dégager le navire immédiatement après l'échouement plutôt que d'évaluer la stabilité et l'intégrité de la coque, le capitaine a involontairement compromis la sécurité du navire et des personnes à son bord. De plus, aucune tentative n'a été faite pour empêcher le navire de se remettre à flot de lui-même à la marée montante au cours des heures qui ont suivi.

Dans l'événement à l'étude, si le navire avait chaviré ou coulé, la décision du capitaine de ne pas activer l'alarme générale aurait pu retarder et entraver l'évacuation ordonnée des passagers, étant donné que les passagers ne s'étaient pas rendus aux postes de rassemblement, n'étaient pas convenablement habillés pour le temps froid et n'avaient pas revêtu de gilet de sauvetage lorsque le capitaine a tenté de remettre le navire à flot. Plusieurs minutes sont nécessaires pour préparer les passagers à abandonner le navire et cette procédure doit être amorcée dès qu'un incident justifiant l'abandon survient.

En cas d'urgence, fournir aux passagers des renseignements concis et fiables, ainsi que des instructions claires et simples, leur permet de se créer un modèle mental de la situation. Communiquer avec les passagers de cette façon renforce également leur résilience et les prépare à réagir face à l'urgence. Même si certains passagers peuvent figer ou paniquer lorsqu'ils sont informés d'une situation d'urgence, il n'en reste pas moins que la majorité ressentirait un soulagement en voyant que l'équipage maîtrise la situation et qu'une intervention adéquate est en préparation. Les passagers qui sont confiants à cet égard sont plus susceptibles de suivre les instructions de l'équipage. Dans l'événement à l'étude, les efforts visant à dégager le navire du haut-fond ont pris le pas sur les préparatifs d'une éventuelle évacuation.

Le capitaine ne voulait pas provoquer de panique parmi les passagers et il s'est donc abstenu d'activer l'alarme générale. Il a utilisé le système de sonorisation pour donner l'ordre aux membres de l'équipage de préparer les embarcations de sauvetage en vue d'un

possible abandon, en s'adressant à eux en russe plutôt qu'en anglais afin de ne pas alarmer les passagers. Selon la compréhension du capitaine, l'ordre de se rendre aux postes de rassemblement n'était donné aux passagers qu'en cas d'incendie ou de naufrage. Le fait de dissimuler des renseignements aux passagers, surtout lorsqu'ils perçoivent des indices provenant de l'équipage à l'effet que quelque chose qui ne va pas, peut créer de l'anxiété, du stress et peut même inciter certains passagers à agir de manière irrationnelle pour tenter d'assurer leur propre sécurité.

Alors que l'*Akademik Ioffe* s'échouait, les passagers ont senti le navire s'arrêter brusquement, vibrer et gîter soudainement à tribord. Ils ont aussi constaté que de l'eau contaminée par des hydrocarbures était pompée par-dessus bord et une activité accrue de l'équipage, certains membres d'équipage portant des gilets de sauvetage et préparant les dispositifs de sauvetage du navire. La dissimulation de renseignements et d'instructions claires a semé la confusion chez les passagers et a engendré de la tension, plutôt que de les rassurer. Sans modèle mental commun, les passagers avaient des perceptions et des réactions différentes à l'égard de l'événement. Afin d'en savoir plus sur la situation et en vue de rassurer les passagers, le chef de l'expédition s'est rendu à la passerelle pour s'entretenir avec le capitaine. Éventuellement, le chef de l'expédition a fini par demander la permission au capitaine d'informer directement les passagers de la situation en anglais, étant donné l'inquiétude et l'anxiété croissantes chez ces derniers.

Le capitaine a autorisé le chef de l'expédition à s'adresser aux passagers en anglais à l'aide du système de sonorisation. Dans son message, il a communiqué à l'insu du capitaine des renseignements inexacts en disant qu'il n'y avait pas de brèche dans la coque, puis il a demandé aux passagers de garder leur position et d'attendre d'autres instructions. La 2^e annonce du chef de l'expédition, diffusée 17 minutes après l'échouement, informait les passagers que le navire s'était échoué, que la coque n'avait pas été endommagée et que le capitaine utiliserait les propulseurs du navire pour le dégager. Le chef de l'expédition a une fois de plus demandé aux passagers d'attendre plus de renseignements plutôt que de leur demander de revêtir des vêtements chauds et de se rendre aux postes de rassemblement.

En cas d'urgence maritime nécessitant une aide extérieure, comme une intervention environnementale, un remorquage, une évacuation médicale (MEDEVAC), une recherche de survivants ou une lutte contre un incendie, il est essentiel de diffuser un message de détresse dès que possible afin de s'assurer que les ressources SAR et les intervenants pertinents (propriétaires de navires, autorités de l'État du port et de l'État du pavillon, etc.) soient avisés au plus tôt afin qu'ils puissent activer leurs protocoles d'intervention particuliers. Dans l'événement à l'étude, l'appel de détresse du navire à l'aide du SMDSM a été diffusé 60 minutes après l'échouement, ce qui a retardé d'une heure l'intervention de recherche et sauvetage (SAR) des autorités canadiennes.

Certains facteurs humains précis peuvent permettre de comprendre le raisonnement du capitaine derrière son intervention après l'échouement de l'*Akademik Ioffe*. Le voyage à l'étude faisait partie du premier contrat du capitaine où il commandait un navire. Avec un effectif total de 163 personnes à bord, c'était aussi la première fois que le capitaine

travaillait avec le chef de l'expédition pour effectuer un voyage qui nécessitait des révisions majeures du plan de voyage, le départ d'un port secondaire, et avec un embarquement retardé des passagers, ce qui a forcé le report des exercices de sécurité. En tant que représentant d'IO RAS, le capitaine détenait l'entière responsabilité de la sécurité de la navigation du navire, ainsi que de la supervision de chaque excursion de passagers à terre.

Compte tenu de l'expérience du capitaine, de ses responsabilités en matière de sécurité et de connaissances des passagers, du prix élevé que les passagers avaient payé pour faire partie de cette croisière d'expédition et des attentes que les passagers auraient pu avoir en conséquence, le capitaine a probablement tenu compte de l'effet négatif que l'échouement du navire (le premier jour complet du voyage) aurait eu sur sa réputation ainsi que celle d'IO RAS et de One Ocean Expeditions.

Certains facteurs culturels ont également joué un rôle dans les événements qui ont immédiatement suivi l'échouement. Le principe de la distance hiérarchique fait référence au niveau de confort de certaines cultures lorsque les gens travaillent dans des systèmes où la direction est rarement remise en question ou contestée; ce principe s'appuie sur le fait que l'équipe à la passerelle n'a pas remis en question ou contesté les SOP et les décisions et actions du capitaine. L'urgence et la détermination du capitaine à remettre le navire à flot illustrent le principe de la rationalité locale. Du point de vue du rendement humain, les efforts du capitaine après l'échouement constituaient probablement une résolution de problèmes réactive fondée sur son manque d'expérience plutôt que sur un manque de compétences.

Si les mesures d'urgence appropriées ne sont pas prises après un événement, il y a un risque de conséquences néfastes sur la navigabilité du navire ou sur la sécurité de ses passagers et de son équipage.

De plus, si les passagers ne reçoivent pas de renseignements concis et d'instructions claires pendant une situation d'urgence à bord, il y a un risque que ces derniers deviennent confus et réagissent de manière non coordonnée, ce qui retarderait une évacuation ordonnée et compromettrait leur sécurité.

2.5 Navigation dans les eaux de l'Arctique canadien

2.5.1 Cartographie des eaux de l'Arctique canadien

Le SHC est chargé de veiller à ce que le Canada respecte ses obligations internationales en vertu de la Convention SOLAS en fournissant des services hydrographiques à l'appui de la sécurité de la navigation; et de veiller à ce que les navires transportent des cartes et des publications adéquates et à jour pour toutes les eaux intérieures et côtières du Canada, y compris dans l'Arctique canadien. L'éloignement de l'Arctique canadien, les hivers rigoureux, les états défavorables des glaces, la courte saison de navigation et la faible densité du trafic maritime expliquent le degré de ressources que le SHC a mis en place pour produire des cartes de navigation fiables couvrant ces eaux. En date de 2014, moins de 25 % des cartes papier de l'Arctique canadien étaient jugées « bonnes » par le SHC. En date

de 2019, environ 14 % des eaux de l'Arctique canadien avaient été sondées en employant des normes modernes ou adéquates.

Les navigateurs qui possèdent de l'expérience dans les eaux arctiques canadiennes savent qu'ils doivent rester dans les principaux couloirs de navigation, où les profondeurs déclarées sont fiables. Le quasi-échouement de l'*Akademik Ioffe* (annexe C) en 2008, l'échouement du *Clipper Adventurer* (annexe C) en 2010, l'échouement du *Hanse Explorer* (annexe C) en 2019, et l'événement à l'étude ont démontré que les routes des navires fondées sur des levés ponctuels peuvent être peu fiables, puisque les profondeurs et la topographie du fond océanique réelles entre les levés sont inconnues.

Sur les cartes produites avec des données de reconnaissance, le SHC note que la forme du fond marin entre les profondeurs mesurées par levé ponctuel est inconnue. De plus, lorsque la représentation du fond marin est fondée sur les routes des navires, le SHC note que l'exactitude est incertaine et qu'il n'y a aucun renseignement sur les profondeurs des 2 côtés de la route. Toutefois, comme le démontre l'événement à l'étude, des navigateurs continuent de naviguer comme si le fond marin autour d'un point de levé ou d'une route de navire avait été sondé. Cette manière de naviguer peut être atténuée par des indications plus évidentes sur les cartes des limitations des données bathymétriques.

Se basant sur les renseignements de la carte 7502, qui illustre les levés réalisés dans les limites des côtes entre la péninsule de Ross et les îles Astronomical Society, le capitaine a indiqué dans le plan de voyage révisé du navire que les eaux les moins profondes que le navire pourrait rencontrer seraient de 50 m. Cette donnée indique que le capitaine avait l'impression que les eaux du passage avaient été sondées adéquatement et que l'absence de tout haut-fond assurait la sécurité de la route prévue.

À mesure que le trafic maritime augmente dans l'Arctique canadien, le nombre d'événements maritimes risque également d'augmenter. Le SHC est conscient qu'il doit aborder les questions des données bathymétriques partielles et manquantes; il élabore actuellement de nouvelles méthodes pour recueillir des données hydrographiques qui lui permettront de produire des cartes mises à jour en fonction de normes modernes. Des technologies comme l'imagerie par satellite pourraient accélérer le processus de détection des dangers de navigation, comme les hauts-fonds, puisque le haut-fond sur lequel l'*Akademik Ioffe* s'est échoué avait été repéré avec succès à l'aide de cette technologie (annexe B). L'imagerie satellite est encore en développement et sa fiabilité est limitée dans certaines conditions. Par conséquent, cette technologie n'a pas encore été entièrement intégrée aux activités courantes du SHC.

À l'heure actuelle, le SHC effectue des sondages dans l'Arctique canadien principalement en fonction des occasions, ce qui signifie qu'il ne possède ni n'exploite de navires affectés en permanence à la collecte de données bathymétriques dans ces eaux. Au lieu de cela, le SHC utilise ce qu'on appelle des navires de passage, la plupart appartenant à d'autres organismes et ministères fédéraux, et qui sont exploités dans la région pour remplir d'autres mandats; ces navires consacrent peu de temps et d'efforts à la collecte de données pour le SHC.

En 2014, le Bureau du vérificateur général du Canada a indiqué que ce manque de données bathymétriques fiables constituait une grave lacune en matière de sécurité maritime.

Depuis, des améliorations ont été apportées. La superficie globale de l'Arctique canadien sondée au moyen de normes hydrographiques modernes ou adéquates a augmenté de 13 % entre 2014 et 2019. Le SHC prévoit de cartographier l'Arctique canadien selon des normes hydrographiques modernes à l'aide de navires de la GCC munis de sonars hydrographiques modernes; étant donné qu'il s'agit de navires de passage, il est peu probable que toutes les régions de l'Arctique canadien fassent l'objet de sondages à court terme. À l'heure actuelle, le SHC n'a pas d'échéancier pour assurer une couverture exhaustive de ces eaux qui serait conforme aux normes hydrographiques internationales modernes.

Si les eaux côtières entourant l'archipel Arctique canadien ne sont pas sondées conformément aux normes hydrographiques internationales modernes et si les cartes de navigation établies par le gouvernement sont fondées sur des données bathymétriques incomplètes, il y a un risque que les navigateurs ne disposent pas de renseignements suffisants pour naviguer en toute sécurité dans ces eaux.

Les risques associés à des cartes de navigation qui manquent de fiabilité pour les eaux entourant l'archipel Arctique canadien sont permanents et seront présents pour un certain temps. Il est donc important que des mesures d'atténuation appropriées soient mises en œuvre pour assurer la sécurité des navires exploités dans cette région.

Par exemple, l'autorité de l'État du port et du pavillon du Canada, TC, pourrait, en plus de suivre les directives des Mémoires d'entente de Paris sur le contrôle des navires par l'État du Port et du protocole d'entente de Tokyo sur le contrôle par l'État du port (ME de Paris et PE de Tokyo), et de son programme national d'inspection réglementaire, effectuer systématiquement des inspections de contrôle par l'État du port plus détaillées sur les navires battant pavillon étranger et des inspections de l'État du pavillon plus détaillées sur les navires nationaux qui ont l'intention d'entrer dans la zone NORDREG. Une inspection plus détaillée, soit dans le cadre du programme de surveillance de contrôle par l'État du port ou par l'État du pavillon, comprend normalement une vérification approfondie des SOP du navire et des vérifications du fonctionnement de divers systèmes et instruments à bord. Une telle inspection aurait normalement permis à l'inspecteur ou aux inspecteurs de constater que le système d'aide à la décision de l'*Akademik Ioffe*, que sa liste de vérification après échouement et que son plan de voyage étaient inadéquats, car ils n'étaient pas conformes à la résolution A.893(21) de l'OMI. Une inspection plus détaillée aurait également permis à l'inspecteur d'effectuer des essais fonctionnels sur les instruments à la passerelle; la constatation que les alarmes de faible profondeur avaient été volontairement désactivées sur les 2 échosondeurs aurait pu soulever des questions et un examen plus approfondi en ce qui concerne les procédures à la passerelle du navire et les pratiques de navigation de l'équipage, y compris l'utilisation de l'ECDIS.

L'*Akademik Ioffe* a fait l'objet d'une inspection de contrôle par l'État du port plus détaillée au moment de l'accostage à son premier port canadien et avant de se rendre dans l'archipel Arctique canadien; TC a eu l'occasion de noter les déficiences susmentionnées et d'obliger

leur correction avant que le navire n'entreprenne son voyage prévu. Toutefois, l'agent de contrôle par l'État du port participant n'a relevé aucune des déficiences.

Un sonar orienté vers l'avant est un outil efficace pour aider les navires à traverser en toute sécurité des eaux mal sondées, où on considère que les cartes de navigation sont peu fiables. Étant donné que certains systèmes offrent à l'équipage à la passerelle une vue tridimensionnelle du fond marin et de tout obstacle dans l'eau sur des distances allant jusqu'à 1000 m à l'avant de la proue du navire, certains navires à passagers exploités dans les eaux polaires sont munis de tels systèmes, même si leur transport n'est pas obligatoire en vertu des exigences nationales et internationales actuelles. L'utilisation de tels systèmes, combinée à d'autres instruments de navigation, peut donner aux équipes à la passerelle un avertissement quant à un danger associé à un haut-fond ou sous-marin à l'avant lorsque ces systèmes sont activement surveillés.

Tant que les eaux côtières entourant l'archipel Arctique canadien ne sont pas correctement cartographiées, et si d'autres mesures d'atténuation ne sont pas mises en place, le risque que les navires talonnent le fond de façon imprévue persiste.

2.5.2 Réglementation sur le trafic maritime dans le Nord du Canada

Les NORDREG fournissent aux navigateurs des renseignements sur les conditions de glace et les routes recommandées, et ils peuvent prendre des dispositions pour l'aide au déglacage et les interventions SAR. Les navires naviguant dans les eaux de l'Arctique canadien doivent soumettre leurs routes aux NORDREG, qui sont ensuite vérifiées par TC pour déterminer que leur cote glace est suffisante par rapport aux conditions de glace prévalant le long du passage prévu. Ni TC ni les NORDREG n'évaluent la sécurité ou la faisabilité du plan de voyage d'un navire en fonction des dangers potentiels le long de la route prévue.

À la suite de l'enquête du BST sur l'échouement du *Clipper Adventurer*, les NORDREG ont modifié leurs procédures de travail. Après avoir transféré les plans de voyage soumis par un navire à TC pour fins de vérification, et en répondant à ce navire, les NORDREG fournissent désormais tout avertissement de navigation (NAVWARN) national qui est actif pour la ou les zones qui doivent être traversées par le navire. Dans l'événement à l'étude, TC n'a pas évalué le plan de voyage de l'*Akademik Ioffe* pour déterminer les dangers qui pourraient se poser sur la navigation le long de la route prévue. Étant donné qu'aucun NAVWARN n'était actif dans la région (golfe de Boothia), les NORDREG n'ont fourni aucun avertissement à l'*Akademik Ioffe* lorsqu'ils ont transféré l'autorisation de TC d'aller de l'avant avec le nouveau plan de voyage du navire.

Même si cela ne relève pas de leur mandat actuel, si les NORDREG avaient vérifié par recoupement le plan de voyage soumis par l'*Akademik Ioffe* par rapport à la carte de navigation applicable (carte 7502 du SHC), il aurait été possible de constater que la route et la destination du navire étaient situées dans des eaux qui n'avaient pas été sondées selon des normes adéquates.

Ultimement, il incombe à l'équipage d'un navire de consulter les publications pertinentes sur la navigation et de prendre note des avertissements. Toutefois, comme la plupart des données hydrographiques sur les eaux de l'Arctique canadien ne sont pas fiables, exiger que les NORDREG rappellent aux équipages de tous les navires battant pavillon étranger et des navires canadiens qui entrent dans les zones mal sondées qu'ils doivent faire preuve de prudence lorsqu'il s'agit de se fier aux profondeurs déclarées et à l'absence apparente de dangers pour la navigation pourrait constituer une mesure d'atténuation.

Si le mandat d'un organisme de coordination et de contrôle du trafic maritime n'inclut pas les avertissements lancés aux navires pour leur indiquer de faire preuve d'une extrême prudence lorsqu'ils naviguent dans des eaux mal sondées, il y a un risque que les équipages manquent les avertissements critiques des publications officielles de navigation, ce qui compromet la sécurité de leur navire et de leur équipage.

2.5.3 Couverture de recherche et de sauvetage pour l'Arctique canadien

Les États côtiers sont chargés de fournir des services SAR efficaces aux navires en détresse dans leurs régions SAR (SRR). Au Canada, il s'agit d'une responsabilité commune aux Forces armées canadiennes (FAC) et à la GCC. Bien que les ressources aériennes soient exploitées par les FAC et que les ressources maritimes soient exploitées par la GCC, les interventions SAR sont gérées conjointement par les 2 organismes dans 3 centres conjoints de coordination de sauvetage (JRCC).

Dans l'événement à l'étude, le JRCC de Trenton (Ontario) était responsable de la gestion de l'intervention SAR à la suite de l'échouement de l'*Akademik Ioffe*, puisque l'échouement s'est produit dans la SRR du JRCC Trenton. L'intervention SAR a été amorcée dès que le JRCC Trenton a reçu le message de détresse par appel sélectif numérique (ASN) du navire. Deux organismes SAR étrangers ont également reçu le message de l'ASN et l'ont immédiatement transmis aux autorités canadiennes, démontrant l'efficacité du système mondial SAR.

Dans les minutes qui ont suivi le lancement de son intervention SAR, le JRCC Trenton a chargé plusieurs ressources aériennes et maritimes de se rendre sur les lieux de l'événement. Le navire de la GCC le plus près des lieux se trouvait à 19 heures et 26 minutes de la position de l'*Akademik Ioffe*, donc le navire le plus rapproché et prêt à venir en aide était le navire jumeau *Akademik Sergey Vavilov*. Les passagers de l'*Akademik Sergey Vavilov* étaient à terre pour effectuer une excursion et le navire n'a pas pu se mettre en route avant le retour à bord de tous les passagers.

Comme il y avait des préoccupations initiales selon lesquelles l'*Akademik Ioffe* tentait de se remettre à flot et pourrait devoir être abandonné par son équipage, le JRCC a activé ses plans d'urgence en cas de catastrophe aérienne (CATAIR) et de catastrophe maritime (CATMAR). L'activation de ces plans d'urgence entraîne des retards logistiques, car on doit d'abord récupérer le matériel requis sur son lieu d'entreposage puis le charger à bord de l'aéronef affecté à l'intervention. Puisque toutes les ressources aériennes SAR étaient positionnées sur leurs bases aériennes respectives à Winnipeg (Manitoba), Trenton, Gander (Terre-Neuve-et-Labrador) et Greenwood (Nouvelle-Écosse), des vols de plusieurs heures

étaient prévus. Il a fallu rappeler à leur base aérienne des équipages de conduite de relève additionnels et des spécialistes SAR. De plus, les 2 hélicoptères CH149 Cormorant chargés de se rendre sur place ont dû faire plusieurs arrêts d'avitaillement; ils ont par la suite été mis en attente.

Le premier aéronef SAR est arrivé sur les lieux 8 heures après l'appel de détresse de l'*Akademik Ioffe*; il a assuré une couverture aérienne en survolant le navire et en se tenant prêt à parachuter de l'équipement et des spécialistes SAR, si nécessaire. Alors que la première unité SRU commerciale (*Akademik Sergey Vavilov*) arrivait sur les lieux 17 heures et 4 minutes après l'appel de détresse, la première unité SRU de la GCC avec capacité de récupération est arrivée sur les lieux 19 heures et 45 minutes après l'appel de détresse. Si les 163 membres d'équipage, le personnel d'expédition et les passagers de l'*Akademik Ioffe* avaient été appelés à évacuer après l'échouement, ils auraient été forcés de rester sur les rives avoisinantes ou dans les dispositifs de sauvetage du navire pendant 18 heures après l'échouement, à des températures ambiantes près du point de congélation et un facteur de refroidissement éolien de jour de -5 °C.

Les FAC et la GCC ne maintiennent pas de façon permanente des ressources SAR dans l'Arctique canadien et un nombre limité de navires de la GCC sont déployés pour couvrir de grandes zones pendant la haute saison du trafic maritime dans cette région. Comme l'a démontré l'échouement du *Clipper Adventurer* survenu en 2010, où les passagers n'ont pu être évacués que 2 jours après l'événement, et dans l'événement à l'étude, où 18 heures se sont écoulées avant l'arrivée du premier navire, le manque de ressources SAR déployées dans l'Arctique canadien entraîne des retards dans les secours en cas d'événement maritime dans cette région.

Il est particulièrement important de savoir que l'Arctique canadien est une région éloignée du pays, aux conditions rigoureuses, où les températures ambiantes sont normalement basses; l'hypothermie peut affecter les survivants qui ont abandonné un navire dans les minutes suivant leur exposition à l'environnement extérieur, ce qui rend la survie difficile pour les équipages et les passagers.

Étant donné la hausse constante du volume de trafic maritime dans l'Arctique canadien, si les ressources de recherche et de sauvetage ne sont pas en mesure de fournir une aide en temps opportun en cas d'événement maritime, il y a un risque accru de conséquences néfastes pour les navires, leurs effectifs et l'environnement.

3.0 FAITS ÉTABLIS

3.1 Faits établis quant aux causes et aux facteurs contributifs

Il s'agit des conditions, actes ou lacunes de sécurité qui ont causé l'événement ou y ont contribué.

1. En raison des conditions météorologiques relevées aux îles Hecla et Fury, l'*Akademik Ioffe* a dévié de son plan de voyage initial pour se diriger vers la baie Lord Mayor, à l'ouest des îles Astronomical Society.
2. Dans son évaluation du nouveau plan de voyage, le capitaine s'est appuyé sur une carte canadienne, mais il ne savait pas que la carte contenait des données bathymétriques désuètes et partielles, même si la carte portait cette indication.
3. Lors de la préparation du nouveau plan de voyage fondé sur la carte canadienne et les instructions de navigation russes, le capitaine a conclu que la profondeur d'eau la plus faible que le navire pourrait rencontrer était de 50 m. Par conséquent, il n'a pas pris de précautions additionnelles.
4. Pendant la traversée du passage, l'officier de quart effectuait plusieurs tâches en même temps, le timonier était occupé à diriger le navire, et aucun autre membre d'équipage n'était chargé de surveiller les échosondeurs et d'occuper le poste de vigie. Par conséquent, ils n'ont pas remarqué une diminution constante de la profondeur de l'eau sous quille.
5. Les alarmes sonores et visuelles de faible profondeur des 2 échosondeurs avaient été désactivées.
6. Au moment où l'officier de quart a remarqué la diminution de la profondeur de l'eau sur l'écran de l'échosondeur et a confirmé l'information, il était trop tard pour que l'équipe à la passerelle prenne des mesures d'évitement et le navire, en raison de sa vitesse de 7,6 nœuds, s'est échoué sur un haut-fond rocheux non cartographié.
7. Le capitaine a tenté de dégager le navire du haut-fond rocheux en utilisant la propulsion du navire, ce qui a aggravé les avaries à la coque.

3.2 Faits établis quant aux risques

Il s'agit des conditions, des actes dangereux, ou des lacunes de sécurité qui n'ont pas été un facteur dans cet événement, mais qui pourraient avoir des conséquences néfastes lors de futurs événements.

1. Si l'équipage d'un navire effectue la planification et l'évaluation d'un passage en se fondant sur des données de navigation incomplètes et peu fiables sans prendre de mesures d'atténuation, il y a un risque accru pour la sécurité du navire et des personnes à bord.

2. Si les instruments de navigation à la passerelle ne sont pas utilisés de façon optimale et que les dispositifs de sécurité automatiques, comme les alarmes, sont désactivés, il y a un risque qu'une équipe à la passerelle ne puisse pas accéder à des renseignements essentiels, surtout dans des situations où les conditions de navigation créent une charge de travail élevée pour les membres de l'équipe à la passerelle.
3. Si la composition de l'équipe à la passerelle est inadéquate pendant les périodes de charge de travail élevée, par exemple lorsqu'il s'agit de traverser des eaux restreintes, il y a un risque que des paramètres critiques de navigation, comme la profondeur de l'eau sous quille, ne soient pas correctement surveillés, ce qui compromet la sécurité du navire.
4. Si les passagers ne sont pas familiers avec les dispositifs de sauvetage à bord du navire dès leur embarquement et avant le départ en mer, ils risquent de ne pas être en mesure de réagir adéquatement en cas de situation d'urgence, si une telle situation devait se présenter au début du voyage.
5. Si des exposés de sécurité et des séances de familiarisation à la sécurité des passagers sont planifiés et donnés par du personnel non certifié plutôt que par des membres d'équipage qualifiés, il y a un risque ce processus de familiarisation important comporte des lacunes et que cela nuise à la préparation des passagers aux situations d'urgence.
6. Si les outils de sécurité essentiels, comme les procédures d'urgence et les systèmes d'aide à la décision, ne sont pas optimisés pour être utilisés par les membres de l'équipage en cas d'urgence ou en cas d'urgences simultanées, il y a un risque que leur intervention ne soit pas coordonnée.
7. Si des mesures d'urgence appropriées ne sont pas prises à la suite d'un événement, il y a un risque de conséquences néfastes sur la navigabilité du navire ou sur la sécurité de ses passagers et de son équipage.
8. Si les passagers ne reçoivent pas de renseignements concis et d'instructions claires pendant une situation d'urgence à bord, il y a un risque que ces derniers deviennent confus et réagissent de manière non coordonnée, ce qui retarderait une évacuation ordonnée et compromettrait leur sécurité.
9. Si les eaux côtières entourant l'archipel Arctique canadien ne sont pas sondées conformément aux normes hydrographiques internationales modernes et si les cartes de navigation établies par le gouvernement sont fondées sur des données bathymétriques incomplètes, il y a un risque que les navigateurs ne disposent pas de renseignements suffisants pour naviguer en toute sécurité dans ces eaux.
10. Tant que les eaux côtières entourant l'archipel Arctique canadien ne sont pas correctement cartographiées, et si d'autres mesures d'atténuation ne sont pas mises en place, le risque que les navires talonnent le fond de façon imprévue persiste.

11. Si le mandat d'un organisme de coordination et de contrôle du trafic maritime n'inclut pas les avertissements lancés aux navires pour leur indiquer de faire preuve d'une extrême prudence lorsqu'ils naviguent dans des eaux mal sondées, il y a un risque que les équipages ne reçoivent pas les avertissements critiques des publications officielles de navigation, ce qui compromet la sécurité de leur navire et de leur équipage.
12. Étant donné la hausse constante du volume de trafic maritime dans l'Arctique canadien, si les ressources de recherche et de sauvetage ne sont pas en mesure de fournir une aide en temps opportun en cas d'événement maritime, il y a un risque accru de conséquences néfastes pour les navires, leurs effectifs et l'environnement.

3.3 Autres faits établis

Ces éléments pourraient permettre d'améliorer la sécurité, de régler une controverse ou de fournir un point de données pour de futures études sur la sécurité.

1. Le capitaine de l'*Akademik Ioffe* n'a pas attendu qu'un navire de la GCC arrive avant d'évacuer le navire. Bien que l'*Akademik Sergey Vavilov* ne disposait pas d'un nombre suffisant de dispositifs de sauvetage pour le nombre combiné de personnes des 2 navires, le JRCC et TC ont accepté le plan d'évacuation.
2. À 9 h 12, l'*Akademik Sergey Vavilov* a quitté le site de l'événement pour Kugaaruk avec une durée prévue de 12 heures avant l'arrivée sur les lieux, après avoir obtenu une exemption de TC pour naviguer avec 100 personnes de plus à bord que la capacité de matériel de sauvetage du navire.
3. Les 4 officiers de quart à la passerelle certifiés à bord de l'*Akademik Ioffe* avaient rempli et signé la liste de vérification de familiarisation d'IO RAS pour les instruments à la passerelle. La liste de vérification de familiarisation du matériel à bord de l'*Akademik Ioffe* comprenait l'utilisation des échosondeurs, mais n'incluait pas l'ECDIS.
4. Un Certificat de prévention de la pollution dans l'Arctique (CPPA) a par la suite été délivré pour le navire, bien qu'un tel certificat n'était pas requis, étant donné que le *Règlement sur la prévention de la pollution des eaux arctiques par les navires* (C.R.C., ch. 353) a été abrogé en décembre 2017. Le CPPA stipulait que le navire transportait les plus récentes éditions des *Instructions nautiques canadiennes*, des *Avis aux navigateurs : édition canadienne* (NOTMAR) et de *Navigation dans les glaces en eaux Canadiennes*, malgré le fait que les éditions les plus récentes de ces publications n'étaient pas à bord du navire au moment où le certificat a été délivré.
5. L'*Akademik Ioffe* a entrepris sa croisière d'expédition à partir d'un emplacement au Canada (Kugaaruk, Nunavut) qui n'était pas consigné dans la lettre de conformité de son permis de cabotage.

6. Les tirants d'eau minimal et maximal prescrits dans le CPPA différaient de ceux indiqués sur le certificat pour navire polaire du navire.
7. La liste de vérification après échouement de l'*Akademik Ioffe* exigeait que le capitaine tente de remettre le navire à flot après avoir rassemblé l'ensemble des personnes à bord, mais avant d'effectuer une évaluation des avaries incluant l'intégrité de la coque et de ses éléments connexes.
8. TC a pour mandat d'évaluer les capacités de navigation dans les glaces d'un navire en fonction des conditions de glace existantes. Les NORDREG servent d'intermédiaire de communication entre le navire et TC pour l'échange de renseignements; les NORDREG ne disposent pas du mandat, de l'expertise ou de l'autorité réglementaire nécessaires pour évaluer la sécurité du passage prévu d'un navire en ce qui a trait aux dangers.
9. Même s'il était inclus dans le système de gestion de la sécurité du navire, le système d'aide à la décision ne comportait pas de procédures en cas d'échouement du navire, en cas d'invasion par l'eau ou pour l'évacuation de l'équipage, du personnel de l'expédition et des passagers.
10. Contrairement aux exigences de la *Convention internationale de 1974 pour la sauvegarde de la vie humaine en mer*, le rassemblement aux postes d'embarcations de sauvetage et l'exposé de sécurité sur le navire ont été effectués plus de 12 heures après le départ du navire de Kugaaruk.
11. L'enquête a permis de déterminer que la liste de vérification sur la sécurité des passagers n'avait pas été mise à jour pour tenir compte des modifications de 2015 à la *Convention internationale de 1974 pour la sauvegarde de la vie humaine en mer*, qui exige que des tâches particulières soient exécutées avant le départ du navire ou immédiatement après.
12. La première inspection de contrôle par l'État du port, effectuée par Transports Canada à Louisbourg (Nouvelle-Écosse), n'a relevé aucune des 12 lacunes notées au moment de l'inspection de contrôle par l'État du port après l'événement 37 jours plus tard, alors que l'*Akademik Ioffe* était ancré au large des îles Astronomical Society.
13. Même si certains navires à passagers transportent des sonars orientés vers l'avant pour atténuer les risques associés à la navigation en eaux mal cartographiées et dans des zones pour lesquelles les cartes de navigation ne sont pas fiables, ces appareils ne sont pas obligatoires en vertu de la *Convention internationale de 1974 pour la sauvegarde de la vie humaine en mer*, de l'État du pavillon ou des exigences de l'État côtier pour les navires qui naviguent dans les eaux polaires.

4.0 MESURES DE SÉCURITÉ

4.1 Mesures de sécurité prises

4.1.1 Transports Canada

À la suite de l'événement, Transports Canada a envoyé une lettre d'avertissement au représentant autorisé (RA) de l'*Akademik Ioffe*, exigeant que toutes les lacunes soient corrigées et qu'un plan de mesures correctives soit publié. Il a également été indiqué que toute non-conformité future entraînerait de plus grandes mesures d'application. Transports Canada a ensuite reçu une lettre du RA de l'*Akademik Ioffe*, indiquant que toutes les lacunes avaient été corrigées.

4.1.2 Service hydrographique du Canada

À la suite de l'événement, le Service hydrographique du Canada a modifié la carte de navigation 7502, *Northwest Territories – Gulf of Boothia and/et Committee Bay*, au moyen d'un avis aux navigateurs (12 octobre 2018) pour indiquer le haut-fond rocheux sur lequel l'*Akademik Ioffe* s'est échoué, à la position 69° 43,00' N, 091° 21,00' W. La carte modifiée indique « rep 2018¹⁸⁹ » et une profondeur de 5,2 m.

4.1.3 Fédération de Russie

À la suite de l'événement, l'autorité fédérale russe de surveillance des transports (Rostransnadzor) a mené une enquête de sécurité et produit un rapport d'enquête sur un accident maritime. Le rapport a identifié une cartographie médiocre et peu fiable dans la région où l'*Akademik Ioffe* a navigué comme étant la cause de l'échouement. Le rapport recommandait que les navigateurs ajoutent du personnel de quart à la passerelle et plus de vigies lorsqu'on navigue dans des eaux restreintes, utilise un sonar orienté vers l'avant, maintient une vitesse de sécurité minimale pour assurer la gouverne du navire et utilisent des ancres comme ligne de descente pour naviguer dans des eaux inconnues. Enfin, Rostransnadzor a recommandé au P.P. Shirshov Institute of Oceanology of Russian Academy of Science que l'équipage de l'*Akademik Ioffe* soit informé des conclusions de l'enquête et qu'on mette en place des procédures pour éviter qu'un événement similaire se produise.

4.1.4 P.P. Shirshov Institute of Oceanology of Russian Academy of Sciences

À la suite de l'événement, le P.P. Shirshov Institute of Oceanology of Russian Academy of Science a corrigé la liste de contrôle de familiarisation avec l'équipement de pont de l'équipage de quart à la passerelle de l'*Akademik Ioffe* pour y inclure la familiarisation avec le système électronique de visualisation des cartes marines (ECDIS).

¹⁸⁹ « Rep 2018 » signifie que le haut-fond a été ajouté à la carte sur la foi d'un rapport publié en 2018.

4.2 Mesures de sécurité requises

4.2.1 Mesures d'atténuation des risques requises pour les navires qui traversent les eaux de l'Arctique canadien

Le 24 août 2018, le navire à passagers *Akademik Ioffe* s'est échoué sur un haut-fond non cartographié à environ 78 milles marins au nord-nord-ouest de Kugaaruk (Nunavut) avec 163 personnes à bord. L'échouement s'est produit alors que le navire traversait un passage dans une région éloignée de l'Arctique canadien qui n'avait pas été sondée en employant des normes hydrographiques modernes ou adéquates et dans laquelle aucun des membres de l'équipage ne s'était rendu auparavant. Le navire s'est échoué à une vitesse de 7,6 nœuds avant que l'équipe à la passerelle ne puisse prendre des mesures d'évitement; les membres de l'équipe ne surveillaient pas de près les échosondeurs, et la diminution constante de la profondeur de l'eau sous quille est passée inaperçue pendant plus de 4 minutes, car les alarmes de faible profondeur des échosondeurs avaient été désactivées. L'équipe à la passerelle de l'*Akademik Ioffe* a conclu qu'une traversée du passage était sécuritaire; on ne s'attendait pas à rencontrer des hauts-fonds à l'endroit où le navire s'est échoué et on n'a donc pas mis en œuvre d'autres précautions.

Plusieurs ressources de recherche et de sauvetage aériennes des Forces armées canadiennes et des ressources de recherche et de sauvetage maritimes de la Garde côtière canadienne ont été chargées d'aider le navire en détresse. La marée haute a remis à flot le navire plus tard dans la journée, et les passagers ont été évacués puis transférés le jour suivant sur le navire *Akademik Sergey Vavilov*. Bien qu'on n'ait signalé aucun blessé, l'*Akademik Ioffe* a subi de graves avaries à sa coque et une certaine quantité de mazout s'est déversée dans l'environnement.

Le retrait progressif des glaces de mer sur les eaux côtières entourant l'archipel Arctique canadien a entraîné une augmentation considérable du nombre de navires transportant des passagers et, plus particulièrement, du nombre de croisières d'expédition. La réduction de la zone maritime englacée permet de traverser des zones moins fréquentées situées à l'extérieur des principaux couloirs, ou des zones dans lesquelles des navires ne se sont pas rendus auparavant, et pour lesquelles il peut y avoir peu de renseignements hydrographiques, ce qui augmente le risque de faire face à des dangers non indiqués sur les cartes. À l'heure actuelle, seulement 14 % des eaux côtières entourant l'archipel Arctique canadien ont été sondées en employant des normes hydrographiques modernes ou adéquates, et les efforts visant à augmenter la quantité de sondages ont porté en grande partie sur les principaux couloirs maritimes, sans calendrier d'achèvement pour d'autres régions arctiques.

L'Arctique canadien est vaste et peu peuplé, ce qui signifie que les interventions en cas d'événement maritime peuvent ne pas être exécutées aussi rapidement que dans les zones plus peuplées. Même en été, des températures ambiantes près du point de congélation peuvent prédominer dans certaines régions de l'Arctique canadien; ces conditions rendent la situation difficile pour les survivants d'un abandon de navire.

Depuis 1996, il y a eu 3 échouements de navires à passagers et 1 échouement de yacht nolisé dans l'Arctique canadien. Bien que ce nombre semble faible, il est élevé par rapport au nombre de voyages de passagers au cours de cette période. Les enquêtes du BST sur 3 de ces événements¹⁹⁰ ont révélé que des lacunes en matière de planification ou d'exécution du voyage étaient des facteurs contributifs importants. De plus, dans les cas de l'échouement du *Clipper Adventurer* et de l'*Akademik Ioffe*, les capitaines et les équipes à la passerelle n'ont pas adéquatement évalué les limites des données hydrographiques sur les routes qu'ils suivaient. Selon l'Organisation maritime internationale, la planification du voyage, qui comprend l'évaluation, la planification, l'exécution et la surveillance du voyage, est une stratégie clé d'atténuation des risques inhérents à la navigation dans l'Arctique¹⁹¹.

Il en va de l'entière discrétion du capitaine de déterminer la façon dont l'équipe à la passerelle exécute les 4 étapes de la préparation et de la mise en œuvre des plans de voyage du navire et il doit donner aux équipes à la passerelle la latitude d'agir en fonction de la situation réelle du navire. Il est difficile d'atténuer les faiblesses d'un plan, compte tenu de la marge de manœuvre dont disposent les capitaines lorsqu'ils décident de la direction que doit prendre le navire, de la manière dont une évaluation doit être menée et de la manière dont les veilles doivent être organisées. Dans cette optique, il est essentiel que les exploitants de navires transportant des passagers qui naviguent dans l'Arctique canadien adoptent des stratégies d'atténuation additionnelles pour faire face aux risques associés à leurs routes et aux failles potentielles de leurs plans de voyage, comme la vérification par un tiers ou le partage de routes sûres entre les exploitants. Étant donné les limites des levés hydrographiques actuels dans de nombreuses régions, les risques associés à la navigation sur les eaux de l'Arctique canadien demeureront élevés dans l'avenir rapproché, et le risque de résultats catastrophiques en matière de pertes de vies humaines et à des dommages irréparables à l'environnement est particulièrement préoccupant.

Transports Canada réglemente la navigation des navires canadiens et étrangers dans les eaux territoriales du Canada, y compris les eaux côtières entourant l'archipel Arctique canadien. Pêches et Océans Canada, par l'entremise du Service hydrographique du Canada, veille à ce que le Canada s'acquitte de ses obligations internationales en offrant des services hydrographiques; la Garde côtière canadienne est responsable de fournir des ressources en recherche et sauvetage maritimes, de surveillance du trafic, d'aide au déglacage et de diffusion de renseignements sur la sécurité de la navigation, entre autres.

Ensemble, Transports Canada ainsi que Pêches et Océans Canada ont le mandat réglementaire de mettre en œuvre diverses mesures d'atténuation des risques afin de réduire la probabilité qu'un navire à passagers s'échoue dans les eaux de l'Arctique et les

¹⁹⁰ Rapports d'enquête sur la sécurité du transport maritime M18C0225, M10H0006, et M96H0016 du BST.

¹⁹¹ Organisation maritime internationale, résolution A.893(21), annexe 25 : *Directives pour la planification du voyage*, adoptée le 25 novembre 1999.

conséquences relatives à un échouement. Ces mesures pourraient comprendre, entre autres :

- exiger systématiquement des inspections plus détaillées des navires à passagers battant pavillon canadien et étranger qui ont l'intention d'entrer dans la zone des services de trafic maritime du Nord, afin de confirmer les pratiques, les procédures et les instruments de navigation adéquats;
- interdire aux navires à passagers de traverser les eaux côtières de l'Arctique canadien qui ne sont pas sondées en fonction de normes hydrographiques adéquates, et ne permettre des passages que dans les couloirs maritimes à faible impact primaire et secondaire du Service hydrographique du Canada;
- le transport obligatoire d'aides à la navigation additionnelles (avec un équipage qualifié pour l'exploitation et le maintien de telles aides), comme un sonar orienté vers l'avant;
- l'obligation d'utiliser une embarcation de repérage pour sonder les eaux devant le navire à passagers qui traverse la zone;
- l'utilisation obligatoire d'experts surnuméraires en navigation ayant une connaissance locale de la zone d'exploitation du navire à passagers;
- l'obligation pour les exploitants de planifier des routes de sorte qu'il y ait toujours un autre navire à passagers à proximité pour venir en aide en cas d'urgence;
- travailler avec les exploitants à l'élaboration d'un outil ou d'un registre commun pour le partage de pratiques exemplaires et de renseignements de navigation sur les routes passées, actuelles et proposées.

L'enquête a établi que la navigation dans l'Arctique canadien comporte des risques uniques qui nécessitent la prise de mesures d'atténuation additionnelles afin d'assurer la sécurité des navires à passagers et de protéger le fragile environnement arctique. Tant que les eaux côtières entourant l'archipel Arctique canadien ne sont pas correctement cartographiées, et si d'autres mesures d'atténuation ne sont pas mises en place, le risque que les navires talonnent le fond de façon imprévue persiste, ce qui mettrait en danger les passagers, l'équipage et l'environnement. Par conséquent, le Bureau recommande que :

le ministère des Transports, en collaboration avec le ministère des Pêches et des Océans, élabore et mette en œuvre des mesures obligatoires d'atténuation des risques pour tous les navires à passagers exploités dans les eaux côtières de l'Arctique canadien.

Recommandation M21-01 du BST

Le présent rapport conclut l'enquête du Bureau de la sécurité des transports du Canada sur cet événement. Le Bureau a autorisé la publication de ce rapport le 24 février 2021. Il a été officiellement publié le 21 mai 2021.

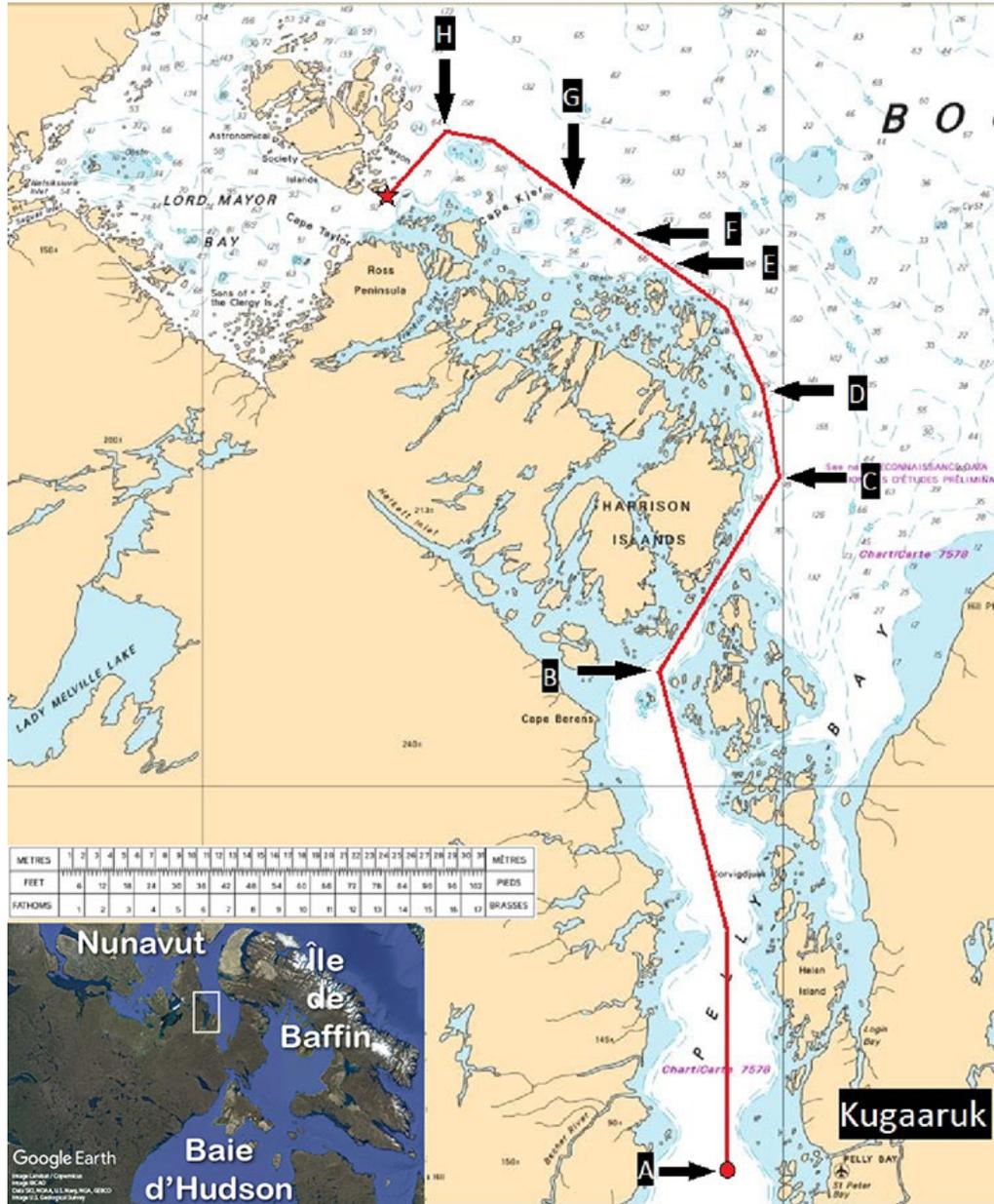
Visitez le site Web du Bureau de la sécurité des transports du Canada (www.bst.gc.ca) pour obtenir de plus amples renseignements sur le BST, ses services et ses produits. Vous y

trouvez également la Liste de surveillance, qui énumère les principaux enjeux de sécurité auxquels il faut remédier pour rendre le système de transport canadien encore plus sécuritaire. 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 – Carte de la zone de l'événement, montrant la route du navire

Figure A1. Route de l'*Akademik Ioffe*, du départ de Kugaaruk (Nunavut) jusqu'au lieu d'échouement (Source : Carte 7502 du Service hydrographique du Canada et Google Earth, avec annotations du BST)

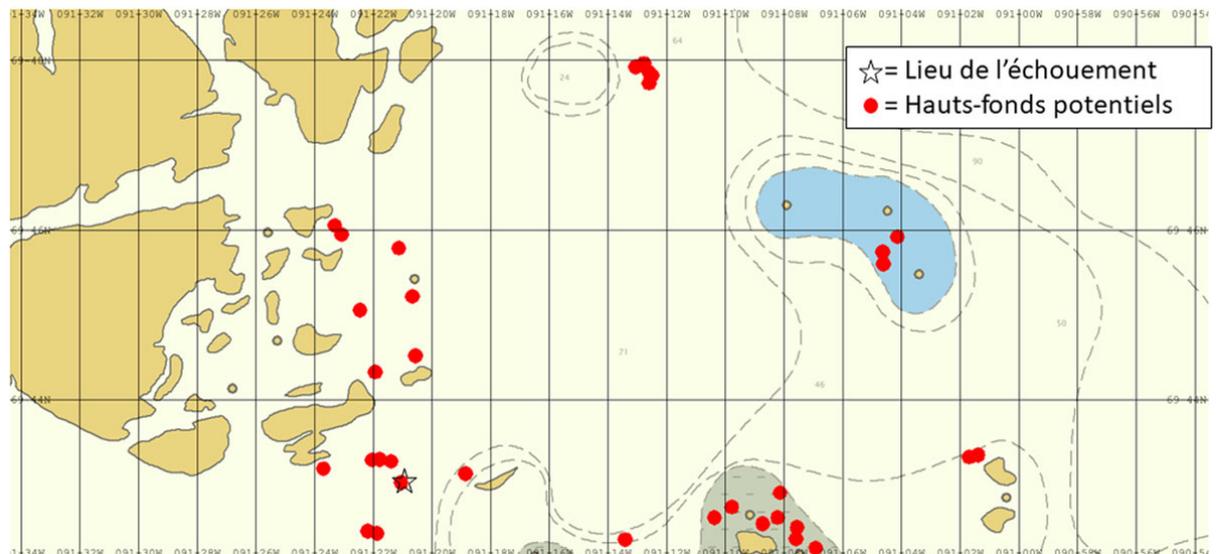


Point de cheminement	Date et heure (heure avancée des Rocheuses; UTC -6)	Description d'événement
A	23 août 2018 20 h 45	Départ du mouillage dans la baie Pelly au large de Kugaaruk
B	24 août 2018 0 h	Changement de cap vers le passage à l'entrée de la baie Pelly
C	24 août 2018 2 h 52	Changement de cap à 352°G pour naviguer autour des îles Harrison
D	24 août 2018 4 h 40	Changement de cap à 336°G pour naviguer autour des îles Harrison
E	24 août 2018 7 h 38	Compte rendu de déviation (DR) envoyé aux services de trafic maritime du Nord canadien (NORDREG)
F	24 août 2018 8 h 01	Les NORDREG accusent réception du DR; TC accepte le nouveau plan de voyage
G	24 août 2018 8 h 47	Lancement des exposés de sécurité et des rassemblements aux postes d'embarcations de sauvetage
H	24 août 2018 10 h 27	Changement de cap à 221°G pour entrer dans le passage entre la péninsule de Ross et les îles Astronomical Society
Étoile	24 août 2018 11 h 13	Échouement du navire sur un haut-fond rocheux non cartographié

Annexe B – Images satellite illustrant de possibles hauts-fonds à proximité des îles Astronomical Society

En réponse à l'échouement de l'*Akademik Ioffe* et à l'appui des déplacements de navires prévus à proximité de l'emplacement de l'échouement pendant l'intervention de recherche et sauvetage, le Service hydrographique du Canada (SHC) a analysé plusieurs sources d'imagerie satellite afin de déterminer la position des hauts-fonds potentiels. Le SHC n'a pas pu évaluer à quelle profondeur se situaient ces hauts-fonds. Pour fournir ces données préliminaires, le SHC a utilisé l'imagerie PlanetScope du 22 août 2018 et l'imagerie Sentinel-2 du 22 septembre 2017 au 18 août 2018.

Figure B1. Emplacements des hauts-fonds potentiels et lieu d'échouement de l'*Akademik Ioffe*



Annexe C – Événements antérieurs

Événements dans les eaux de l'Arctique canadien

M96H0016 (*Hanseatic*) – Le 29 août 1996, le navire *Hanseatic* s'est échoué dans le détroit de Simpson pendant son passage de Gjoa Haven (Nunavut) à Resolute Bay (Nunavut). Le temps était beau et clair et l'on naviguait à vue, en se guidant sur des alignements terrestres, et au radar. On a dérogé au plan de la traversée quand on a cru qu'une bouée qui avait été laissée dans le détroit à la saison de navigation précédente, indiquait un haut-fond. La bouée avait été déplacée par la glace.

Le Bureau a déterminé que le *Hanseatic* s'est échoué parce que l'équipage à la passerelle n'a pas rigoureusement respecté le plan de voyage qui avait été élaboré pour la traversée du détroit. Le fait qu'on se soit fié à une bouée de navigation laissée dans le détroit à la fin de la saison de navigation précédente a contribué à l'échouement.

M08H0011 (*Akademik Ioffe*) – Le 4 septembre 2008, l'*Akademik Ioffe* a presque heurté le fond lorsqu'il a navigué à proximité d'un haut-fond non cartographié dans le golfe Coronation (Nunavut). L'équipage du navire a pu prendre des mesures d'évitement lorsque les échosondeurs du navire ont relevé une profondeur d'eau qui a brusquement diminué à 16 m. À ce moment-là, le navire naviguait le long d'une ligne de levés ponctuels qui montrait une profondeur d'eau de 29 m, d'après la carte 7777 du SHC¹⁹².

M09L0147 (*Zelada Desgagnés*) – Le 31 août 2009, le transporteur de marchandises générales battant pavillon canadien *Zelada Desgagnés* a heurté le fond en sortant de la rivière Povungnituk au large de Puvirnituk (Québec). Certaines citernes d'eau de ballast ont été endommagées et une pollution minime a été signalée.

M09H0007 (*Amundsen*) – Le 18 octobre 2009, le navire de la Garde côtière canadienne (GCC) *Amundsen* s'est échoué dans le détroit Prince of Wales (Territoires du Nord-Ouest). Le navire a été remis à flot par marée haute.

M10H0006 (*Clipper Adventurer*) – Le 27 août 2010, vers 18 h 32, le navire à passagers battant pavillon bahaméen *Clipper Adventurer* s'est échoué dans le golfe Coronation sur le même haut-fond non cartographié signalé par l'*Akademik Ioffe* en septembre 2008. Aucun blessé n'a été signalé. Deux jours après l'événement, les 128 passagers du navire ont tous été transbordés sur le navire de la GCC *Amundsen* et ils ont été conduits à Kugluktuk (Nunavut).

Le *Clipper Adventurer* a été remis à flot le 14 septembre 2010; la coque avait subi des dommages importants et 13 des réservoirs et compartiments à double fond du navire, dont 4 citernes à mazout, ont été fissurés. L'enquête du BST a permis de déterminer que le SHC ne diffuse pas et n'apporte pas de corrections de cartes avec mention « Position approximative » (PA) ou « Position douteuse » (PD), ce qui augmente le risque que les

¹⁹² Pêches et Océans Canada, Service hydrographique du Canada, carte n° 7777, *Coronation Gulf Western Portion*, nouvelle édition datée du 15 mai 2015, avec mises à jour adéquates.

navigateurs ignorent l'existence de dangers connus s'ils n'obtiennent pas les avis à la navigation (NOTSHIP) applicables.

Par ailleurs, l'enquête a permis d'établir qu'au moment de la réception des comptes rendus de plans de route et lors de la prestation de recommandations d'itinéraire aux navires, les NORDREG n'informent pas ces navires de manière proactive au sujet des NOTSHIP actifs pour les zones qu'ils vont traverser, ce qui peut augmenter les risques pour les navires s'ils n'obtiennent pas l'information par d'autres moyens. L'enquête a également conclu que, à moins qu'un navire ne soit évalué pour la navigabilité avant une tentative de remise à flot, la sécurité du navire, de ses passagers et de son équipage pourrait être compromise.

Enfin, l'enquête a permis d'établir qu'au moment de l'événement, le *Clipper Adventurer* était muni d'un sonar orienté vers l'avant; cependant, il était inutilisable. Dans cette optique, l'équipe à la passerelle du navire s'est appuyée sur l'échosondeur requis par la Convention SOLAS pour surveiller l'exactitude des levés cartographiés. Toutefois, puisque l'échosondeur indiquait la profondeur sous le navire et non à l'avant, le navire est entré en collision avec le haut-fond à pleine vitesse.

M10H0007 (*Nanny*) – Le 1^{er} septembre 2010, le pétrolier *Nanny*, battant pavillon canadien, s'est échoué dans le détroit de Simpson (Nunavut). Aucun blessé et aucune pollution n'ont été signalés.

M12H0008 (*Atlantic Teak*) – Le 5 août 2012, le remorqueur battant pavillon canadien *Atlantic Teak* remorquait le chaland de charge *Atlantic Sea Lion* lorsque les 2 se sont échoués dans le bras Chesterfield Inlet (Nunavut). Le remorqueur et le chaland ont ensuite été remis à flot et se sont rendus à Baker Lake (Nunavut). Aucune pollution ou blessure n'a été signalée.

M12H0011 (*Dorsch*) – Le 24 octobre 2012, le pétrolier *Dorsch*, battant pavillon canadien, s'est échoué à Baker Lake (Nunavut), puis il a été remis à flot après le pompage de son eau de ballast. On n'a signalé aucun dommage, aucune pollution et aucun blessé.

M12H0012 (*Nanny*) – Le 25 octobre 2012, le pétrolier *Nanny*, battant pavillon canadien, s'est échoué sur un haut-fond à Chesterfield Narrows (Nunavut). Le 27 octobre, le navire s'est dégagé du haut-fond pendant un épisode de vents violents soufflant du nord-ouest. Aucun blessé et aucune pollution n'ont été signalés. La section avant de la coque du navire a été enfoncée et s'est rompue, et le propulseur d'étrave, le propulseur de poupe et les 2 quilles de roulis ont subi des dommages.

M13H0002 (*Island Tugger*) – Le 27 juillet 2013, l'*Island Tugger*, battant pavillon canadien, s'est échoué au large de l'île Tuktoyaktuk, dans la baie Kugmallit (Territoires du Nord-Ouest). On n'a signalé aucun dommage, aucun blessé et aucune pollution.

M14C0219 (*Nanny*) – Le 14 octobre 2014, le pétrolier *Nanny*, battant pavillon canadien, a heurté le fond à l'ouest de l'île Deer dans le bras Chesterfield (Nunavut). Aucune blessure ni pollution n'ont été signalées. Le navire a subi des dommages structuraux et le revêtement de la coque a été rompu à 2 endroits. L'enquête a permis de relever plusieurs lacunes dans la façon dont le système de gestion de la sécurité à bord du navire a été mis en œuvre et de

déterminer qu'un manque de compétence continue des officiers de quart à la passerelle en matière de gestion des ressources à la passerelle peut nuire à la conscience situationnelle et à l'efficacité de l'équipe à la passerelle.

M18C0275 (*Fathom Wave*) – Le 27 septembre 2018, le remorqueur battant pavillon canadien *Fathom Wave* a heurté le fond et a commencé à prendre l'eau au large de la baie Cambridge (Nunavut). L'équipage a effectué des réparations temporaires et le navire a repris ses activités.

M19C0276 (*Hanse Explorer*) – Le 23 août 2019, le yacht nolisé *Hanse Explorer* battant pavillon d'Antigua-et-Barbuda s'est échoué dans le bras Admiralty (île de Baffin) au large des îles Peter Richards (Nunavut) avec 26 personnes à bord. Aucun blessé et aucune pollution n'ont été signalés. La peinture antisalissures de la coque du navire a subi des avaries légères. Au moment de l'événement, le navire utilisait la carte électronique de navigation (CNE) locale délivrée par le SHC; au cours de son approche du bras Levasseur à une vitesse de 9 nœuds, la profondeur de l'eau sous quille a brusquement diminué pour passer de 44 m à 0 m, et le navire s'est échoué.

Événements en eaux canadiennes non arctiques

M12L0045 (*Coriolis II*) – Le 16 mai 2012, le navire de recherche battant pavillon canadien *Coriolis II* s'est échoué au large de Pointe-des-Monts (Québec) lors de levés géophysiques. Le navire a subi des dommages à la coque, au gouvernail et à l'hélice bâbord¹⁹³. Bien que le *Coriolis II* ne se soit pas échoué dans la même zone géographique que l'*Akademik Ioffe*, on a constaté une utilisation abusive semblable des cartes de navigation en format électronique dans les 2 événements. L'enquête a permis de déterminer que l'équipage n'avait pas utilisé la carte de navigation émise par le SHC en format papier en raison de son échelle fixe de 1:200 000; au lieu de cela, l'équipage a utilisé la CNE correspondante en conjonction avec le système de cartes électroniques (ECS) du navire pour augmenter manuellement l'échelle et mieux distinguer les courbes bathymétriques de la carte. Cette technique a donné à l'équipage un faux sentiment de sécurité en ce qui a trait au tirant d'eau du navire par rapport à la profondeur de l'eau indiquée sur la carte.

M15A0056 (*Ann Harvey*) – Le 1^{er} avril 2015, le navire de la GCC *Ann Harvey* effectuait des opérations de mouillage de bouées lorsqu'il a heurté un haut-fond non cartographié au large de Burgeo (Terre-Neuve-et-Labrador). La coque du navire a subi une brèche et la salle des machines a été inondée. Le navire a été remorqué pour être mis en cale sèche et être réparé¹⁹⁴. Bien que l'*Ann Harvey* n'ait pas touché le fond dans la même zone géographique que l'*Akademik Ioffe*, on a constaté que les cartes de navigation émises par le SHC manquaient de fiabilité dans les 2 événements. L'enquête a permis de déterminer que les données hydrographiques utilisées par le SHC pour cartographier la zone de l'événement étaient fondées sur un levé à la ligne de sonde effectué en 1872 et que, comme la plupart

¹⁹³ Lettre d'information sur la sécurité maritime n° 06/12 du BST.

¹⁹⁴ Lettre d'information sur la sécurité maritime n° 08/15 du BST.

des eaux arctiques du Canada, plusieurs autres régions de Terre-Neuve-et-Labrador n'ont pas été sondées en employant des normes modernes. Le format CNE (carte matricielle) émis par le SHC n'indiquait pas le haut-fond, même si une profondeur de 3,7 m a été signalée en 1993 dans les *Instructions nautiques* locales, après le contact de l'*Ann Harvey* avec le haut-fond.

M16C0005 (MSC Monica) – Le 22 janvier 2016, le navire porte-conteneurs *MSC Monica*, battant pavillon du Panama, s'est échoué au large de Deschaillons-sur-Saint-Laurent (Québec). Le navire a été renfloué le lendemain avec l'aide de 3 remorqueurs. La coque du navire a subi des avaries légères à la coque, et les 4 pales de son hélice ont été lourdement endommagées. Bien que le *SMC Monica* ne se soit pas échoué dans la même zone géographique que l'*Akademik Ioffe*, des facteurs humains et des problèmes semblables liés à la gestion des ressources à la passerelle ont été relevés dans les 2 événements. L'enquête a fait ressortir la question du principe de la distance hiérarchique comme un facteur qui a joué un rôle dans l'événement et que si les membres de l'équipe à la passerelle ne possèdent pas une compréhension commune exhaustive d'un problème émergent et échangent continuellement de l'information pour le résoudre, il y a un risque que la réponse de l'équipe à la passerelle soit prématurée, non coordonnée et inefficace.

Événements en eaux étrangères

L'*Akademik Ioffe* a également subi un heurt dans les eaux polaires à l'extérieur du Canada, ce qui souligne la probabilité accrue de risques pour la sécurité des navires transportant des passagers effectuant des croisières d'expédition dans des régions éloignées.

Le 26 février 2013, l'*Akademik Ioffe* a heurté un iceberg dans l'archipel Palmer (Antarctique). Aucun blessé et aucune pollution n'ont été signalés. Le navire s'est rendu à Ushuaia (Argentine), où il est arrivé le 3 mars pour faire l'objet d'une inspection. Celle-ci a révélé que la coque du navire avait subi des dommages. Le 8 avril, le navire s'est rendu à Bremerhaven (Allemagne), où il a mis en cale sèche pour être réparé¹⁹⁵.

¹⁹⁵ Données d'événements compilées par IHS Global Limited, à l'adresse <https://maritime.ihs.com/EntitlementPortal/Home/Index> (dernière consultation le 16 août 2019).

GLOSSAIRE

ASN	système d'appel sélectif numérique
BIMCO	Conseil maritime baltique et international
BST	Bureau de la sécurité des transports du Canada
CAMSAR	Manuel canadien de recherche et de sauvetage aéronautiques et maritimes
CATAIR	catastrophe aérienne
CATMAR	catastrophe maritime
CNE	carte de navigation électronique
Code ISM	Code international de gestion pour la sécurité de l'exploitation des navires et la prévention de la pollution
Convention SAR	Convention internationale sur la recherche et le sauvetage maritimes
CPPA	Certificat de prévention de la pollution dans l'Arctique
DR	compte rendu de déviation
ECDIS	système électronique de visualisation des cartes marines
FAA	Federal Aviation Administration des États-Unis
FAC	Forces armées canadiennes
FR	compte rendu final
GCC	Garde côtière canadienne
GPS	système de positionnement mondial
GRP	gestion des ressources à la passerelle
IAMSAR	Manuel international de recherche et de sauvetage aéronautiques et maritimes
ICCL	International Council of Cruise Lines
ICS	Chambre internationale de la marine marchande
IFO	mazout intermédiaire
IO RAS	P.P. Shirshov Institute of Oceanology of Russian Academy of Sciences
JRCC	Centre conjoint de coordination de sauvetage
MARPOL	Convention internationale pour la prévention de la pollution par les navires
MPO	ministère des Pêches et des Océans
MGO	gazoil marin
NAVTEX	télex de navigation
NAVWARN	avertissement de navigation

NM	mille marin
NOAA	National Oceanic and Atmospheric Administration des États-Unis
NORDREG	Services de trafic maritime du Nord canadien
NOTMAR	avis aux navigateurs (Canada)
NOTSHIP	avis à la navigation
OHI	Organisation hydrographique internationale
OMI	Organisation maritime internationale
OQ	officier de quart
OR	organisation reconnue
PE	protocole d'entente
PR	compte rendu de position
RA	représentant autorisé
RPPEAN	<i>Règlement sur la prévention de la pollution des eaux arctiques par les navires</i>
SAD	système d'aide à la décision
SAR	recherche et sauvetage
SAR COIC	Recherche et sauvetage du Commandement des opérations
SCTM	Services de communication et de trafic maritimes
SGS	système de gestion de la sécurité
SHC	Service hydrographique du Canada
SMDSM	Système mondial de détresse et de sécurité en mer
SOLAS	<i>Convention internationale de 1974 pour la sauvegarde de la vie humaine en mer</i>
SOP	procédures d'exploitation normalisées
SRGNA	Système des régimes de glaces pour la navigation dans l'Arctique
SRU	unité de recherche et de sauvetage
STCW	Convention internationale sur les normes de formation des gens de mer, de délivrance des brevets et de veille
TC	Transports Canada
UIAT	Union internationale d'assurances transports
VFI	vêtement de flottaison individuel
VDR	enregistreur des données du voyage