



ACCIDENTS DANS LE TRANSPORT MARITIME COMMERCIAL : CERNER LES RISQUES AU CANADA

Rapport d'atelier



Council of Canadian Academies
Conseil des académies canadiennes

Le savoir au service du public

ACCIDENTS DANS LE TRANSPORT MARITIME COMMERCIAL : CERNER LES RISQUES AU CANADA

Rapport d'atelier

LE CONSEIL DES ACADÉMIES CANADIENNES

180, rue Elgin, bureau 1401, Ottawa (Ontario) Canada K2P 2K3

Avis : Le projet sur lequel porte ce rapport a été entrepris avec l’approbation du conseil des gouverneurs du Conseil des académies canadiennes (CAC). Les membres du conseil des gouverneurs sont issus de la Société royale du Canada (SRC), de l’Académie canadienne du génie (ACG) et de l’Académie canadienne des sciences de la santé (ACSS), ainsi que du grand public. Les membres du comité directeur et les participants à l’atelier ont été choisis par le CAC en raison de leurs compétences spécifiques et dans le but d’obtenir un éventail équilibré de points de vue.

Ce rapport a été préparé pour Clear Seas – Centre de transport maritime responsable et résulte d’un atelier d’experts de deux jours éclairé par un sondage et d’un examen approfondi des publications. Les opinions, constatations et conclusions présentées dans cette publication sont celles des auteurs, à savoir le comité directeur de l’atelier, et ne reflètent pas nécessairement les points de vue des organisations où ils travaillent ou auxquelles ils sont affiliés, ou de l’organisme commanditaire, Clear Seas.

Catalogage avant publication de Bibliothèque et Archives Canada

Accidents dans le transport maritime commercial : cerner les risques au Canada : rapport d’atelier.

Publié aussi en anglais sous le titre : Commercial marine shipping accidents.

Comprend des références bibliographiques.

Publié en format imprimé(s) et électronique(s).

ISBN 978-1-926522-17-3 (couverture souple).

ISBN 978-1-926522-19-7 (pdf)

1. Navigation–Accidents–Évaluation du risque–Canada. 2. Navigation–Accidents–Canada–Prévention. 3. Marine marchande–Canada–Sécurité–Mesures. I. Conseil des académies canadiennes, organisme de publication

VK199 C6614 2016 363.12’360971 C2016-901944-6 C2016-901945-4

Ce rapport peut être cité comme suit :

Conseil des académies canadiennes, 2016. *Accidents dans le transport maritime commercial : Cerner les risques au Canada*. Ottawa, ON : Rapport d’atelier.

Avis de non-responsabilité : Au meilleur de la connaissance du CAC, les données et les informations tirées d’Internet qui figurent dans le présent rapport étaient exactes à la date de publication du rapport. En raison de la nature dynamique d’Internet, des ressources gratuites et accessibles au public peuvent subséquemment faire l’objet de restrictions ou de frais d’accès, et l’emplacement des éléments d’information peut changer lorsque les menus et les pages Web sont modifiés.

© 2016 Conseil des académies canadiennes

Imprimé à Ottawa, Canada



Le Conseil des académies canadiennes

Le savoir au service du public

Le Conseil des académies canadiennes (CAC) est un organisme indépendant à but non lucratif qui soutient des évaluations spécialisées indépendantes, étayées scientifiquement et faisant autorité, qui alimentent l'élaboration de politiques publiques au Canada. Dirigé par un conseil des gouverneurs et conseillé par un comité consultatif scientifique, le CAC a pour champ d'action la « science » au sens large, ce qui englobe les sciences naturelles, les sciences humaines et sociales, les sciences de la santé, le génie et les lettres. Les évaluations du CAC sont effectuées par des comités pluridisciplinaires indépendants d'experts provenant du Canada et de l'étranger. Ces évaluations visent à cerner des problèmes nouveaux, des lacunes de nos connaissances, les atouts du Canada, ainsi que les tendances et les pratiques internationales. Ces études fournissent aux décideurs gouvernementaux, aux universitaires et aux parties prenantes l'information de grande qualité dont ils ont besoin pour élaborer des politiques publiques éclairées et innovatrices.

Tous les rapports d'évaluation du CAC sont soumis à un examen formel. Ils sont publiés en français et en anglais, et mis à la disposition du public sans frais. Des fondations, des organisations non gouvernementales, le secteur privé et tout palier de gouvernement peuvent soumettre au CAC des questions susceptibles de faire l'objet d'une évaluation. Le CAC bénéficie aussi du soutien de ses trois académies membres fondatrices :

La Société royale du Canada (SRC) est le principal organisme national regroupant d'éminents scientifiques, chercheurs et gens de lettres au Canada. La SRC a pour objectif premier de promouvoir l'acquisition du savoir et la recherche en arts et en sciences. La Société est composée de plus de 2 000 membres, hommes et femmes, choisis par leurs pairs pour leurs réalisations exceptionnelles en sciences naturelles, en sciences sociales, en sciences humaines et dans les arts. La SRC s'attache à reconnaître l'excellence universitaire, à conseiller les gouvernements et les organisations, ainsi qu'à promouvoir la culture canadienne.

L'Académie canadienne du génie (ACG) est l'organisme national par l'entremise duquel les ingénieurs les plus chevronnés et expérimentés du Canada offrent au pays des conseils stratégiques sur des enjeux d'importance primordiale. Fondée en 1987, l'ACG est un organisme indépendant, autonome et à but non lucratif. Les Fellows de l'ACG sont nommés et élus par leurs pairs en reconnaissance de leurs réalisations exceptionnelles et de leurs longs états de service au sein de la profession d'ingénieur. Au nombre d'environ 600, les Fellows de l'ACG s'engagent à faire en sorte que les connaissances expertes en génie du Canada soient appliquées pour le plus grand bien de tous les Canadiens.

L'Académie canadienne des sciences de la santé (ACSS) reconnaît les personnes qui ont à leur actif de grandes réalisations dans le domaine des sciences de la santé au Canada. Fondée en 2004, l'ACSS compte quelque 400 membres et en élit de nouveaux chaque année. L'organisation est dirigée par un conseil d'administration et un comité exécutif bénévoles. La première fonction de l'ACSS consiste à fournir en temps opportun des évaluations éclairées et impartiales sur des questions urgentes qui touchent la santé des Canadiens et des Canadiennes. L'ACSS surveille également les événements mondiaux reliés à la santé, afin d'améliorer l'état de préparation du Canada en la matière, et assure une représentation du pays en sciences de la santé sur le plan international. L'ACSS fait autorité au nom de la collectivité multidisciplinaire des sciences de la santé.

www.sciencepourlepublic.ca

@scienceadvice

Les participants à l'atelier

James R. Parsons (président), directeur des études, Marine Institute de l'Université Memorial (St. John's, T.-N.-L.)

Mary R. Brooks (comité directeur), professeure émérite, Université Dalhousie (Halifax, N.-É.)

Michael C. Ircha (comité directeur), conseiller en chef, Association des administrations portuaires canadiennes; professeur auxiliaire de recherche, Université Carleton (Ottawa, Ont.); professeur émérite et vice-recteur associé (études), Université du Nouveau-Brunswick (Fredericton, N.-B.)

Francis Wiese (comité directeur), chef scientifique maritime national, Stantec Consulting (Anchorage, AK)

Sean Broadbent, boursier postdoctoral et directeur de recherche, Groupe de planification de la gestion environnementale, Université Simon Fraser (Vancouver, C.-B.)

Rosaline Canessa, doyenne associée, Faculté des sciences sociales, et professeure agrégée, Département de géographie, Université de Victoria (Victoria, C.-B.)

Jackie Dawson, titulaire de la Chaire de recherche du Canada sur l'environnement, la société et les politiques et professeure agrégée au Département de géographie de l'Université d'Ottawa (Ottawa, Ont.)

Hadi Dowlatabadi, titulaire de la Chaire de recherche du Canada en mathématiques appliquées et sur le changement planétaire, Institute for Resources Environment and Sustainability, Université de la Colombie-Britannique (Vancouver, C.-B.)

Gordon Houston, propriétaire, Gordon Houston & Associates (Vancouver, C.-B.)

Raymond W. Johnston, conseiller spécial, Chambre de commerce maritime (Ottawa, Ont.); président, Corporation de gestion Alliance verte (Québec, Qc)

Timothy Keane, directeur général, Opérations et projets dans l'Arctique, Fednav Limited (Montréal, Qc)

Serge A. Le Guellec, président-directeur général, Transport Desgagnés inc. (Québec, Qc)

Jérôme Marty, conseiller scientifique, Pêches et Océans Canada (Ottawa, Ont.)

Barbara Neis, MSRC, professeure-chercheuse universitaire, Département de sociologie, Université Memorial; associée de recherche principale, SafetyNet Centre for Occupational Health and Safety Research (St. John's, T.-N.-L.)

Paul O'Reilly, vice-président principal, Marsh Canada Limited (Toronto, Ont.)

Ronald Pelot, professeur, Département de génie industriel, et vice-doyen, programme d'éducation coopérative en génie, Université Dalhousie; codirecteur scientifique, MEOPAR/RCE (Halifax, N.-É.)

Robert Powell, spécialiste en chef, Conservation prioritaire, WWF Canada (Vancouver, C.-B.)

Victor M. Santos-Pedro, ancien directeur, Sécurité maritime, Transports Canada (Ottawa, Ont.)

Claudio Verconich, vice-président – Projets mondiaux spéciaux et sélection des risques, secteur maritime, Liberty International Underwriters, Liberty Mutual Group (Toronto, Ont.)

Message du président

Le comité directeur désire remercier Clear Seas — Centre de transport maritime responsable d'avoir demandé au Conseil des académies canadiennes (CAC) d'entreprendre cet atelier. Le rapport n'aurait pas été possible sans l'expertise et la contribution des participants à l'atelier et de tous ceux qui ont pris le temps de fournir des indications cruciales pour le rapport dans le cadre de l'examen par les pairs et du sondage. Le comité aimerait également remercier Erik Lockhart, de l'Executive Decision Centre de la School of Business de l'Université Queen's, pour avoir animé l'atelier. Enfin, merci à l'équipe de projet du CAC pour son excellent travail tout au long du processus.



Capitaine James R. Parsons, président

Comité directeur pour Les risques liés au transport maritime dans les eaux canadiennes

Personnel responsable du projet au Conseil des académies canadiennes

Équipe de l'évaluation : Tijds Creutzberg, directeur de programmes
Jennifer Bassett, associée de recherche
Laura Bennett, associée de recherche
Rebecca Chapman, associée de recherche
Suzanne Loney, associée de recherche
Weronika Zych, coordonnatrice de programmes

Avec la participation de : Erik Lockhart, codirecteur, Executive Decision
Centre de l'Université Queen's, facilitateur de l'atelier
Jody Cooper, révision du texte anglais
François Abraham, traducteur agréé, Communications Léon inc., traduction anglais-français
Accurate Design & Communication Inc., conception graphique

Examen du rapport

Ce rapport a été examiné, à l'état d'ébauche, par les personnes mentionnées ci-dessous. Celles-ci ont été choisies par le Conseil des académies canadiennes pour refléter une diversité de points de vue, de domaines de spécialisation et d'origines, dans les secteurs des établissements universitaires, de l'entreprise privée, des politiques et des organisations non gouvernementales.

Ces examinateurs ont évalué l'objectivité et la qualité du rapport. Leurs avis — qui demeureront confidentiels — ont été pleinement pris en considération par le comité directeur, et un grand nombre de leurs suggestions ont été incorporées dans le rapport. Nous n'avons pas demandé à ces personnes d'approuver les conclusions du rapport, et elles n'ont pas vu la version définitive du rapport avant sa publication. Le comité directeur et le Conseil des académies canadiennes assument l'entière responsabilité du contenu définitif de ce rapport.

Le CAC tient à remercier les personnes suivantes d'avoir bien voulu examiner le rapport :

M. Tundi Agardy, directrice générale, Sound Seas (Bethesda, MD)

David Cardin, ancien conseiller, groupe d'examen de la Loi sur les transports au Canada; ancien président, Maersk Canada (Rockwood, Ont.)

Stephanie E. Chang, professeure, School of Community and Regional Planning (SCARP) et Institute for Resources, Environment and Sustainability (IRES), Université de la Colombie-Britannique (Vancouver, C.-B.)

Claude Comtois, professeur, Département de géographie, Université de Montréal (Montréal, Qc)

Peter G. Noble, FACG, conseiller principal, Noble Associates, Inc.; ancien président, Society of Naval Architects and Marine Engineers (SNAME) (Spring, TX)

Sommaire

Au cours des dernières décennies, le transport maritime commercial a profité d'un certain nombre d'avancées s'étendant de l'amélioration de la technologie de contrôle du trafic à l'amélioration de la conception des navires, en passant par le renforcement du régime réglementaire et des procédures de sécurité de l'industrie. Ces changements, ainsi que d'autres, ont contribué à une chute notable des accidents, des pertes de navires et des déversements d'hydrocarbures dans l'eau. Même si la sécurité maritime s'améliore constamment, depuis peu, la population exerce une surveillance accrue sur le transport maritime, notamment en raison des risques liés à l'ouverture de l'Arctique à davantage de circulation maritime, à la hausse des expéditions maritimes de pétrole venant des sables bitumineux canadiens et à l'augmentation de la taille des navires, surtout des porte-conteneurs.

Face à ces évolutions, la présente étude cherche à contribuer à un dialogue national sur les niveaux de risque acceptables. Elle cerne les risques d'accident de transport maritime commercial dans toutes les régions du Canada et pour différents types de cargaisons, tout en soulignant les lacunes de connaissances et les domaines devant être mieux examinés. À cette fin, le *risque* est caractérisé en fonction de deux éléments essentiels : la probabilité que des accidents se produisent et l'ampleur et la gravité de leurs répercussions. L'étude a été commandée par Clear Seas — Centre de transport maritime responsable et est le résultat d'un atelier et d'un sondage qui visaient à recueillir de l'information et à réaliser un consensus au sein d'un groupe diversifié d'experts de tout le Canada et issus des milieux universitaire, industriel et gouvernemental.

PROBABILITÉ ET RÉPERCUSSIONS DES ACCIDENTS DE TRANSPORT MARITIME COMMERCIAL AU CANADA

L'étude démontre que la sécurité dans les eaux canadiennes dans leur ensemble s'est améliorée ces dix dernières années, le nombre d'accidents de transport maritime commercial y a diminué. Néanmoins, des accidents surviennent, même s'ils n'ont généralement pas de grandes conséquences. En fait, pour qu'un tel accident ait lieu et produise des répercussions importantes, de multiples facteurs (p. ex. les conditions météorologiques, le type de cargaison, l'âge du navire, le moment de l'accident) doivent se combiner pour faire échec au vaste ensemble de règlements, de protocoles de sécurité et de pratiques en vigueur pour atténuer les risques. Un accident tel qu'un échouement ou une collision peut causer des avaries au navire, mais

pas nécessairement conduire à de graves effets sociaux, économiques, sanitaires ou environnementaux négatifs. De plus, les statistiques montrent que la plupart des accidents maritimes surviennent dans les eaux confinées (ports, fleuves, canaux), où des régimes d'intervention permettent de réagir rapidement.

Comme les accidents de transport maritime sont rares au Canada, la majeure partie des données probantes sur les répercussions environnementales, économiques, sociales et sanitaires de tels événements proviennent de l'étranger. Ces données soulignent le fait que les déversements d'hydrocarbures de grande ampleur, à cause de la gravité de leurs conséquences, présentent un risque pour le Canada. Les répercussions environnementales, immédiates et à long terme, peuvent avoir un certain nombre de conséquences sociales, économiques et sanitaires qui accroissent le degré général de risque posé par ces déversements. Cependant, les données probantes démontrent également que le transport de certaines substances nocives et potentiellement dangereuses (SNPD), telles que les pesticides, peut présenter un risque tout aussi important (voir plus grand) que les hydrocarbures — dont la raison la moindre n'est pas le sous-développement du système canadien d'intervention en cas de déversement de SNPD, comme l'a relevé le Comité d'experts sur la sécurité des navires-citernes de Transports Canada en 2014. En l'absence de recherches approfondies sur le comportement en milieu marin des substances classées comme SNPD, ainsi que de données publiques sur la fréquence des expéditions de SNPD, il est difficile de mieux quantifier ce risque.

VARIATIONS RÉGIONALES DES RISQUES D'ACCIDENT

Les diverses régions font face à des profils de risque très différents, en raison de la diversité des principaux types de cargaisons transportées, des politiques de prévention des risques, comme les moratoires ou les zones de pilotage, et des caractéristiques des voies navigables, telles que le niveau de sensibilité écologique ou le nombre de voies navigables restreintes. La diversité des contextes économiques, sociaux et culturels contribue encore aux différences des profils de risque entre les régions.

Bien que la **Colombie-Britannique** (région du Pacifique) soit la région où le transport maritime est le plus intense, le taux d'accidents et la nature des cargaisons transportées, ainsi que les moratoires en vigueur, produisent un profil de risque relativement faible en comparaison des autres

régions. Cependant, son écologie et sa géographie maritime sensibles, son industrie touristique extrêmement dépendante des ressources maritimes et les répercussions possibles sur les moyens de subsistance des communautés des Premières Nations côtières accroissent les conséquences possibles d'un accident. De plus, les expéditions de produits pétroliers par navires-citernes pourraient augmenter avec les projets de pipelines, ce qui augmenterait le profil de risque de la région.

Le profil de risque du **Saint-Laurent** et des **Grands Lacs** (région du Centre) est très différent. Le Saint-Laurent enregistre le plus grand nombre d'incidents et d'accidents de transport maritime commercial au Canada et le deuxième taux d'accidents en importance après le Nord du Canada. Cependant, les accidents dans cette région sont ceux qui ont le moins de probabilité de causer des décès ou des blessures graves, peut-être parce qu'il s'agit souvent d'événements mineurs, comme des heurts violents le long de canaux, dans lesquels les navires naviguent à basse vitesse. La proximité entre les grandes routes de transport maritime et les villes densément peuplées, les possibilités de perturbation économique et le fait que le Saint-Laurent et les Grands Lacs fournissent de l'eau potable à des millions de personnes augmenteraient l'ampleur des répercussions d'un accident majeur. L'intensification du transport de brut et d'autres produits pétroliers augmenterait le degré de risque dans la région.

Ensemble, les **Maritimes** et **Terre-Neuve-et-Labrador** (région de l'Atlantique) expédient plus de pétrole brut que toute autre région du Canada. Bien que les difficiles conditions météorologiques et la présence de glace augmentent la probabilité d'un accident, les taux d'accidents y sont relativement faibles. Néanmoins, la dépendance de la région à la pêche (y compris à l'aquaculture) et au tourisme aggraverait les répercussions sociales et économiques d'un important accident.

Dans le **Nord du Canada**, où la densité de trafic soit actuellement faible, les facteurs susceptibles de conduire à un accident de transport maritime sont multiples et comprennent l'inadéquation des aides à la navigation et des infrastructures portuaires, la glace et les difficiles conditions météorologiques. C'est probablement ce qui explique pourquoi l'Arctique affiche un nombre disproportionné d'accidents. Il y a un vaste consensus sur la sensibilité de l'environnement et sur la gravité potentielle des répercussions au cas où un acte de pollution se produirait. De plus, l'éloignement de l'Arctique peut nuire aux

interventions et en l'absence d'organisme spécialisé dans les interventions en cas de déversement, les conséquences possibles sont élevées.

LACUNES DE LA RECHERCHE ET DES DONNÉES

Les lacunes actuelles de la recherche et des données limitent le point auquel il est possible de bien comprendre et mesurer les risques du transport maritime commercial au Canada. Pour que les risques puissent être mieux caractérisés par étape du transport maritime ou type de cargaison, il faut disposer de données sur les causes, les étapes auxquelles les incidents ou les accidents se produisent et la fréquence des expéditions par type de cargaison et par région. Ces dernières données sur le trafic maritime commercial sont bien plus difficiles à obtenir depuis que Statistique Canada a cessé de publier les chiffres sur le transport maritime après 2011. De plus, les statistiques canadiennes publiquement accessibles sur les déversements, en particulier, laissent à désirer et n'ont ni l'exhaustivité ni la cohérence nécessaires pour permettre de connaître l'ensemble des actes de pollution survenant dans les eaux canadiennes.

Tout comme pour les répercussions des accidents de transport maritime commercial, les répercussions environnementales des déversements de SNPD et de bitume dilué et de ceux survenant dans l'eau douce et en milieu froid nécessitent de plus amples recherches. Ces recherches permettront de mieux comprendre l'étendue des répercussions, lesquelles peuvent mieux rendre compte des risques et aider à améliorer la préparation et l'intervention.

Il existe également des lacunes dans la compréhension des risques sociaux, économiques et sanitaires directs des accidents de grande ampleur, comme la perturbation possible des chaînes d'approvisionnement industrielles. On en saura plus sur ces répercussions quand le comité d'experts du CAC aura terminé son évaluation de la valeur sociale et économique du transport maritime commercial au Canada, également commandée par Clear Seas — Centre de transport maritime responsable, et qui devrait paraître en 2017.

Table des matières

1	Introduction.....	1	4	Répercussions.....	40
1.1	Mandat de l'atelier.....	3	4.1	Répercussions environnementales.....	41
1.2	Portée.....	4	4.2	Répercussions sociales, culturelles, sanitaires et économiques.....	45
1.3	Approche du risque.....	5	4.3	Facteurs influençant les répercussions d'un accident.....	49
1.4	Structure du rapport.....	7	4.4	Conclusion.....	54
2	Activité dans le transport maritime commercial et prévention des accidents au Canada.....	8	5	Conclusions.....	55
2.1	Présentation du trafic maritime commercial canadien.....	9		Références.....	60
2.2	Régime réglementaire d'atténuation des risques du transport maritime au Canada.....	15		Appendice A – Glossaire.....	72
2.3	Le rôle de la culture de la sécurité dans la réduction des risques dans le transport maritime.....	18		Appendice B – Fonctionnement de l'atelier et méthodologie du sondage.....	73
2.4	Accidents, confiance et permis social.....	20		Appendice C – Données sur les événements maritimes du Bureau de la sécurité des transports.....	74
2.5	Conclusion.....	22			
3	Incidents et accidents.....	23			
3.1	Incidents et accidents par type de navire et par région.....	25			
3.2	Incidents et accidents par étape du transport maritime et type de voie navigable.....	30			
3.3	Bilan : l'importance de la fréquence et de la gravité.....	34			
3.4	Facteurs influençant la probabilité d'un incident ou d'un accident.....	36			
3.5	Conclusion.....	39			

1

Introduction

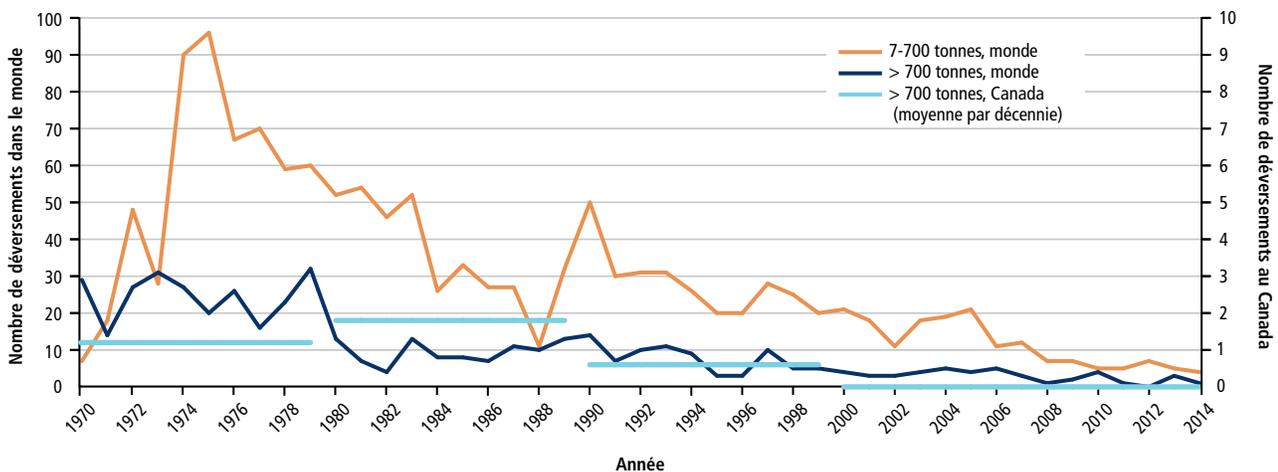
- **Mandat de l'atelier**
- **Portée**
- **Approche du risque**
- **Structure du rapport**

1 Introduction

Le développement social et économique du Canada a énormément profité de siècles de transport maritime. Depuis l'époque où le pays était un avant-poste colonial engagé dans le commerce de la fourrure et dans la pêche à la morue jusqu'à aujourd'hui, ou elle bénéficie d'un statut d'économie avancée intégrée dans des réseaux de production mondiaux, le transport maritime a joué un rôle fondamental dans la prospérité du Canada. Il n'aurait toutefois pas eu l'importance qu'il a actuellement sans les changements importants que l'industrie a entrepris, en particulier au cours du dernier demi-siècle. Des innovations majeures, notamment l'introduction des conteneurs à la fin des années 1960 et, plus récemment, des aides à la navigation avancées et la conception d'immenses navires, ont révolutionné la façon de transporter le fret. La sécurité a elle aussi connu des améliorations, grâce à une nouvelle réglementation, à des codes de conception des navires plus rigoureux, à l'amélioration des systèmes de préparation et d'intervention en cas d'urgence et à des lignes directrices et des procédures mieux autoréglementées. Ces avancées ont coïncidé avec la diminution notable des accidents et des pertes de navire dans le monde entier, et notamment au Canada (Allianz, 2012, 2015), avec la réduction des déversements d'hydrocarbures (voir la figure 1.1) et avec une hausse importante du volume et des types de cargaisons échangées sur la planète ces 50 dernières années (Bernhofen

et al., 2016). En fait, la valeur du commerce maritime transporté depuis et vers le Canada a presque doublé entre 2003 et 2014 (TC, 2014a, 2015a).

L'importance croissante du transport maritime est rendue évidente pour le grand public par l'augmentation du nombre de cargos et de navires-citernes de grande contenance à proximité des grands centres de population. Dans le monde, la capacité de transport des plus gros porte-conteneurs s'est accrue de quelque 1200 % depuis 1968 et de 80 % durant la dernière décennie seulement (Allianz, 2015). Les gros navires sont désormais en mesure de transporter plus de 19 000 conteneurs d'expédition — l'équivalent de 39 000 voitures ou de 117 millions de paires de chaussures. Cela pose de nouveaux problèmes, comme la concentration du risque, les défis en matière de sauvetage et des pertes potentielles de plus de 1 milliard de \$US en cas d'accident majeur (Allianz, 2015). On s'inquiète aussi de plus en plus de la croissance du transport maritime commercial dans l'Arctique et des répercussions possibles des changements climatiques sur cette industrie. De plus, dans l'ouest du Canada, l'exploitation des sables bitumineux combinée avec les projets d'oléoducs pourrait accroître les expéditions de marchandises dangereuses. Collectivement, ces risques font en sorte que la population surveille davantage le transport maritime, au point où l'industrie elle-même se rend compte à présent qu'elle doit continuer à améliorer sa réputation en matière de sécurité si elle veut maintenir l'acceptation publique du transport par voie d'eau des cargaisons solides et liquides.



Source de données : Huijjer, 2005; WSP Canada Inc., 2014a; ITOPE, 2015

Figure 1.1

Tendances en matière de déversements d'hydrocarbures à partir de navires-citernes, dans le monde et au Canada

Les déversements d'hydrocarbures ont diminué ces 40 dernières années, dans le monde comme au Canada. Dans les années 1970, il y avait en moyenne 24,5 déversements de plus de 700 tonnes par année, alors qu'on n'en comptait plus que 3,4 dans les années 2000 et 1,8 pour la décennie actuelle (2010 à 2014). Au Canada, le nombre de déversements a baissé d'une moyenne de 1,2 déversement de plus de 700 tonnes dans les années 1970 à 0 dans les années 2000 et dans la première moitié des années 2010. Il faut noter que le volume d'hydrocarbures déversés est le total des hydrocarbures perdus, hydrocarbures brûlés et demeurés dans les navires qui ont coulé compris.

Pour sa part, le gouvernement fédéral a pris un certain nombre de mesures afin de réduire les risques dans le transport maritime. Très récemment, il a demandé aux ministères des Transports, de l'Environnement et du Changement climatique et des Pêches et des Océans à la Garde côtière canadienne de travailler ensemble à l'amélioration de la sécurité maritime et à l'officialisation d'un moratoire sur la circulation des navires-citernes de pétrole sur la côte nord de la Colombie-Britannique (Cabinet du premier ministre, 2015). Cette initiative intervient après que Transports Canada a décidé de financer le Réseau d'experts en transport dans les eaux arctiques (REXTEA) et de mettre sur pied du Comité d'experts sur la sécurité des navires-citernes (CESNC, 2013, 2014), qui a produit deux rapports. Le premier examine le régime canadien de préparation et d'intervention en cas de déversement d'hydrocarbures par des navires au sud du 60^e parallèle et formule des recommandations d'amélioration. Le second cible les exigences relatives aux eaux de l'Arctique et à l'établissement d'un programme officiel de préparation et d'intervention en cas d'incident impliquant des substances nocives et potentiellement dangereuses (SNPD) transportées par un navire.

En 2015, le gouvernement fédéral a aussi aidé à fonder Clear Seas – Centre de transport maritime responsable (Clear Seas), un centre d'expertise indépendant sur le transport maritime sûr et durable au Canada. Clear Seas est un organisme à but non lucratif basé à Vancouver, qui « a un mandat national de faciliter la recherche, d'analyser des politiques, de déterminer des pratiques exemplaires pour la sécurité et la durabilité du transport maritime à une échelle mondiale, d'assurer une diffusion générale de l'information et de créer un dialogue ouvert avec les collectivités, en commençant par celles sur nos côtes » (Clear Seas, 2015).

Afin de l'aider à accomplir sa mission, Clear Seas a demandé au Conseil des académies canadiennes (CAC) d'examiner l'étendue des risques associés au transport maritime dans toutes les régions du Canada en s'appuyant sur le point de vue d'un groupe multisectoriel d'experts. À partir d'une étude experte des dimensions environnementales, économiques et sociales, Clear Seas vise à établir un consensus sur la portée et la nature des risques, qui peut servir à jeter les bases des évaluations et de la recherche à venir et être mis à la disposition des personnes participant aux décisions relatives au transport maritime commercial ou qui sont touchés par ces décisions. Ce rapport d'atelier complète une évaluation de la valeur du transport maritime

commercial actuellement effectuée par un comité d'experts du CAC et dont les résultats devraient être publiés en 2017. Ces deux rapports pourraient contribuer à un dialogue national sur les niveaux de risque acceptables pour le transport maritime dans les eaux canadiennes.

1.1 MANDAT DE L'ATELIER

Plus précisément, Clear Seas a demandé au CAC d'organiser un atelier qui pourrait répondre aux questions suivantes :

Quels risques sociaux, environnementaux et économiques se posent aux étapes importantes du transport maritime des biens dans les eaux canadiennes? Ces risques sont-ils communément reconnus? Dans quelle mesure sont-ils mesurables?

Pour remplir son mandat, le CAC a réuni 19 experts provenant de l'industrie, du milieu universitaire et du secteur public pour un atelier de deux jours tenu à Toronto les 29 et 30 octobre 2015. Afin de préparer l'atelier, le CAC a mis sur pied un comité directeur composé de quatre experts chargés de fournir une orientation pour l'analyse détaillée des publications, des rapports et des statistiques pertinents revus par des pairs et l'élaboration d'un sondage sur les risques dans le transport maritime au Canada. Le sondage a été réalisé par le CAC en septembre 2015; il s'adressait aux parties prenantes du transport maritime au Canada ayant une expertise dans le domaine du transport maritime commercial et des connaissances des répercussions des accidents dans ce secteur. À l'atelier, on a demandé aux participants d'analyser les résultats de l'examen de la documentation et du sondage, ainsi que d'autres questions qui ont été soulevées à mesure qu'ils travaillaient vers un consensus sur l'identification et la caractérisation des principaux risques par région. L'appendice B contient des renseignements supplémentaires sur l'atelier.

Les *eaux canadiennes* ont été définies comme les eaux côtières à l'intérieur des 200 milles marins de la zone économique exclusive de six régions : Colombie-Britannique, Maritimes (Nouvelle-Écosse, Nouveau-Brunswick, Île-du-Prince-Édouard), Terre-Neuve-et-Labrador et Nord du Canada (y compris Churchill, au Manitoba), plus les voies navigables intérieures des Grands Lacs et du Saint-Laurent (figure 1.2). Pour les besoins de certaines analyses, les Grands Lacs et le Saint-Laurent ont été considérés ensemble sous le nom de *région du Centre*. De même, dans certains cas, les Maritimes et Terre-Neuve-et-Labrador ont été fusionnées et appelées *région de l'Atlantique*.

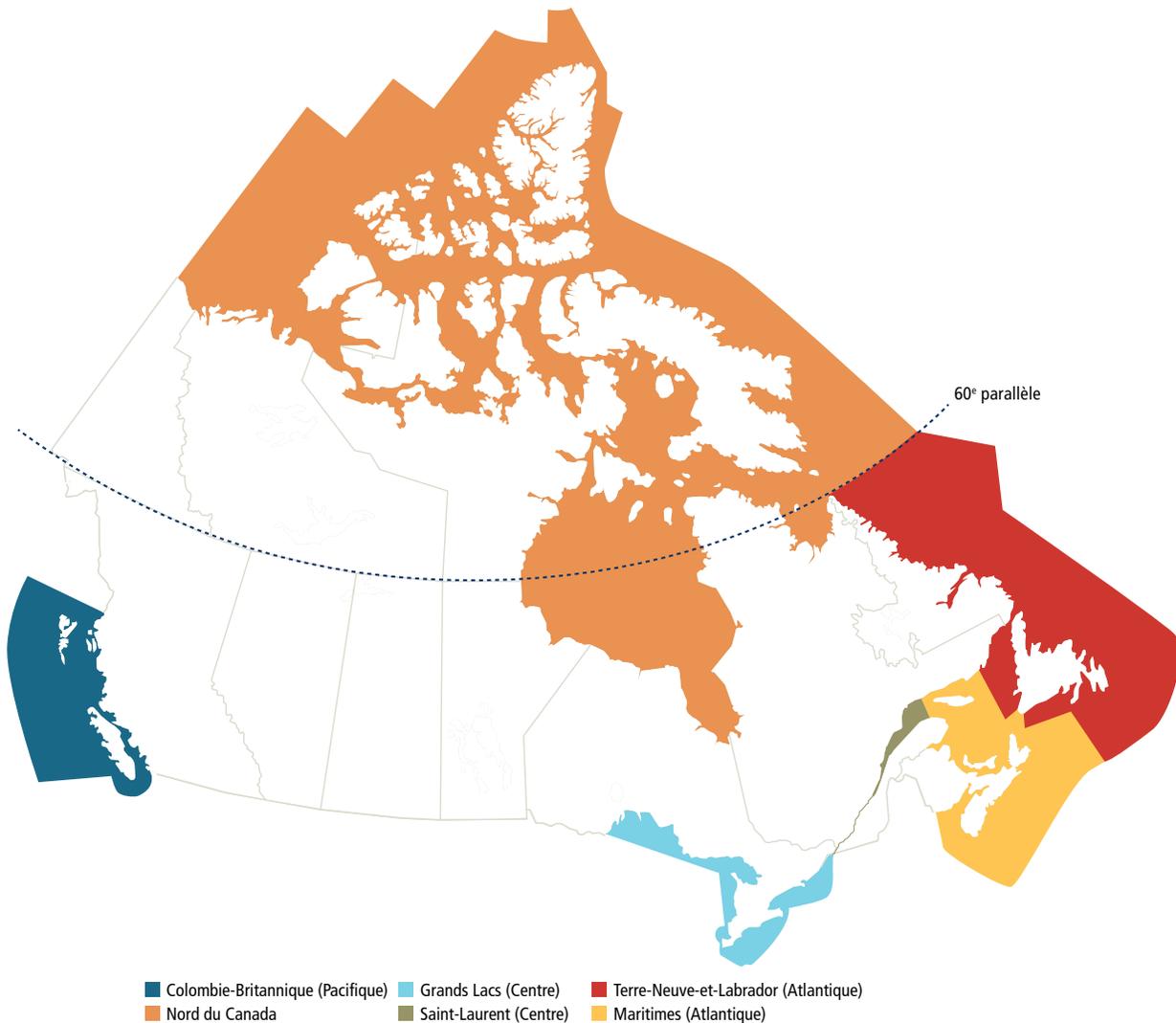


Figure 1.2
Régions de transport maritime commercial

Les participants à l'atelier ont été invités à étudier les risques liés aux quatre étapes suivantes du transport maritime¹ : a) les opérations de chargement à couple (à quai) ou à l'ancre; b) les opérations de ravitaillement à couple (à quai) ou à l'ancre; c) la navigation en route avec et sans pilote et d) la navigation en route avec remorqueur ou escorte. Ils devaient aussi tenir compte des catégories suivantes de marchandises : i) pétrole brut; ii) hydrocarbures raffinés; iii) gaz naturel liquéfié (GNL); iv) SNPD (autres que le GNL, le pétrole brut et les hydrocarbures raffinés); v) vrac sec (céréales, minerai de fer, charbon, etc.) et vi) conteneurs.

1.2 PORTÉE

À la demande de Clear Seas, l'atelier visait à déterminer les risques découlant des accidents maritimes commerciaux aux différentes étapes du transport maritime, pour différents types de cargaisons et dans six régions canadiennes. Le rapport n'est donc pas une évaluation complète du risque et ne cherche pas non plus à mesurer le risque. Clear Seas a également demandé que l'accent soit mis sur la caractérisation des risques plutôt que sur leur gestion et sur les mesures d'atténuation. Cependant, compte tenu du rôle important que le système réglementaire et les divers protocoles et pratiques de sécurité jouent dans

¹ Les termes de transport maritime inclus dans le rapport sont définis dans le lexique (appendice A).

l'atténuation des risques, les participants à l'atelier ont convenu d'examiner les divers éléments du système de sécurité maritime actuellement en place.

Conformément au mandat donné par Clear Seas, le rapport se concentre sur le transport maritime commercial et exclut donc les risques d'accidents impliquant des navires de pêche et de passagers, malgré leur importance, notamment en ce qui concerne les possibilités de perte de vies. De même, comme il est axé sur les risques d'accident, le rapport n'examine pas les risques découlant des activités routinières de transport maritime. Ces risques méritent toutefois l'attention étant donné l'étendue des répercussions que le transport maritime — outre les incidents et les d'accidents — peut avoir sur les écosystèmes marins et sur les régions portuaires (encadré 1.1). Enfin, les participants à l'atelier conviennent que les risques pour la santé devraient être évalués séparément des risques sociaux. Par conséquent, le rapport cherche à déterminer et à caractériser les risques environnementaux, économiques, sociaux et sanitaires.

Ce rapport est axé sur les risques du transport maritime, mais il faut noter que les options de transport de marchandises terrestre, comme le rail ou le camionnage, présentent également des risques qui peuvent même être plus élevés. Par exemple, le transport maritime a montré qu'il produit moins d'émissions de CO₂, de PM et de NO_x par tonne transportée et moins de bruit que le transport par camion, par train ou par avion (John, 2011; NCFRP, 2012). Les données probantes indiquent également que le transport maritime enregistre moins d'incidents et d'accidents que les autres modes de transport, et moins de décès (NCFRP, 2012; RTG, 2014).

1.3 APPROCHE DU RISQUE

Caractériser le risque associé au transport maritime est une tâche complexe. De manière simplifiée, le risque est « le potentiel de souffrir d'un préjudice ou d'une perte » (Hightower *et al.*, 2004). Dans le contexte du transport

maritime, ce potentiel de préjudice est déterminé par la *probabilité* qu'un incident ou un accident se produise, ainsi que par la nature et la gravité de ses *répercussions*².

La complexité découle du fait que la probabilité d'un incident ou d'un accident *et* la nature et la gravité des répercussions dépendent d'une multitude de facteurs — dont certains sont contrôlables, comme la planification des déplacements et les protocoles de sécurité à bord, et d'autres moins, comme les caractéristiques de la région (p. ex. eau douce ou eau salée) ou les phénomènes météorologiques violents (qui pourraient être plus fréquents et intenses dans un climat changeant). Ceci est particulièrement pertinent dans le contexte canadien, en raison de la variété de la géographie, des populations, des caractéristiques de l'écosystème et du climat dans les différentes voies navigables qu'emprunte le transport maritime, y compris dans l'Arctique.

Pour identifier et caractériser les risques pour les différentes étapes et les différents modes de transport maritime commercial, les participants à l'atelier ont convenu d'aborder le risque de la même façon que celle utilisée pour le mesurer en général. Ils définissent donc le *risque* à partir de la probabilité qu'un accident se produise (laquelle est réduite par les règlements et les pratiques relatives à la prévention des accidents) et de l'importance des répercussions. Les facteurs influençant ces paramètres, comme la culture de sécurité, l'état du navire, le type de cargaison déversé et les systèmes d'intervention en cas de déversement, sont aussi pris en compte (figure 1.3).

Il est à noter que parce qu'elle se concentre sur le Canada, cette étude est limitée, puisqu'elle ne tient donc pas compte de la probabilité des accidents du côté États-Unis des voies navigables partagées, soit le détroit de Juan de Fuca, les Grands Lacs et le Saint-Laurent. Il est admis que les accidents sur cette rive-là pourraient avoir des répercussions du côté canadien et donc, devraient être pris en considération pour une évaluation complète des risques, ce qui dépasse la portée de l'étude.

2 Cette définition reflète une approche courante de la quantification du risque au moyen d'une équation simple fondée sur la probabilité et les répercussions potentielles. Le Comité d'experts sur la sécurité des navires-citernes de Transports Canada définit un indice de risque environnemental, qui est le produit de la probabilité qu'un événement indésirable se produise et du type et de l'ampleur des répercussions (CESNC, 2013).

Encadré 1.1

Quelques risques des activités routinières de transport maritime

Les participants à l'atelier ont admis que le transport maritime de routine peut avoir de nombreuses variétés de répercussions négatives qui dépassent la portée de ce rapport. Parmi ces répercussions, citons la pollution de l'eau, la contamination toxique par les peintures antisalissures, les collisions avec des oiseaux marins ou leur changement de comportement, le heurt de baleines par des navires ou la pollution sonore et aérienne. Les trois dernières catégories sont développées ci-dessous.

Heurts de navires : Les heurts consignés entre les navires et les baleines remontent à l'introduction des navires à vapeur. Ils ont cependant commencé à augmenter entre les années 1950 et 1970, avec la hausse du nombre et de la vitesse des navires (Laist *et al.*, 2001). Si les limites dans les données rendent difficile l'évaluation de la fréquence, l'analyse des baleines échouées aux États-Unis entre 1975 et 1996 et entre 1980 et 2006 laisse penser que les heurts sont responsables d'environ 15 % des décès observés, certaines espèces telles que le rorqual commun (33 %) étant plus touchées que d'autres (Laist *et al.*, 2001; Douglas *et al.*, 2008). La vitesse est reconnue comme étant un facteur critique — bien que contrôlable — des heurts, la majorité des blessures graves et mortelles résultant de collisions avec des navires naviguant à 14 nœuds et plus (Laist *et al.*, 2001). L'emplacement judicieux des lignes de transport maritime et la mise en œuvre de zones marines protégées peuvent atténuer le risque de heurts.

Bruit sous-marin : Les navires constituent aujourd'hui une source majeure et croissante de bruit sous-marin à basse fréquence (Chapman et Price, 2011) et on est de plus en plus inquiet de l'impact de ce bruit sur la faune marine qui dépend du son pour la communication, la recherche de nourriture et l'évitement des prédateurs (NRC, 2005). Les réactions du poisson documentées comprennent des effets physiologiques, comme la hausse du rythme cardiaque, la sécrétion d'hormones de stress et l'augmentation du métabolisme et de la motilité (Logan *et al.*, 2015). Pour les mammifères marins, les répercussions incluent les modifications comportementales (évitement ou changement des habitudes de plongée), le déplacement des habitats et le masquage ou le brouillage avec des vocalisations servant à la communication

et à la sensation (qui peuvent perturber l'alimentation) (Jasny *et al.*, 2005; NRC, 2005; Lacy *et al.*, 2015). Pour la population de bélugas, des réponses comportementales fortes et prolongées ont été reliées au bruit produit par des brise-glace à quelque 50 kilomètres de là (NRC, 2005). Consciente de ces répercussions, la National Oceanic and Atmospheric Administration aux États-Unis a introduit une directive provisoire sur les seuils de pression acoustique, pendant qu'elle élabore une directive complète sur les caractéristiques du son présentant des probabilités de causer des blessures et de perturber le comportement (NOAA, 2015).

Pollution de l'air : Bien que le transport maritime soit un mode efficace de transport de fret, les moteurs marins sont responsables d'une quantité non négligeable de polluants aériens, notamment de PM_{2,5} (matière particulaire fine), de SO₂, et de NO_x. Cela est dû à l'absence d'exigence de réduction de la pollution et à l'utilisation par les navires de combustibles de soude de mauvaise qualité et à forte teneur en soufre, qui sont principalement constitués de pétrole résiduaire (ICCT, 2007; OMI, 2015e). Ces polluants s'avèrent nuire à la qualité de l'air dans toutes les régions de transport maritime (BC Chamber of Shipping, 2007; Matthias *et al.*, 2010) et peuvent accroître les risques pour la santé et les coûts dans les régions portuaires où les concentrations sont les plus élevées (Chatzinikolaou *et al.*, 2015). Dans l'Arctique, les particules de carbone noir, formées par la combustion incomplète du combustible et rejetées sous forme de PM_{2,5}, posent un risque supplémentaire pour l'environnement et la santé. Comme il est le composant du PM qui absorbe le plus la lumière, le carbone noir réduit la capacité de la glace et de la neige à refléter la lumière du soleil et accélère ainsi le recul de la glace de mer arctique (Conseil de l'Arctique, 2009; EPA, 2015). La pollution aérienne causée par les navires diminue cependant grâce à un amendement apporté en 2010 à la *Convention internationale pour la prévention de la pollution par les navires* (MARPOL), qui désigne d'importantes parties des eaux d'Amérique du Nord (Arctique exclu) *zones de contrôle des émissions* (ZCE). Les navires qui pénètrent dans une ZCE doivent à présent respecter des normes d'émissions strictes en ce qui concerne les niveaux de NO_x, de PM_{2,5} et de SO_x (EPA, 2010).

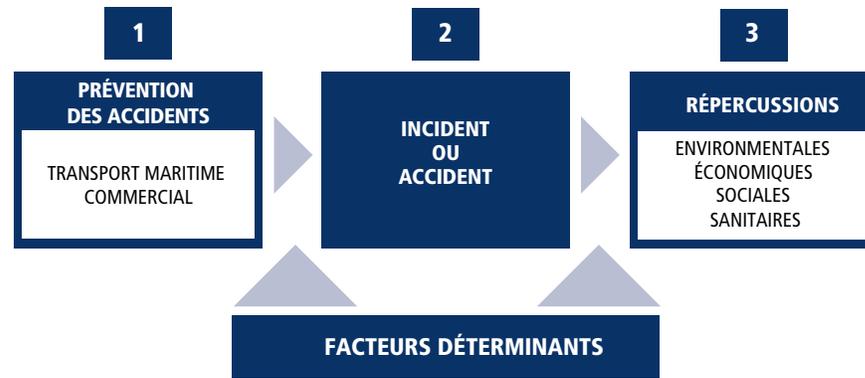


Figure 1.3

Approche de la compréhension des risques dans le transport maritime commercial

Pour identifier et caractériser les risques du transport maritime commercial, les participants à l'atelier se sont concentrés sur trois éléments : 1) la prévention des accidents, y compris la réglementation de sécurité, 2) la probabilité d'un incident ou d'un accident et 3) les répercussions potentielles de cet incident ou accident. Ils ont aussi tenu compte des facteurs déterminants qui augmentent ou réduisent la probabilité d'un événement ou d'une répercussion.

1.4 STRUCTURE DU RAPPORT

Les trois éléments fondamentaux du risque dans le transport maritime identifiés à la figure 1.3 fournissent le cadre organisationnel de ce rapport : prévention des accidents, incidents et accidents et répercussions. Le chapitre 2 décrit le type et l'ampleur de l'activité dans le transport maritime au Canada et les diverses façons d'atténuer les risques par les règlements, les protocoles de sécurité et la technologie. Le chapitre 3 se penche sur les événements eux-mêmes et passe en revue les données canadiennes sur les incidents et les

accidents pour chacune des six régions, ainsi que les facteurs qui influencent la probabilité qu'un événement se produise. Le chapitre 4 caractérise les répercussions potentielles d'un événement de transport maritime, en mettant l'accent sur les types de cargaisons et les facteurs d'augmentation ou de réduction de la gravité des répercussions. Le chapitre 5 conclut le rapport en dressant un cadre sommaire qui répertorie les aspects importants du risque, une revue de la façon dont les facteurs de risque et la nature potentielle des répercussions varient selon la région et une évaluation des lacunes en matière de recherche et de données.

2

Activité dans le transport maritime commercial et prévention des accidents au Canada

- **Présentation du trafic maritime commercial canadien**
- **Régime réglementaire d'atténuation des risques du transport maritime au Canada**
- **Le rôle de la culture de la sécurité dans la réduction des risques dans le transport maritime**
- **Accidents, confiance et permis social**
- **Conclusion**

2 Activité dans le transport maritime commercial et prévention des accidents au Canada

Principales constatations

De 2004 à 2011, les mouvements de navires commerciaux au Canada ont principalement eu lieu dans la région du Pacifique (54 %), suivie des Grands Lacs (15 %), du Saint-Laurent (14 %), des Maritimes (9 %), de Terre-Neuve-et-Labrador (7 %) et du Nord du Canada (1%). Le trafic de navires-citernes est principalement concentré dans le Canada atlantique, alors que le trafic de cargaison sèche s'effectue principalement dans les régions du Pacifique et du Centre.

La sécurité maritime est une responsabilité partagée entre plusieurs ordres de gouvernement et inclut un vaste éventail d'organismes nationaux et internationaux, de ministère et d'agences gouvernementales et l'industrie du transport maritime elle-même. Il en résulte une multitude de règlements, de conventions, de codes et de pratiques — dont nombre sont tirés des normes de l'Organisation maritime internationale (OMI) — administrés par de multiples autorités gouvernementales et mis en application par les propriétaires et les exploitants de navires.

Outre les règlements, une forte culture de la sécurité peut réduire encore plus les risques dans le transport maritime. Cette culture de la sécurité peut être favorisée à bord d'un navire, dans toute une flotte et par les clients et les fournisseurs de services.

L'industrie du transport maritime repose sur un certain degré de soutien de la collectivité (le permis social) pour accomplir ses activités. Les défis de l'obtention de ce permis social en Colombie-Britannique sont particulièrement importants en raison des inquiétudes répandues quant aux risques posés par le trafic de navires-citernes.

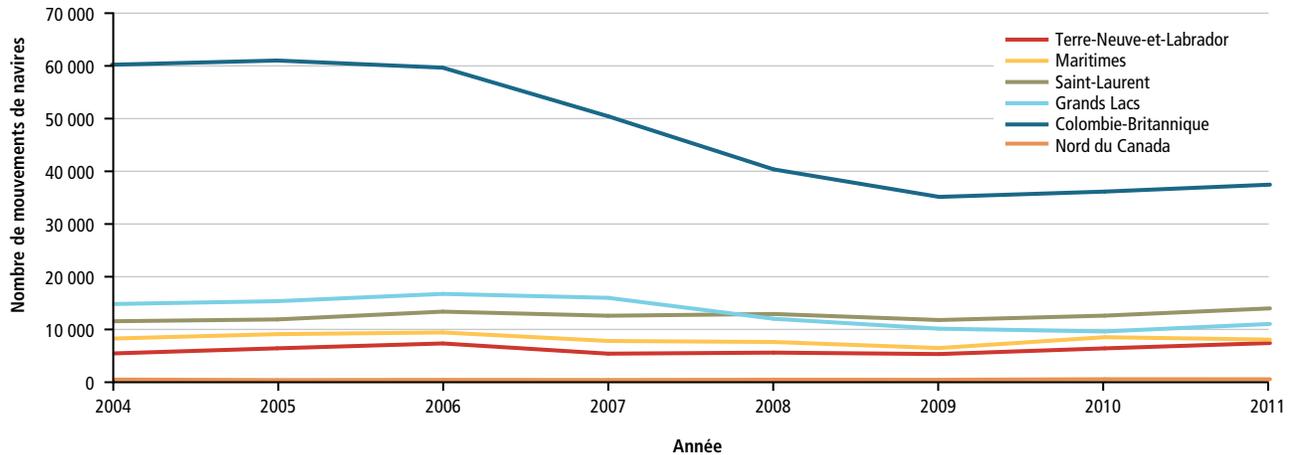
Dans les eaux canadiennes, les navires commerciaux transportent une variété de cargaisons, du vrac sec aux produits liquides, en passant par les conteneurs de produits de consommation et autres. La vaste majorité de l'activité du transport maritime se déroule aujourd'hui sans incident, en partie grâce à un environnement réglementaire et opérationnel bien développé et aux directives et pratiques exemplaires de l'industrie. Pour mieux comprendre la nature de l'industrie du transport maritime au Canada et les systèmes en place pour garantir sa sécurité, ce chapitre i) présente les données fondamentales sur le volume, le type et le lieu d'activité du transport maritime au Canada et ii) expose la portée des règlements et des pratiques en place pour prévenir les incidents et les accidents. Ces facteurs réunis constituent le cadre essentiel à une compréhension éclairée des risques du transport maritime au Canada.

2.1 PRÉSENTATION DU TRAFIC MARITIME COMMERCIAL CANADIEN

L'activité du trafic maritime commercial varie fortement au pays et traduit les différences régionales en matière de forces économiques. La majeure partie de cette activité, mesurée par l'arrivée de chaque navire dans un port canadien et son départ (c.-à-d. le mouvement des navires³) se déroule dans la région du Pacifique et concerne principalement les navires de transport de cargaisons solides⁴. C'est cependant sur la côte Est qu'a lieu la majeure partie du trafic de navires-citernes.

3 Les données sur les mouvements de navires proviennent de Statistique Canada (StatCan 2007, 2008, 2009, 2010a, 2010b, 2011, 2012a, 2012b); la dernière année pour laquelle Statistique Canada a publié de tels renseignements est 2011. L'arrivée d'un navire dans un port canadien et son départ sont comptabilisés comme un mouvement. Les données comprennent les mouvements de fret, qui comportent le chargement et le déchargement de cargaison commerciale, et les mouvements sur lest, qui n'en comportent pas. Les mouvements sont ventilés par région et incluent les transporteurs de cargaisons solides et liquides, les barges et les remorqueurs. Comme les chiffres ne sont pas séparés par type de navire, il n'a pas été possible d'éliminer les barges et les remorqueurs des données (StatCan, 2012b). Les navires qui traversent les eaux canadiennes ou qui passent à proximité, mais qui n'ont pas de port canadien comme port de destination ou d'origine (p. ex. les navires qui transitent par les Grands Lacs ou par le Saint-Laurent en provenance ou à destination d'un port des États-Unis ou les navires qui traversent le détroit de Juan de Fuca pour se rendre dans l'État de Washington ou pour en revenir) sont exclus.

4 Les cargaisons sèches sont transportées par vraquier, porte-conteneurs, transporteur de cargaisons sèches diverses, transporteur de colis lourd ou roulier. La terminologie utilisée ici est cohérente avec celle des données sur les événements maritimes de Transports Canada (BST, 2015c).



Source de données : StatCan 2007, 2008, 2009, 2010a, 2010b, 2011, 2012a, 2012b

Figure 2.1

Mouvements de cargos par région canadienne, 2004 à 2011

De 2004 à 2011, plus de la moitié (54 %) des mouvements de navires commerciaux dans les eaux canadiennes ont eu lieu en Colombie-Britannique, avec une pointe d'environ 61 000 mouvements en 2005. Le trafic dans le Nord du Canada est resté faible, mais a grimpé à plus de 500 mouvements en 2010 (StatCan, 2012b). Cette figure inclut les mouvements de transporteurs de cargaisons solides et liquides, de barges et de remorqueurs.

2.1.1 C'est dans la région du Pacifique que le trafic maritime commercial est le plus intense et il est principalement constitué du transport de cargaisons solides

Entre 2004 et 2011, les navires de fret commercial ont effectué environ 88 000 mouvements par an dans les eaux canadiennes. C'est dans la région du Pacifique qu'ils se sont principalement déroulés (54 %), suivie des Grands Lacs (15 %), du Saint-Laurent (14 %), des Maritimes (9 %) et de Terre-Neuve-et-Labrador (7 %) (figure 2.1). Le Nord du Canada a été le lieu de 1 % du trafic, avec 547 mouvements en 2011, en hausse par rapport à 388 en 2004 (StatCan, 2012b).

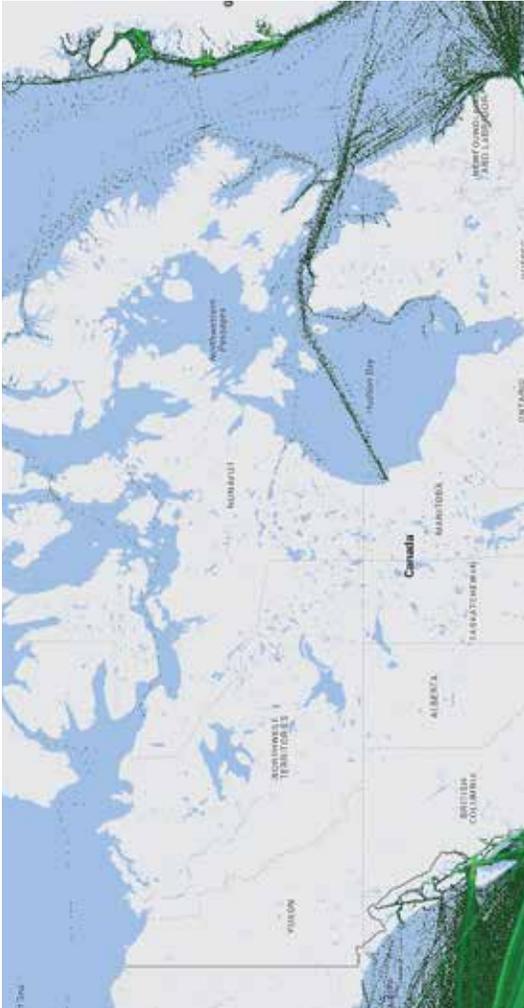
Les variations régionales de densité de trafic sont aussi mises en évidence par les données du Système d'identification automatique (SIA)⁵ de 2014. Au Canada, les cargos — qui transportent des cargaisons solides, qu'elles soient en vrac ou en conteneurs — comptent pour une part plus importante de l'activité que les navires-citernes, qui incluent tous les navires transportant des liquides ou des gaz en vrac (comme

l'illustrent les figures 2.2 et 2.3). En 2014, 94 % de tous les mouvements de navires-citernes au Canada ont eu lieu sur la côte Est (TC, 2015b).

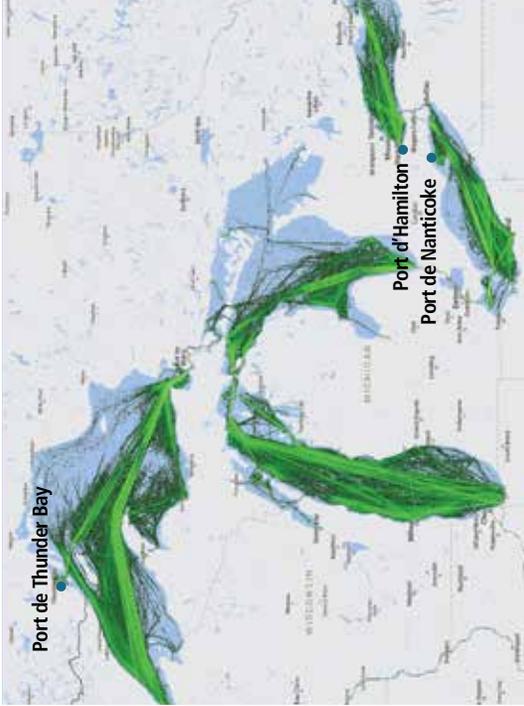
Les figures 2.2 et 2.3 montrent que le transport maritime commercial dans l'Arctique est actuellement minime. Bien que l'activité pourrait y augmenter à mesure que la glace de mer recule et s'amincit, comme elle l'a fait dans la deuxième moitié du XX^e siècle (Vaughan *et al.*, 2013) et comme le prédisent les modèles climatiques (Kirtman *et al.*, 2013), la recherche récente indique que la seule augmentation de l'accès maritime et de la saison de navigation n'entraînera pas des changements à grande échelle de l'activité (Pizzolato *et al.*, 2014). De plus, le transport maritime dans la région fait toujours face aux risques d'une couverture de glace variable et imprévisible (Conseil de l'Arctique, 2009). Les principales raisons de la future activité maritime dans l'Arctique seront l'exploitation des ressources naturelles (p. ex. hydrocarbures, minéraux durs et pêches) et le commerce régional intra-arctique, qui peuvent rassembler de multiples utilisateurs et des parties prenantes non arctiques (Conseil de l'Arctique, 2009).

5 Le SIA émet automatiquement des renseignements statiques et reliés au voyage (p. ex. l'identité du navire, le type de cargaison transportée, la destination), ainsi que des renseignements dynamiques (p. ex. les coordonnées du navire, son cap, sa vitesse) (OMI, 2015g; MarineTraffic, s.d.-a, s.d.-b). Au 31 décembre 2004, l'OMI exigeait que des transpondeurs SIA soient « installés à bord de tous les navires de jauge brute de 300 et plus effectuant des traversées internationales, de tous les cargos de jauge brute de 500 et plus qui n'effectuent pas de traversées internationales et de tous les navires de transport de passagers, quelle que soit leur taille » [traduction libre] (OMI, 2015g).

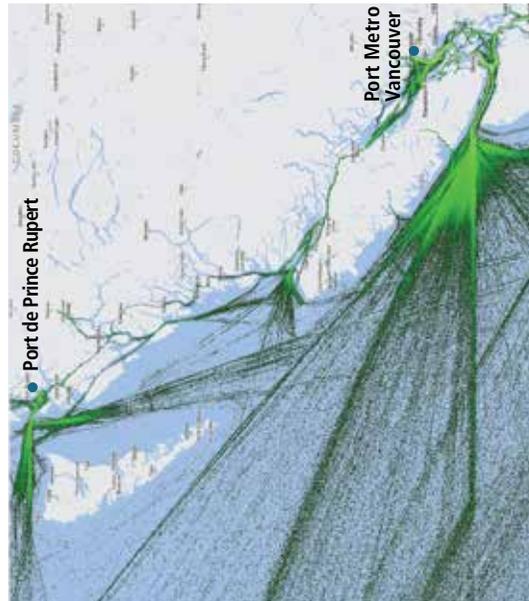
Nord du Canada et Labrador



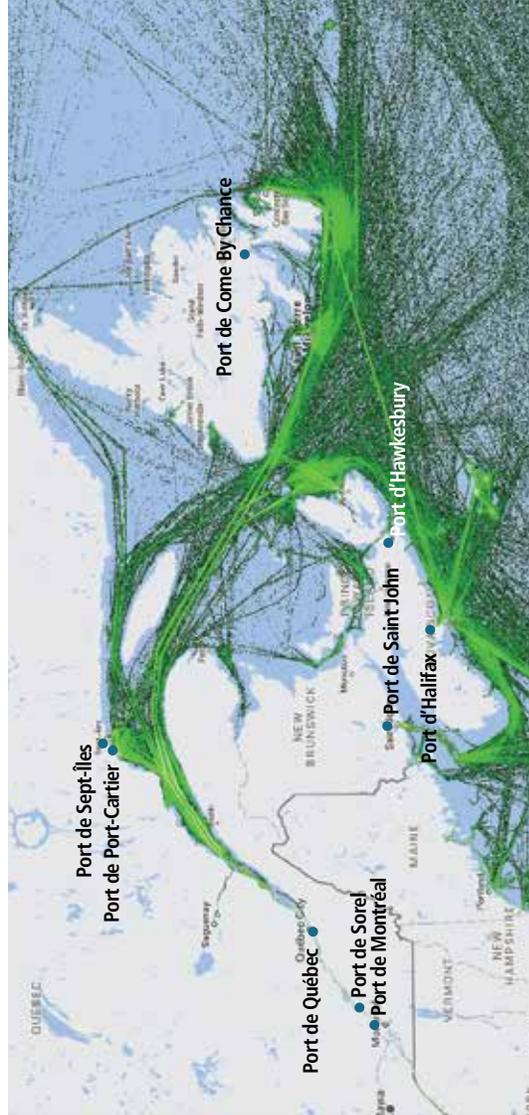
Grands Lacs



Colombie-Britannique



Saint-Laurent, Maritimes et Terre-Neuve



Source de données : StatCan, 2012b; MarineTraffic, 2015

Figure 2.2

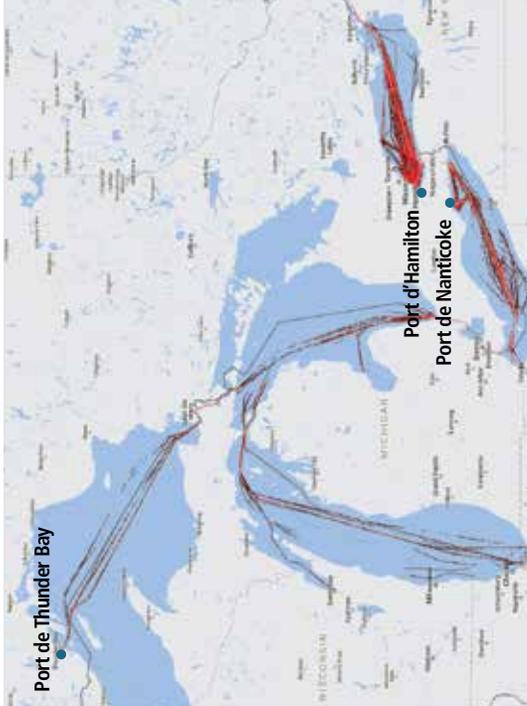
Trafic de transporteurs de cargaisons solides au Canada (2014)

Les cartes de densité sont produites à partir des données cumulées du SIA sur la position des cargos dans les eaux canadiennes et dans certaines eaux des États-Unis en 2014. L'emplacement et l'intensité des marques vertes indiquent les tendances générales des mouvements et les concentrations des navires. Les cargos comprennent, entre autres, les porte-conteneurs, les transporteurs de colis lourds, les rouliers et les chalands de charge (MarineTraffic, s.d.-c). Les cercles bleus indiquent les plus importants ports canadiens en tonnage (selon les chiffres de 2011).

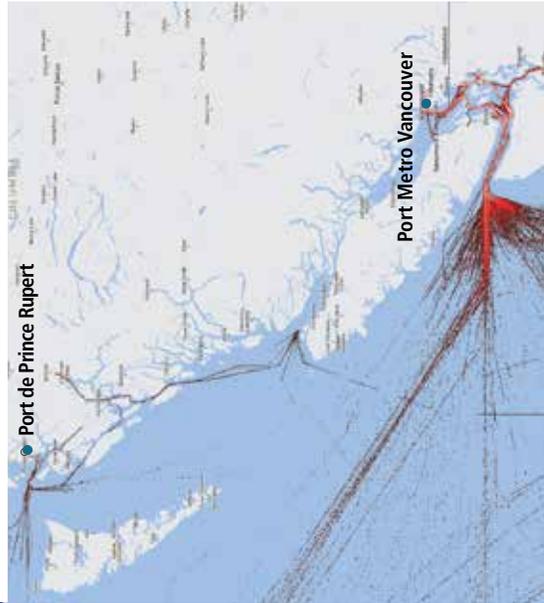
Nord du Canada et Labrador



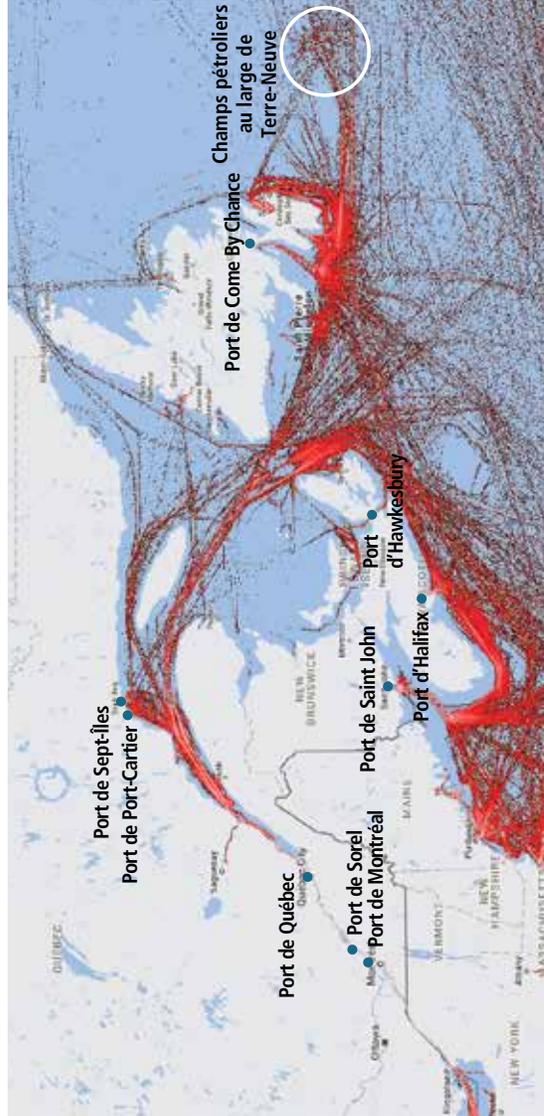
Grands Lacs



Colombie-Britannique



Saint-Laurent, Maritimes et Terre-Neuve



Source de données : StatCan, 2012b; MarineTraffic, 2015

Figure 2.3

Trafic de navires-citernes au Canada (2014)

Les cartes de densité sont produites à partir des données cumulées du SIA sur la position des navires-citernes dans les eaux canadiennes et dans certaines eaux des États-Unis en 2014. L'emplacement et l'intensité des marques rouges indiquent les tendances générales des mouvements et les concentrations des navires. Les navires-citernes incluent, entre autres, les bitumiers, les transporteurs de pétrole brut, les chimiquiers, les méthanières (MarineTraffic, s.d.-c.). Les cercles bleus indiquent les plus importants ports canadiens en tonnage (selon les chiffres de 2011).

2.1.2 La plupart des expéditions de pétrole brut s'effectuent à partir du Canada atlantique

En 2011, il y avait une variation considérable entre les régions pour ce qui est du type et de la quantité de marchandises expédiées (tableau 2.1). La côte Ouest était la première région en matière de transport maritime sortant de charbon, de produits du bois, de produits agricoles et alimentaires et de produits de pâtes et papiers, alors que le principal type de cargaison expédiée de la côte Est était le pétrole brut et les produits pétroliers, dont 82 millions de tonnes au départ et à destination de ports du Canada atlantique. Bien que le Canada du Centre soit principalement le lieu du transport de minéraux, 25 millions de tonnes de pétrole brut et autres carburants à base de pétrole y ont transité à destination et au départ des ports du Québec (TC, 2015b).

Tableau 2.1

Principales régions canadiennes pour le transport maritime international des divers types de cargaisons (2011)

Type de cargaison	Principale région (selon le tonnage total chargé)
Agriculture et produits alimentaires	Pacifique
<ul style="list-style-type: none"> • Blé • Graines de colza (canola) 	Pacifique Pacifique
Minéraux	Saint-Laurent
<ul style="list-style-type: none"> • Minerais de fer et leurs concentrés • Sel 	Saint-Laurent Grands Lacs
Carburants et produits chimiques de base	Atlantique
<ul style="list-style-type: none"> • Pétrole brut • Mazouts • Essence et carburéacteur • Potasse 	Atlantique Atlantique Atlantique Pacifique
Charbon	Pacifique
Produits forestiers et produits du bois	Pacifique
Pulpe et produits de papier	Pacifique

Source de données : StatCan, 2012b

Le tableau indique les principales régions canadiennes en 2011 pour le transport maritime international, selon la cargaison chargée seulement (c.-à-d. la cargaison sortante chargée dans un port situé au Canada et à destination d'un port étranger).

Un certain nombre de projets récents pourraient influencer sur le volume de pétrole brut et autres produits pétroliers expédiés dans diverses parties du Canada. L'exportation par navire de GNL ou de bitume dilué des sables pétrolifères d'Alberta à partir de la côte Ouest pourrait accroître le trafic de navires-citernes quittant Port Metro Vancouver. Avec le rejet de l'oléoduc Keystone XL par le gouvernement des États-Unis et la levée de l'embargo américain sur les exportations de pétrole, il est aussi possible qu'on assiste à une augmentation des mouvements maritimes de pétrole par le Canada du Centre et la côte Est. Par exemple, l'inversion de la canalisation 9B d'Enbridge permet l'écoulement de jusqu'à 300 000 barils/jour de pétrole de l'Alberta vers Montréal, ce qui augmente le trafic de navires-citernes sur le Saint-Laurent, car une partie de ce brut est expédié à une raffinerie de Lévis, près de Québec (CBC News, 2015c). Dans les Maritimes, l'oléoduc Énergie Est de TransCanada — si le projet est approuvé — transporterait 1,1 million de barils de pétrole brut par jour vers une raffinerie du Nouveau-Brunswick en vue de son exportation ultérieure par la mer (Marotte, 2015).

2.1.3 L'activité portuaire reflète la diversité régionale du commerce

En 2011, les quatre ports les plus achalandés, selon le tonnage total manutentionné, se trouvaient dans les régions du Pacifique, des Maritimes et du Saint-Laurent (tableau 2.2). Port Metro Vancouver était de loin le port le plus occupé du Canada; c'est lui qui manipulait le plus de tonnes de fret et le plus grand nombre de conteneurs (mesuré en équivalent vingt pieds [EVP]), et c'est aussi lui qui gérait le plus grand nombre de mouvements de navires.

Dans la plupart des ports, un produit domine (tableau 2.3). Par exemple, le charbon représente le plus gros tonnage manutentionné à Port Metro Vancouver, alors que Come By Chance manutentionne presque exclusivement du pétrole brut et des produits pétroliers (StatCan, 2012b). D'autres ports, comme Montréal, manutentionnent une plus grande variété de produits, comme le fret léger en conteneur, ce qui se traduit par sa place parmi les premiers ports en EVP.

Tableau 2.2

Principaux ports selon le tonnage (2011), l'EVP* (2014) et les mouvements de navires (2011)

Tonnage		EVP		Mouvements de navires	
Port (de 1 à 15)	Tonnes manuten- tionnées (x 1 000)	Port (de 1 à 5)	EVP manuten- tionnés (x 1 000)	Port (de 1 à 15)	Nombre de mouvements
Metro Vancouver (C.-B.)	107 575	Metro Vancouver (C.-B.)	2 913	Metro Vancouver (C.-B.)	17 306
Saint John (N.-B.)	31 469	Montréal (Qc) (incl. Contrecoeur)	1 402	Montréal (Qc) (incl. Contrecoeur)	3 898
Québec (Qc) (incl. Lévis)	28 962	Prince Rupert (C.-B.)	618	Halifax (N.-É.)	2 657
Montréal (Qc) (incl. Contrecoeur)	27 856	Halifax (N.-É.)	400	Québec (Qc) (incl. Lévis)	2 215
Come By Chance (T.-N.-L.)	27 387	Saint John (N.-B.)	90	Crofton (C.-B.)	2 034
Sept-Îles (Qc) (incl. Pointe-Noire)	25 786			Saint John (N.-B.)	1 649
Hawkesbury (N.-É.)	23 738			Nanaimo (C.-B.)	1 528
Prince Rupert (C.-B.)	18 780			Sept-Îles (Qc) (incl. Pointe-Noire)	1 425
Port-Cartier (Qc)	17 603			Terre-Neuve extracôtier (T.-N.-L.)**	1 425
Terre-Neuve extracôtier (T.-N.-L.)**	13 663			Prince Rupert (C.-B.)	1 330
Hamilton (Ont.)	10 016			Hamilton (Ont.)	1 140
Halifax (N.-É.)	9 930			Sault Ste. Marie (Ont.)	945
Thunder Bay (Ont.)	7 609			Windsor (Ont.)	918
Sorel (Qc)	6 396			Thunder Bay (Ont.)	781
Nanticoke (Ont.)***	6 186			Port-Cartier (Qc)	747

Source de données : StatCan, 2012b; OCTNLHE, 2014; NATS, 2014; AAPA, 2015

*EVP : équivalent vingt pieds, mesure linéaire standard utilisée pour quantifier le trafic de conteneurs. Par exemple, un conteneur de 40 pieds de long équivaut à 2 EVP (Brodie, 2013). Les EVP correspondent au total des conteneurs chargés et vides manutentionnés dans le cadre du commerce intérieur et international.

**Terre-Neuve extracôtier comprend les champs pétroliers Hibernia, Terra Nova et White Rose/North Amethyst.

***En 2012, le port de Nanticoke figurait sur la liste des 211 ports déclassés (TC, 2012a).

Tableau 2.3

Cargaisons manutentionnées dans les cinq plus grands ports canadiens (2011)

Port	Principaux types de cargaison (en tonnes totales manutentionnées)	Tonnes totales manutentionnées (x1 000)	Pétrole brut, carburant et mazouts (tonnes totales manutentionnées x 1 000 et % du tonnage total)
Metro Vancouver	Charbon	32 278	5 563 (5,2%)
	Potasse	7 196	
	Blé	5 969	
	Graines de colza (canola)	5 843	
	Copeaux de bois	4 996	
	Bois d'œuvre	4 825	
Saint John	Pétrole brut	15 415	26 956 (85,7%)
	Mazouts	6 543	
	Essence et carburéacteur	4 998	
	Autres produits du raffinage du pétrole et produits du charbon	3 190	
Québec (incl. Lévis)	Pétrole brut	9 874	14 567 (50,3%)
	Minerais de fer et leurs concentrés	5 968	
	Blé	2 815	
	Mazouts	2 685	
	Essence et carburéacteur	2 009	
Montréal (incl. Contrecoeur)	Essence et carburéacteur	5 275	9 883 (35,5%)
	Mazouts	4 492	
	Autres produits manufacturés et divers	3 207	
	Minerais de fer et leurs concentrés	1 244	
Come By Chance	Pétrole brut	23 732	27 241 (99,5%)
	Mazouts	2 378	
	Essence et carburéacteur	1 131	

Source de données : StatCan, 2012b

Le tableau répertorie les cargaisons manutentionnées dans les cinq plus grands ports canadiens selon le tonnage total, d'après le transport international et intérieur, et comprend les cargaisons chargées (sortantes) et déchargées (entrantes). Les données datent de 2011.

2.2 RÉGIME RÉGLEMENTAIRE D'ATTÉNUATION DES RISQUES DU TRANSPORT MARITIME AU CANADA

Les nombreux règlements et règles régissant les activités de transport maritime sont souvent complexes et s'étendent sur plusieurs compétences. Résultat, aucun organisme de réglementation et aucune compétence (provinciale, nationale ou internationale) ne peuvent assurer la prévention des accidents seuls. En l'absence d'organisme centralisé de coordination des affaires maritimes au Canada, les gouvernements, les organismes internationaux de réglementation, les administrations portuaires et l'industrie doivent se coordonner entre eux pour atténuer le risque qu'un événement néfaste dans le transport maritime se produise au pays.

2.2.1 La sécurité maritime est une responsabilité partagée dont Transports Canada assume la plus grande partie

Pour comprendre l'étendue des règlements régissant le transport maritime au Canada, il faut commencer par étudier l'Organisation maritime internationale (OMI) des Nations Unies, dont le Canada et 170 autres pays sont membres. L'OMI, qui a pour mission de « faire en sorte, par le biais de la coopération, que le secteur des transports maritimes soit sûr, sans danger, respectueux de l'environnement, efficace et durable » constitue un forum de négociation de dizaines de conventions et de plus de 1 000 codes et recommandations touchant la sécurité maritime et la protection de l'environnement (OMI, 2013, 2015d) (encadré 2.1). Si l'OMI ne dispose pas de pouvoirs de mise en application des règlements, ces codes et recommandations régissent divers aspects du transport

maritime, de la prévention aux régimes de responsabilité, en passant par les normes de construction et d'équipement des navires, les communications de détresse et la préparation et l'intervention en cas de pollution par des hydrocarbures (OMI, 2013).

Chaque État du pavillon — le pays dans lequel un navire est immatriculé — est responsable de la mise en application des règles et règlements de l'OMI sur son territoire (OMI, 2016b). Au Canada, le contrôle de la conformité s'effectue par le programme Contrôle des navires par l'État du port de Transports Canada, au moyen d'exams et d'inspections⁶. Les activités de ce programme comprennent l'inspection approfondie des chimiquiers, des méthaniers, des pétroliers, des vraquiers et des navires âgés de plus de 12 ans (TC, 2015b). En 2015, par exemple, le Canada a inspecté 981 bâtiments, selon le rapport produit en vertu du protocole d'entente de Paris, et a découvert des déficiences dans 485 cas (49 %), 3 % d'entre elles étant classées à haut risque. Ces constatations ont conduit à la mise en détention de 22 navires (2 %) (PSC, 2014).

Encadré 2.1 La prévention des risques maritimes : une perspective internationale

Un certain nombre de conventions internationales sont particulièrement importantes pour l'atténuation des risques du transport maritime. La *Convention internationale pour la prévention de la pollution par les navires* (MARPOL) de l'OMI, par exemple, est la « principale convention internationale traitant de la prévention de la pollution du milieu marin, que les causes soient liées à l'exploitation ou à des accidents » (OMI, 2015c). La *Convention internationale de 1974 pour la sauvegarde de la vie humaine en mer* (SOLAS) est le plus important outil de sécurité des navires commerciaux (OMI, 2015b) et la *Convention internationale sur la formation des gens de mer, de délivrance des brevets et de veille* (STCW) fixe des normes minimales pour les signataires (OMI, 2015a). Un quatrième code d'importance majeure, le *Code international pour la gestion de la sécurité* (ISM) porte sur la gestion des navires, les opérations et la prévention de la pollution; il exige l'établissement de systèmes de gestion de la sécurité (OMI, 2016c).

Tableau 2.4

Lois canadiennes régissant le transport maritime

Loi	Remarques
Loi sur les océans	Souligne les diverses zones des océans canadiens, Arctique inclus, et décrit la stratégie de gestion des océans, qui donne le pouvoir de créer et de réglementer des zones de protection marine dans les océans canadiens. La Loi décrit aussi les règlements touchant ces zones.
Loi sur la prévention de la pollution des eaux arctiques (LPPEA)	Fournit des moyens de prévenir la pollution causée par les navires et en particulier, le dépôt de déchets dans les eaux arctiques. La Loi comprend des règlements portant sur la navigation, y compris la nécessité de navigateurs compétents en navigation dans les glaces et d'un système de zones et de dates qui délimite les zones de sécurité et indique les dates d'ouverture et de fermeture de ces zones pour les navires de différentes cotes de glace.
Loi de 2001 sur la marine marchande du Canada (LMMC)	Constitue la principale loi canadienne régissant le transport maritime et la navigation de plaisance dans les eaux canadiennes, Arctique compris.
Lois sur la responsabilité en matière maritime (LRMM)	Exige que les propriétaires ou les exploitants de bâtiments soient responsables de leurs navires et des conséquences de leur exploitation.
Loi sur la sûreté du transport maritime (LSTM)	Voit à la sécurité du transport maritime et s'applique aux installations maritimes au Canada et aux navires canadiens à l'extérieur du Canada.
Loi sur la protection de la navigation (anciennement Loi sur la protection des eaux navigables)	Protège les droits de la population à naviguer et assure l'équilibre entre ces droits et la nécessité de bâtir des ouvrages pouvant nuire à la navigation.
Loi sur le cabotage	Soutient les intérêts maritimes nationaux en réservant le cabotage au Canada aux navires immatriculés au Canada. La Loi prévoit un processus permettant d'importer temporairement un bâtiment étranger en vertu d'une licence de cabotage quand aucun navire immatriculé au Canada n'est disponible ou dans le cas du transport de passagers. Les droits prévus dans le <i>Tarif des douanes</i> et dans la <i>Loi sur la taxe d'accise</i> s'appliquent alors.

Tableau tiré de Dawson, 2014

⁶ Le Contrôle des navires par l'État du port est une autorité internationalement convenue détenue par les pays signataires de la *Convention des Nations Unies sur le droit de la mer* (ONU, 2013). Le Canada exerce, par le biais d'inspections, son droit à s'assurer que les navires entrant dans les eaux nationales sont conformes. Lorsqu'ils entrent dans un port national, les navires étrangers sont examinés et inspectés pour vérifier leur conformité aux conventions internationales (TC, 2013c). Le Contrôle des navires par l'État du port agit comme un filet de sécurité pour éviter les navires non conformes et donne le pouvoir de consigner les déficiences et de détenir un navire (OMI, 2015h; TC, 2015b). Transports Canada est chargé de ces inspections dans les ports canadiens. Le Canada est signataire du protocole d'entente de Paris (entente de Contrôle des navires par l'État du port dans l'Atlantique) et du protocole d'entente de Tokyo (entente de Contrôle des navires par l'État du port dans le Pacifique). Ces deux protocoles permettent la coordination des activités de Contrôle des navires par l'État du port entre les signataires (TC, 2013c; OMI, 2015h).

Tableau 2.5

Ministères et agences responsables de divers volets du transport maritime

Ministère/Agence	Domaine de responsabilité ou participation										
	Sécurité des navires	Ports/Installations	Intervention d'urgence	Aides à la navigation	Brise-glace	Dragage/ Niveau de l'eau	Environnement	Santé et sécurité du personnel	Délivrance de permis/ Pilottage	Classe/Conception des navires	Sécurité/Recherche et sauvetage
Agence des services frontaliers du Canada											X
Garde côtière canadienne			X	X	X	X	X				X
Administrations portuaires canadiennes		X				X		X			
Emploi et Développement social Canada								X			
Environnement et Changement climatique Canada			X				X				
Pêches et Océans Canada				X			X				
Programme du travail		X						X			
Administrations locales		X	X				X				
Défense nationale											X
Gouvernements provinciaux		X	X				X				
St. Lawrence Seaway Management Corporation*	X	X	X				X				
Transports Canada	X	X	X			X	X		X	X	
Bureau de la sécurité des transports du Canada	X							X			

Adapté de RTG, 2014

*La Saint Lawrence Seaway Development Corporation assume des responsabilités semblables du côté États-Unis de la voie maritime du Saint-Laurent.

En vertu de la *Constitution du Canada*, le gouvernement fédéral a autorité sur le transport maritime, la navigation et la pêche dans les eaux océaniques canadiennes (c.-à-d. jusqu'à la limite des 200 miles nautiques de la zone économique exclusive) et dans les eaux navigables intérieures (Becklumb, 2013). Il peut donc réglementer les routes de transport maritime, les émissions et les rejets des navires et la sécurité (Becklumb, 2013). Parmi les diverses lois et politiques canadiennes qui concernent le transport maritime, la principale est la *Loi de 2001 sur la marine marchande du Canada*, qui fixe, par exemple, les obligations de permis et les normes de sécurité. Cette loi s'applique à tous les navires dans les eaux canadiennes, ainsi qu'aux bâtiments canadiens à l'étranger (TC, 2012c). Le tableau 2.4 dresse la liste de plusieurs lois fédérales qui gouvernent le transport maritime.

Ces lois sont mises en œuvre par un éventail de ministères, d'agences et d'organismes; aucun organisme central n'est chargé de la coordination dans le secteur maritime canadien. Le tableau 2.5 montre l'étendue de la gamme d'acteurs à l'échelle fédérale, provinciale et municipale qui participent à la supervision du transport maritime. Transports Canada joue un rôle principal comme régulateur, organisme de réglementation et vérificateur de la conformité (TC, 2015b). Entre autres instruments, il dispose du Programme national de surveillance aérienne, qui permet de détecter les rejets illégaux de polluants en mer et d'en poursuivre les responsables, et de la certification des pilotes maritimes locaux de navires évoluant dans les passages dangereux (TC, 2014c). La Garde côtière canadienne joue un rôle essentiel dans la mise en application, fournit un réseau d'aides à la navigation, exploite les centres des Services de communications et de trafic maritimes (qui partagent les renseignements sur la sécurité et surveillent les appels

de détresse et de sécurité), offrent l'aide de brise-glace et formulent des conseils pour la gestion du trafic maritime (GCC, 2008, 2015).

2.2.2 Il existe des variations régionales en matière de régime de sécurité, qui reflètent les différences d'environnement opérationnel

Dans le cadre réglementaire national de sécurité maritime, il existe un certain nombre de différences importantes qui traduisent la réalité ou les conditions de chaque région. Dans les régions du Saint-Laurent et des Grands Lacs, des agences américaines travaillent aux côtés des autorités canadiennes à la réglementation de la sécurité du transport maritime, notamment la U.S. Coast Guard et la Saint Lawrence Seaway Development Corporation, ce qui ajoute à la complexité réglementaire et à la nécessité de coordonner les activités (RTG, 2014). Par exemple, tous les bâtiments battant pavillon étranger, y compris les navires de propriété canadienne immatriculés dans d'autres pays, sont soumis à des inspections approfondies avant d'entrer dans la voie maritime, en vertu d'un effort canado-américain concerté. Cette pratique répond au *Code international pour la sûreté des navires et des installations portuaires*, qui a introduit des exigences supplémentaires au chapitre des inspections après les attaques terroristes de 2001. De plus, les eaux des Grands Lacs et du Saint-Laurent sont désignées zone de pilotage obligatoire, ce qui oblige à ce qu'un pilote certifié canadien ou américain aide à la navigation, avec une réciprocité établie dans le *Traité des eaux limitrophes* de 1909 (RTG, 2014).

La réglementation peut être appuyée par l'emploi de la planification de l'espace maritime pour réduire les risques et prévenir les conflits entre les utilisations. Par exemple, les routes maritimes peuvent être éloignées des zones sensibles où les risques posés par les activités routinières de transport maritime, comme les heurts par des navires ou le bruit, sont particulièrement préoccupants. La planification de l'espace maritime ne se limite pas aux facteurs et aux objectifs environnementaux; elle peut comprendre des considérations sociales et économiques (The White House Council on Environmental Quality, 2010). Dans la région du Pacifique, une zone d'exclusion volontaire des navires-citernes au large de la Colombie-Britannique est en place depuis 1985 pour les navires chargés qui voyagent entre l'Alaska à l'État de Washington. Elle ne s'applique toutefois pas aux navires-citernes dont le port d'origine ou de destination se trouve en Colombie-Britannique (TC, 2015b). De plus, les navires-citernes transportant plus de 40 000 tonnes de port en lourd qui transitent dans le détroit de Haro et dans le passage Boundary doivent recourir à deux pilotes et un remorqueur

d'escorte. Des exigences semblables sont en vigueur pour tous les navires-citernes chargés qui entrent dans l'inlet Burrard et le bras Indian (TC, 2015b). Une limite de taille est également imposée aux navires-citernes autorisés dans Port Metro Vancouver; ces bâtiments ne peuvent pas dépasser 120 000 tonnes, ce qui exclut donc les très gros transporteurs de brut (PMV, 2014).

Le Nord du Canada est assujéti à une réglementation additionnelle par le biais de la *Loi sur la prévention de la pollution des eaux arctiques* (GC, 2014c). Les navires qui se rendent dans l'Arctique doivent être conçus, construits et équipés pour les conditions arctiques, conformément aux *Lignes directrices pour la navigation dans les eaux polaires* de l'OMI et aux normes de conception des *Unified Requirements for Polar Class Ships* de l'International Association of Classification Societies (TC, 2013b). Le *Code international de sécurité pour les navires opérant dans les eaux polaires* (le Recueil sur la navigation polaire) que l'OMI a récemment adopté devrait entrer en vigueur en janvier 2017. Il inclut des exigences touchant la conception et la construction, l'équipement et l'exploitation et les effectifs des navires, qui faciliteront l'harmonisation internationale (OMI, 2016a). Toutefois, s'il est prudent d'élaborer des normes particulières pour le Nord, la législation ne constitue qu'une partie du système nécessaire pour garantir la sécurité. En outre, des critiques ont été formulées à l'encontre du Recueil sur la navigation polaire, auquel on reproche de ne pas aller assez loin en ce qui concerne la protection de l'environnement (Cressey, 2014).

2.3 LE RÔLE DE LA CULTURE DE LA SÉCURITÉ DANS LA RÉDUCTION DES RISQUES DANS LE TRANSPORT MARITIME

Bien que le régime réglementaire de la sécurité maritime soit nécessaire à la réduction des risques, les participants à l'atelier pensent qu'il n'est pas suffisant. Les règlements correspondent aux normes minimales convenues et sans une culture interne qui a « la capacité et la volonté [...] de comprendre la sécurité, les dangers et les moyens de les prévenir, ainsi que la capacité et la volonté d'agir en toute sécurité » [traduction libre] (Berg, 2013), il est impossible de minimiser efficacement les risques. En fait, certains avancent même que la culture de la sécurité a une influence matérielle par l'amélioration des résultats (Berg, 2013; ISF, s.d.). Chauvin *et al.* (2013) ont examiné des rapports d'accident concernant 39 navires impliqués dans 27 collisions signalées par le Royaume-Uni et le Canada entre 1998 et 2012. Les auteurs ont utilisé le Human Factors Analysis and

Classification System (HFACS)⁷ pour déterminer le ou les facteurs qui ont contribué à chaque accident. Globalement, l'inadéquation du leadership était en cause dans 59 % des cas, principalement en raison d'une programmation et d'une planification inappropriée. Les influences organisationnelles étaient responsables de 54 % des collisions, principalement à cause de systèmes de gestion de la sécurité incomplets (Chauvin *et al.*, 2013). Le leadership et les influences organisationnelles sont fortement façonnés par la culture de la sécurité. Reason (1998) présente un modèle dit du *fromage suisse*, dans lequel il est démontré que chaque tranche de fromage « intervient entre les dangers locaux et les pertes possibles ». Essentiellement, un système de sécurité est composé de multiples couches (les *tranches*), chacune d'elles représentant une stratégie de défense. Pour qu'un accident se produise, les failles (les *trous*) de chaque couche doivent s'aligner. Cependant, ces failles se déplacent constamment selon les circonstances. Comme la culture de la sécurité est globale, elle s'applique à chaque couche de défense, aidant à combler les failles de sécurité et à réduire les risques d'accident (Reason, 1998).

Depuis 2002, l'OMI demande à tous les propriétaires et exploitants de navires internationaux d'adhérer au Code ISM (Chauvin *et al.*, 2013). Ce code réclame de mettre en œuvre un système de gestion de la sécurité, de concevoir des mesures de protection contre les risques, de favoriser l'acquisition des compétences en gestion de la sécurité et d'améliorer la protection de l'environnement (OMI, 2002). Selon l'OMI (2015f) :

Une mise en application efficace du Code ISM devrait faire s'éloigner d'une culture de respect "irréfléchi" de règles extérieures au profit d'une culture d'autoréglementation "réfléchi" de la sécurité — c'est-à-dire engendrer une "culture de la sécurité". La culture de la sécurité implique de se rapprocher d'une culture d'autoréglementation dans laquelle chaque individu — du haut en bas de la hiérarchie — se sent responsable des mesures prises pour renforcer la sécurité et améliorer la performance.

Les compagnies de transport maritime démontrent leur engagement à l'égard de la sécurité par l'adoption de nouvelles technologies à bord de leurs bâtiments (encadré 2.2). Leurs dirigeants et leurs clients participent également à l'amélioration de la sécurité en appuyant diverses initiatives de l'industrie, dont certaines représentent une forme de supervision réglementaire du secteur privé

Encadré 2.2 Technologies renforçant la sécurité du transport maritime

Au cours des 100 dernières années, la sécurité du transport maritime s'est considérablement améliorée avec l'introduction de nouvelles technologies de navigation. La passerelle d'un navire moderne a peu de points communs avec celle des bâtiments en service il y a un siècle. Elle est équipée de plusieurs outils technologiques qui améliorent la sécurité, comme les échosondeurs qui avertissent des risques d'échouement, le radar qui avertit des dangers bien avant qu'ils soient identifiés visuellement, des dispositifs de surveillance et de prévision météorologiques qui facilitent la planification et la radio très hautes fréquences (VHF) qui permettent au navire et aux autorités à terre de rester en contact en tout temps. La navigation a notamment complètement changé avec l'arrivée de la technologie qui a éliminé la nécessité d'effectuer des estimations. Le système de positionnement mondial (GPS), devenu complètement opérationnel au début des années 1990, fournit des renseignements précis sur la position, ce qui assure des passages sécuritaires, et peut être utilisé quels que soient l'endroit, le moment de la journée ou les conditions météorologiques. L'introduction du GPS a été une révolution, mais la technologie de navigation continue à évoluer et à améliorer la sécurité. Aujourd'hui, le SIA permet l'identification instantanée et le suivi des navires, notamment de leur cap et de leur vitesse, par d'autres navires et par les autorités à terre. De plus, les renseignements qu'il fournit permettent la mise à jour instantanée des cartes au moyen du Système électronique de visualisation des cartes marines (SEVCM), qui peut être combiné au radar, afin que les équipages disposent de la meilleure connaissance de la situation possible pour éviter les accidents. Bien que ces technologies, qui progressent sans cesse, soient de plus en plus importantes pour la sécurité maritime, elles ne demeurent qu'un composant de l'environnement de la sécurité maritime.

(Allianz, 2012)

(Walters et Bailey, 2013). Par exemple, les grandes sociétés pétrolières assurent un contrôle étendu des compagnies de transport maritime qu'elles engagent et la menace de perdre des contrats encourage les entreprises de navires-citernes à se conformer (Walters et Bailey, 2013). L'Oil Companies International Marine Forum (OCIMF), une association

⁷ Le système HFACS sert à appuyer les enquêtes sur les accidents en catégorisant les facteurs contributifs en *facteurs externes, actes dangereux des exploitants, conditions préalables aux actes dangereux, mauvaise supervision et influences organisationnelles* (Chauvin *et al.*, 2013).

sectorielle regroupant des compagnies pétrolières, a mis sur pied deux programmes : le Ship Inspection Report Programme (SIRE) et le Tanker Management and Self Assessment (TMSA). Les membres du SIRE ordonnent des inspections de bâtiments pour examiner des éléments tels que la manutention de la cargaison, les procédures de sécurité et les mesures de contrôle de la pollution, puis versent les rapports d'inspection dans la base de données du programme (OCIMF, 2015). Environ 20 000 rapports ont ainsi été entrés dans la base de données en 2014, et une moyenne de plus de 10 000 rapports sont consultés chaque mois par les utilisateurs, qui peuvent s'en servir pour évaluer le rendement de leur bâtiment (OCIMF, 2015). Le programme TMSA encourage l'autoréglementation et la mesure et l'amélioration des systèmes de gestion de la sécurité (OCIMF, s.d.). Il offre des lignes directrices pour répondre aux objectifs de rendement dans un certain nombre de domaines de la gestion et encourage les participants à rechercher et à corriger leurs faiblesses. Un des domaines de la gestion est l'enquête sur les incidents et leur analyse, dont les entreprises tirent parti pour élaborer et raffiner les mesures de prévention. Le programme TMSA établit une approche du signalement des incidents, des enquêtes et du partage des leçons retenues entre les bâtiments et souligne l'importance de la formation et du soutien aux personnes chargées d'enquêter sur les incidents (NEPIA, 2012). Ce programme est utilisé par 90 % des exploitants de navires-citernes (OCIMF, s.d.). L'OCIMF a aussi mis au point le Marine Terminal Information System, qui comporte un guide de gestion et d'auto-évaluation des terminaux maritimes et un guide sur les compétences et la formation des exploitants de terminaux maritimes (OCIMF, 2014).

Le secteur de l'assurance peut aussi encourager la sécurité en proposant des incitatifs ou en imposant des exigences aux détenteurs de polices (Faure, 2014). Les compagnies d'assurance peuvent récompenser les transporteurs affichant les meilleurs résultats en leur offrant des tarifs avantageux et utiliser les franchises pour inciter fortement les détenteurs des polices à éviter les accidents. Les assureurs peuvent aussi décider d'analyser le programme de gestion du risque du détenteur pour évaluer ses procédures (Faure, 2014).

Il y a des limites à ce que l'autoréglementation permet de faire, car les compagnies dont la culture de sécurité est plus faible peuvent « jouer » avec certains de ces systèmes, par exemple, en déposant une demande d'adhésion à plusieurs sociétés de classification (qui valident la construction et l'exploitation appropriées des navires) avant de finir par

être acceptées par l'une d'elles. Cependant, quand ces stratégies d'autoréglementation sont imposées en plus de la réglementation gouvernementale, elles peuvent renforcer la sécurité globale.

2.4 ACCIDENTS, CONFIANCE ET PERMIS SOCIAL

La sécurité dépend d'un régime réglementaire rigoureux associé à une forte culture de la sécurité chez les propriétaires de navires. Or, les participants à l'atelier pensent que pour continuer à susciter la confiance de la population, l'industrie du transport maritime doit s'efforcer d'améliorer encore ses résultats en matière de sécurité et de protection de l'environnement. Comme toutes les industries, elle dépend d'un certain soutien de la collectivité — le *permis social* — pour mener ses activités.

L'obligation de permis social pour l'exploitation traduit le principe de plus en plus populaire selon lequel les activités industrielles requièrent le consentement tacite des personnes touchées. Elle révèle aussi que le public pense de plus en plus que si la conformité de l'industrie à la réglementation est nécessaire, elle n'est pas suffisante pour répondre aux inquiétudes soulevées par les opérations prévues ou en cours. Si le concept tire son origine du secteur minier, il est appliqué à un nombre croissant d'autres secteurs, de l'agriculture au tourisme (Koivurova *et al.*, 2015). La société accorde aux entreprises et aux industries un permis social tacite quand elle les perçoit comme légitimes, quand ces entreprises inspirent la confiance des parties prenantes et quand les parties touchées consentent à leurs activités (Morrison, 2014). Ircha (2012) note que « [le] permis social s'appuie sur les croyances, les perceptions et les opinions de la collectivité; il est accordé par la collectivité (autrement dit, par un réseau de parties prenantes) et il est intangible, dynamique et non permanent » [traduction libre]. Pour que le public octroie un permis social, il doit y avoir une compréhension commune d'éléments essentiels — ce qu'on accorde et la nature et les risques de l'activité (House, 2013). Pour le transport maritime, ces éléments peuvent inclure une excellente connaissance de la probabilité et des répercussions potentielles des déversements de différents types de cargaisons dans différents milieux marins. De plus, le permis social requiert que les collectivités aient confiance que la réaction d'une compagnie de transport maritime face à un accident sera suffisante et rapide.

Dans l'industrie du transport maritime, et particulièrement dans les communautés portuaires, le permis social peut être particulièrement difficile à obtenir quand certains des avantages du transport maritime (p. ex. le commerce ou les revenus fiscaux) sont répartis sur un large territoire, alors que les répercussions négatives (p. ex. la congestion du trafic ou la pollution) peuvent être concentrées. Les ports ont recours à diverses méthodes pour obtenir un permis social. Par exemple, Port Metro Vancouver (PMV) a élaboré une stratégie de dialogue avec les Premières Nations, qui a amélioré sa connaissance de la façon dont les Autochtones utilisaient historiquement les terres du port, et a mis sur pied un processus formel de consultation (Ircha, 2012). Derrière ce processus se trouve la reconnaissance des terres cédées en vertu d'un traité et des territoires traditionnels revendiqués et la compréhension que la consultation des Autochtones doit s'effectuer séparément de la consultation du grand public (PMV, 2016). Ircha (2012) encourage les ports à évaluer les craintes concernant l'équité et d'entretenir leur réputation durant les périodes calmes, car cela jettera les bases de la gestion des conflits en cas de crise.

La facilité avec laquelle les permis sociaux peuvent être obtenus ne dépend pas seulement du niveau de risque, mais aussi de la perception générale de ce risque qu'à une collectivité donnée. L'Association Internationale de Signalisation Maritime (AISM) souligne que l'acceptation publique d'un risque dépend des caractéristiques du risque, comme le degré de contrôle personnel, la possibilité de catastrophe, la répartition des avantages et le point auquel l'exposition au risque est volontaire, en plus du niveau de confiance dans l'organisme qui gère le risque (AISM, 2013). Cependant, la perception d'un risque est influencée par un vaste éventail de facteurs qui dépassent les caractéristiques de ce risque, dont la culture et les particularités démographiques et sociales (p. ex. l'âge ou le sexe) (Slovic, 2000). Par conséquent, le point de vue du

public ou du gouvernement de l'acceptabilité d'un risque donné peut être très différent d'une collectivité à l'autre, même si le degré du risque est le même.

Les entreprises de transport maritime peuvent percevoir l'amélioration de la culture de la sécurité comme une des clés de l'acquisition du permis social à mener leurs activités. L'engagement à obtenir et à entretenir ce permis peut améliorer la conformité réglementaire, voire motiver les entreprises à dépasser la conformité, particulièrement dans l'arène environnementale, car elles cherchent alors à répondre aux préoccupations du public concernant les répercussions environnementales des opérations routinières de transport maritime et les risques de déversement (Bloor *et al.*, 2013). En outre, les compagnies peuvent rechercher des programmes de certification pour prouver leur engagement à l'égard de l'environnement. Un de ces programmes pertinents pour le Canada est l'Alliance verte, un programme de certification environnementale nord-américain qui reconnaît les propriétaires de navires, les ports, les entreprises de voies navigables, les terminaux et les chantiers navals qui réduisent chaque année leur empreinte environnementale (Alliance verte, 2014).

Morrison (2014) encourage les « organismes à penser l'ensemble de leurs relations sociales avec le même sérieux que celui [dont ils font déjà preuve] à l'égard de la santé et de la sécurité » [traduction libre]. Des événements comme les protestations contre le trafic de navires-citernes en Colombie-Britannique (encadré 2.3), l'explosion de la plateforme Deepwater Horizon de BP dans le golfe du Mexique, l'échouement de l'*Exxon Valdez* et l'opposition de la population à la proposition de Shell d'éliminer en mer les installations de forage pétrolier extracôtier Brent Spar mettent en évidence les risques auxquels est soumise l'industrie du transport maritime quand le permis social n'est pas suffisamment établi avant un événement négatif ou le risque qu'il soit révoqué à la suite de cet événement.

Encadré 2.3

Les défis de l'obtention du permis social pour les navires-citernes en Colombie-Britannique

En Colombie-Britannique, certains modes de transport maritime ont récemment fait l'objet de critiques négatives (CBC News, 2015a). Les craintes qui touchent les navires-citernes sont principalement liées aux réserves concernant l'exploitation des ressources, notamment à cause de l'augmentation des possibilités d'exportation du pétrole des sables bitumineux de l'Alberta et de ses répercussions sur le climat. Les projets d'oléoduc Northern Gateway vers Kitimat et d'oléoduc Trans Mountain vers Burnaby, qui visent à acheminer du bitume dilué à partir de l'Alberta, ont soulevé des protestations à cause, en grande partie, du trafic de navires-citernes qu'ils entraîneraient (Stueck, 2013). En particulier, on s'inquiète des conséquences possibles d'un déversement marin de bitume dilué. Dans le dépôt qu'il a effectué en janvier 2016 à l'Office national d'énergie, le gouvernement de la Colombie-Britannique cite les préoccupations quant à la qualité de l'intervention face à un tel déversement comme une raison clé de sa décision de ne pas soutenir la proposition d'expansion de l'oléoduc Trans Mountain (GCB, 2016). Ces préoccupations ont été exacerbées par le récent déversement de combustible de soute dans la baie English à Vancouver, pour lequel la réponse de la Garde côtière canadienne a été perçue comme médiocre et qui a soulevé des questions sur la préparation à un déversement d'hydrocarbure (Editorial Board, 2015).

Les craintes environnementales sont particulièrement grandes en Colombie-Britannique parce que les résidents accordent une grande valeur au milieu naturel. Le sondage réalisé par le CAC a révélé que les répondants de la côte Pacifique étaient particulièrement plus préoccupés que ceux des régions de l'Atlantique, du Centre ou du Nord du Canada par les répercussions environnementales d'un accident de transport maritime entraînant le déversement de

cargaison dans leur région. Les réponses au sondage indiquent que l'ampleur des répercussions environnementales attendues d'un déversement est notablement plus importante sur la côte pacifique que dans le reste du Canada. Ceci peut s'expliquer en partie par les résultats d'un autre sondage national, qui a révélé que les Britanno-Colombiens ont de plus fortes probabilités que les autres Canadiens d'avoir choisi leur de résidence en partie pour l'accès à la nature (biodivcanada.ca, 2014). De plus, les dépenses annuelles moyennes dans des activités reliées à la nature y sont parmi les plus élevées au pays (biodivcanada.ca, 2014).

Les demandes concurrentes d'accès à la côte peuvent également nuire au soutien au transport maritime. Dans les villes portuaires, le front de mer est valorisé pour de nombreux usages — commercial, résidentiel et récréatif (OCDE, 2014). Quand la collectivité ne perçoit pas que les activités relatives au transport maritime apportent des bienfaits suffisants, elle peut préférer que d'autres usages du front de mer soient priorisés. Les préoccupations peuvent être exacerbées dans des régions comme le Grand Vancouver, où le prix des terrains est élevé.

Le projet de moratoire sur le trafic des navires-citernes dans le nord de la Colombie-Britannique prouve les conséquences de l'absence de permis social pour l'exploitation et le transport des ressources (CBC News, 2015a). La proposition de Northern Gateway de transporter du bitume dilué à travers des terres et des eaux sensibles sur le plan écologique fait face à une large opposition, notamment chez les Premières Nations côtières. Ces dernières ont déterminé que les risques pour la santé et les moyens de subsistance posés par le projet dépassaient largement ses avantages (CFN, s.d.).

2.5 CONCLUSION

L'industrie canadienne du transport maritime est importante pour le commerce intérieur et pour le commerce international, et les cargaisons transportées sont extrêmement diverses. Les ententes internationales appuyées par les lois et règlements nationaux et par les normes sectorielles font partie d'une structure de gouvernance

exhaustive, mais complexe, visant à atténuer les risques du transport maritime commercial. Le transport maritime au Canada est régi par un cadre réglementaire et sécuritaire bien développé et qui continue à évoluer. Conjointement avec les efforts continus d'encouragement d'une culture de la sécurité, il est essentiel à la poursuite de la réduction des risques à tous les niveaux.

3

Incidents et accidents

- **Incidents et accidents par type de navire et par région**
- **Incidents et accidents par étape du transport maritime et type de voie navigable**
- **Bilan : l'importance de la fréquence et de la gravité**
- **Facteurs influençant la probabilité d'un incident ou d'un accident**
- **Conclusion**

3 Incidents et accidents

Principales constatations

Le nombre total d'accidents maritimes impliquant des transporteurs de cargaisons solides et des navires-citernes canadiens dans les eaux canadiennes diminue depuis 1998.

Le taux d'incidents et d'accidents varie au Canada. Selon les données disponibles publiquement pour la période de 2004 à 2011, c'est dans le Nord du Canada qu'il est le plus élevé, puis dans le Saint-Laurent et dans les Grands Lacs. Une recherche approfondie est nécessaire pour mieux comprendre ce résultat.

Près de la moitié des rapports d'événements maritimes impliquant des cargos ces dix dernières années font état d'incidents mineurs, plutôt que d'accidents majeurs. Les accidents dans les voies navigables restreintes (p. ex. dans les ports, les fleuves et les canaux) ont moins de probabilité d'entraîner des blessures graves que ceux survenant en eau libre et, par conséquent, la région du Saint-Laurent affiche le taux de décès et de blessures le plus faible.

Moins de 2 % des incidents et accidents maritimes commerciaux dans les eaux canadiennes ont provoqué un déversement connu de polluants dans l'environnement.

Bien que les incidents et les accidents de transport maritime aient généralement de multiples causes, celles qui sont les plus couramment citées sont liées aux facteurs humains et organisationnels.

Pour comprendre les risques associés au transport maritime commercial, il faut d'abord connaître i) la fréquence, les types et les lieux des incidents et des accidents⁸ et ii) les facteurs qui influencent la probabilité que ces événements se produisent. Ensemble, ces éléments aident à déterminer la probabilité générale d'un accident et renseignent sur le lieu, le moment et raison des différents types d'incidents et d'accidents. La caractérisation des risques dans le transport maritime dépend de données exhaustives et exactes sur les incidents et les accidents, qui peuvent faciliter l'élaboration de règlements qui influent sur la réalité de l'industrie (Psarros *et al.*, 2010; Hassel *et al.*, 2011).

Le présent chapitre s'appuie sur les données canadiennes pour déterminer les endroits et les types d'incidents et d'accidents de cargos les plus courants. Bien que ces données soient utiles pour comprendre les risques dans le transport maritime, il faut noter qu'elles ne renseignent pas sur les *cygnes noirs* (catastrophes), qui se caractérisent par leur rareté, leur faible prévisibilité et leurs conséquences extrêmes (Taleb, 2010). Un cygne noir est une observation aberrante parce que « rien dans le passé ne peut indiquer

de façon convaincante sa possibilité » [traduction libre] (Taleb, 2010); par conséquent, il sort du domaine des modèles de risque, qui utilisent les données existantes pour produire des prévisions.

Le Bureau de la sécurité des transports (BST) tient à jour l'ensemble de données le plus complet au Canada, qui provient de l'obligation pour l'équipage d'un navire de signaler les incidents et les accidents (GC, 2014a). En vertu de la *Loi de 2001 sur la marine marchande du Canada*, cette obligation s'applique « aux bâtiments canadiens exploités dans toutes les eaux et à tous les bâtiments exploités dans les eaux canadiennes » (TC, 2012c). Les données du BST se sont avérées supérieures aux données nationales d'autres pays sur le plan de l'exhaustivité — elles portent sur environ les trois quarts du nombre estimé d'incidents et d'accidents qui se produisent réellement dans les eaux canadiennes (Hassel *et al.*, 2011). Cependant, contrairement à son équivalente américaine, la base de données du BST n'indique pas l'étape du transport maritime durant laquelle l'événement s'est produit.

⁸ Il n'y a pas de définition universellement acceptée des termes *incident maritime* et *accident maritime*. Certains organismes divisent les événements néfastes en *accidents* et en *quasi-abordages* (ABS, 2014), alors que d'autres catégorisent les événements comme une *perte* ou un *accident* (EMSA, 2014). Au Canada, le Bureau de la sécurité des transports utilise *accident* et *incident*. Les accidents sont des collisions, des naufrages, des échouements ou des incendies/explosions pouvant causer des décès, de graves blessures, des avaries au navire ou sa perte totale. Les incidents sont des événements qui menacent la sécurité, mais qui ne se traduisent pas par des répercussions (p. ex. défaillance mécanique ou contact du fond sans échouement), ou des événements qui auraient pu avoir des conséquences plus graves dans d'autres conditions (p. ex. échouage pour éviter un accident) (BST, 2015a). La liste complète des événements considérés comme des incidents et des accidents maritimes se trouve à l'appendice C.

Encadré 3.1**Les données sur les incidents et les accidents de transport maritime**

L'utilité des données sur les incidents et les accidents de transport maritime est limitée par plusieurs problèmes :

Signalement insuffisant : Les bases de données sur les incidents et accidents maritimes sont incomplètes parce que tous les événements ne sont pas signalés, particulièrement les incidents et les blessures mineures (Ellis *et al.*, 2010; Psarros *et al.*, 2010; Hassel *et al.*, 2011; Lappalainen *et al.*, 2011). Un certain nombre de raisons peuvent expliquer cette insuffisance, comme la réticence à signaler les incidents à ses dirigeants par peur d'être blâmé ou puni, la croyance que le signalement est une mauvaise manière d'apprendre des incidents ou la lourdeur des formalités administratives et l'insuffisance des ressources pour les remplir (Lappalainen *et al.*, 2011).

Dossiers incomplets ou mal catégorisés : Les dossiers sont souvent incomplets et il y manque, par exemple, des informations sur le lieu de l'accident, le type de navire concerné ou la cause suspectée. Cette dernière lacune, en particulier, peut découler i) du non-signalement des renseignements causaux ou ii) du

mélange des causes et des conséquences dans un même champ de base de données (Devanney, 2009; Psarros *et al.*, 2010). Par exemple, le BST inclut la défaillance technique (cause), l'échouement, l'endommagement du navire et les décès ou blessures (tous des conséquences) dans une même catégorie appelée *Sous-type d'accident/incident*. Ce type d'incohérence de catégorisation rend difficile la corrélation des données de sources différentes.

Comparaison des données sur les accidents : En lui-même, le contenu de la base de données sur les accidents peut servir à établir le nombre total d'accidents selon des paramètres comme le type de bâtiment ou la région. Cependant, il est plus difficile de comparer ces données de façon plus intéressante à partir du calcul du taux d'accidents, en raison du manque de données de référence adaptées pour le dénominateur. Pour ce rapport, les taux sont calculés en fonction du nombre de mouvements de navires et du nombre de navires immatriculés, dont aucun ne permet de dresser un portrait détaillé du taux d'incidents ou d'accidents par type de bâtiment⁹.

Les équipages doivent aussi informer les propriétaires de leurs bâtiments des incidents et accidents (Lappalainen *et al.*, 2011). De leur côté, les propriétaires devraient signaler les avaries ou la détérioration à la société de classification en vertu de laquelle leur navire est certifié et peuvent aussi le faire à leur compagnie d'assurance maritime s'ils décident de demander une indemnisation (IACS, 2011; Allianz, 2012). Les données provenant de ces sources peuvent être analysées pour caractériser les risques dans le transport maritime. Cependant, comme l'explique l'encadré 3.1, elles souffrent de nombreux problèmes qui rendent difficile l'analyse précise des incidents et accidents maritimes.

3.1 INCIDENTS ET ACCIDENTS PAR TYPE DE NAVIRE ET PAR RÉGION

Les chiffres sur les accidents de transport maritime sont fournis de différentes façons par les différents organismes. Par exemple, les compagnies d'assurance font généralement état du nombre de pertes totales, qui correspond aux situations où des navires sont perdus, détruits ou endommagés au-delà du réparable (Allianz, 2015;

Lloyd's, 2016). Du point de vue du risque, les événements moins graves, dont les incidents maritimes, sont aussi importants, puisqu'ils auraient pu être des accidents graves dans d'autres conditions. De plus, les incidents comme les quasi-abordages peuvent avoir les mêmes causes sous-jacentes que les accidents (OMI, 2008). Les incidents et les accidents sont consignés dans la base de données du BST; les participants à l'atelier n'ont en général pas fait la distinction entre les deux dans leur analyse, puisqu'ils contribuent tous à la compréhension globale du risque.

3.1.1 Les accidents de transport maritime impliquant des navires commerciaux sont en baisse

Partout dans le monde, les statistiques d'assurance montrent que les pertes totales de navires ont notablement baissé depuis le début des années 1900 (Allianz, 2012). Pour les bâtiments canadiens et les eaux canadiennes, les accidents impliquant des cargos (p. ex. navires-citernes, vraquiers, porte-conteneurs)¹⁰ ont chuté de 40 % entre 1998 et 2014 (figure 3.1).

9 Se reporter à l'appendice C pour la description des données utilisées dans le rapport et l'explication des limites de l'analyse.

10 La plupart des analyses de données ne portent que sur les navires commerciaux transportant des cargaisons solides ou liquides. Les autres types de bâtiments (p. ex. bâtiments de pêche, navires de service, barges, remorqueurs et navires de transport de passagers) sont exclus, sauf indication contraire. L'appendice C comporte une note sur les barges et les remorqueurs et des détails supplémentaires sur les paramètres d'analyse de données.

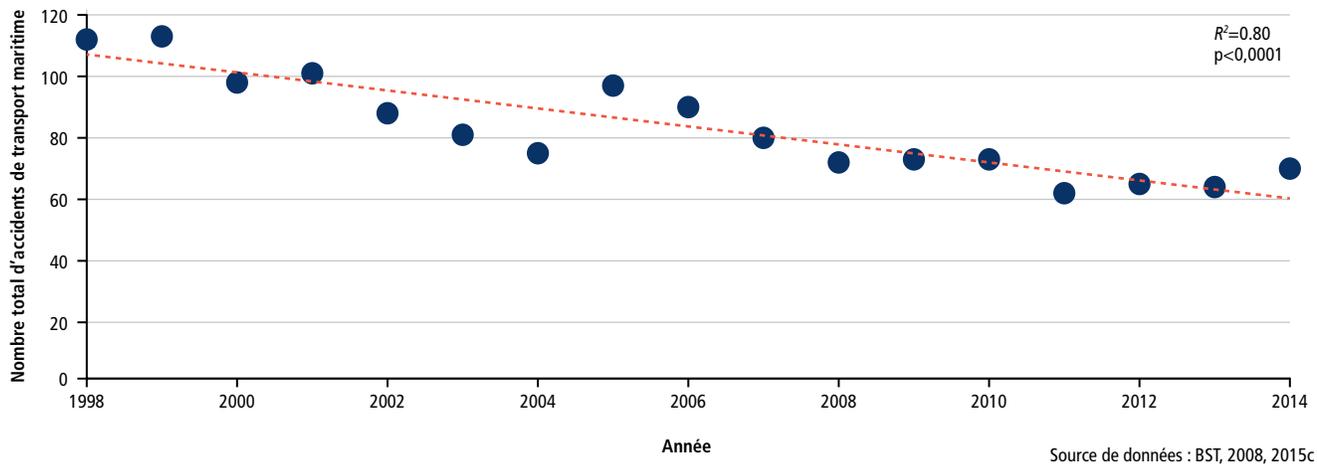


Figure 3.1

Nombre total d'accidents de transport maritime signalés dans les eaux canadiennes ou impliquant des navires canadiens, transporteurs de cargaisons solides et liquides (1998 à 2014)

Les données incluent tous les accidents de transport maritime signalés impliquant des transporteurs de cargaisons solides et liquides dans les eaux canadiennes (navires canadiens et étrangers) et dans les eaux étrangères (navires canadiens seulement) de 1998 à 2014. Seuls les accidents de transport maritime (et non les accidents et incidents à bord de navires) sont inclus (la définition de ces termes se trouve à l'appendice C).

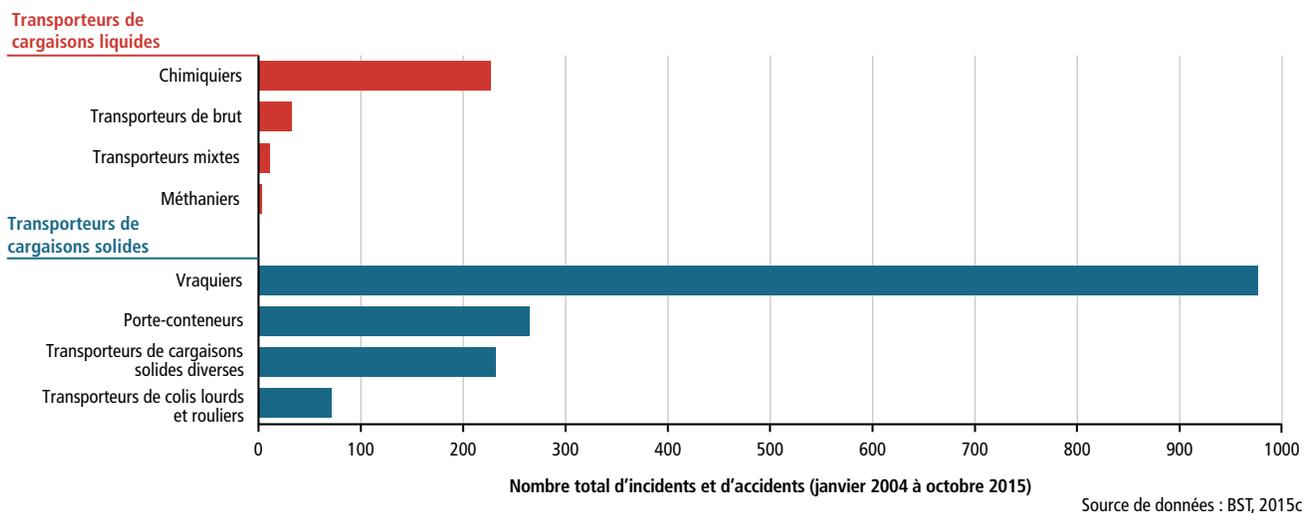


Figure 3.2

Nombre total d'incidents et d'accidents signalés, par type de bâtiment, transporteurs de cargaisons solides et liquides (2004 à 2015)

Les données portent sur tous les incidents et accidents signalés impliquant des transporteurs de cargaisons solides et liquides dans les eaux canadiennes (navires canadiens et étrangers) de janvier 2004 à octobre 2015.

3.1.2 Les navires-citernes et les transporteurs de cargaisons solides affichent des taux d'incidents et d'accidents semblables

Entre janvier 2004 et octobre 2015, 1 819 incidents et accidents impliquant des transporteurs de marchandises dans les eaux canadiennes ont été signalés au BST — 274 navires transportant des cargaisons liquides et 1 545 navires transportant des cargaisons solides (figure 3.2). Ce chiffre représente 21,7 % de tous les incidents et accidents survenus

dans les eaux canadiennes, les navires-citernes étant responsables de 3,3 % d'entre eux et les transporteurs de cargaisons solides, 18,4 %.

Bien que les transporteurs de cargaisons solides soient représentés de façon disproportionnée dans le total des incidents et accidents signalés, les données sur les navires battant pavillon canadien donnent à penser que c'est largement parce qu'ils sont plus nombreux à naviguer dans les eaux canadiennes que les navires-citernes. En

fait, en proportion du nombre de bâtiments immatriculés auprès de Transports Canada, les taux moyens d'incidents et d'accidents sur cinq ans des transporteurs de cargaisons solides et des navires-citernes immatriculés au Canada sont semblables¹¹.

3.1.3 La probabilité d'un incident ou d'un accident varie considérablement avec la région

Entre 2004 et 2015, 72% des incidents et accidents signalés impliquant des transporteurs de cargaisons solides et liquides se sont produits dans la région du Centre, 50 % le long du Saint-Laurent et 22 % dans les Grands Lacs (figures 3.3 et 3.4). Ceci malgré le fait que, chaque année, la Colombie-Britannique accueille près du double de mouvements de navires que le Saint-Laurent et les Grands Lacs réunis (figure 3.5). Quand les incidents et les accidents sont étudiés en proportion des mouvements de navires, les régions du Saint-Laurent et des Grands Lacs présentent un plus fort taux d'événements que la Colombie-Britannique (figure 3.5). Mais c'est dans le Nord du Canada qu'est enregistré le taux d'incidents et d'accidents le plus élevé, bien qu'il soit basé sur un nombre bien plus faible de mouvements (et donc, sur une quantité moindre d'incidents et d'accidents). Certaines des raisons possibles des taux élevés dans les régions du Centre et du Nord sont analysées aux sections 3.3 et 3.4, respectivement. Il faut toutefois se montrer prudent lorsque l'on compare les taux entre les régions. En effet, si les données sur les événements incluent tous les incidents et accidents qui se sont produits dans les eaux canadiennes, les mouvements de navires ne correspondent qu'aux bâtiments dont le port d'origine ou de destination est situé au Canada. Dans la région du Centre et en Colombie-Britannique, ils excluent les navires qui traversent les eaux canadiennes sans faire escale dans un port canadien.

3.1.4 Les types d'incidents et d'accidents les plus courants sont cohérents d'une région à l'autre

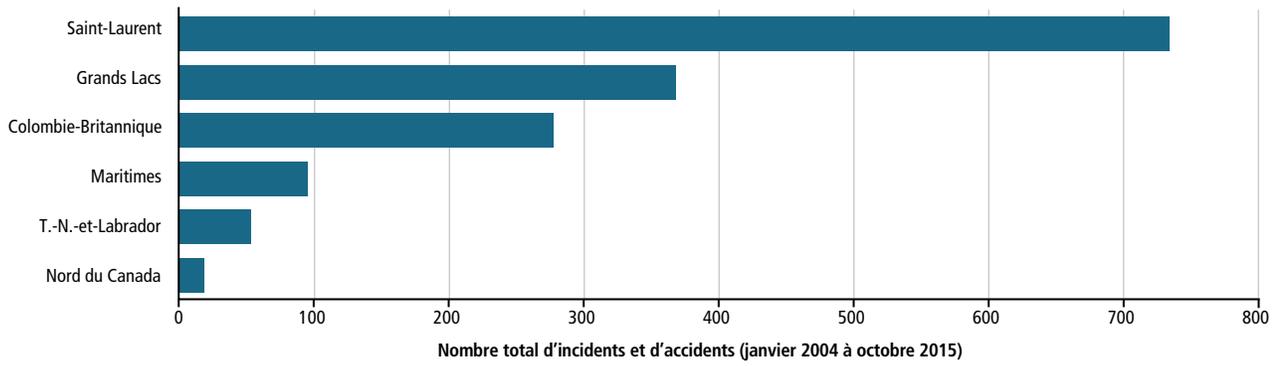
Bien que davantage d'incidents et d'accidents aient été signalés dans certaines régions du Canada par rapport à d'autres ces dix dernières années, les types d'événements les plus courants concernant les transporteurs de cargaisons

solides et liquides semblent survenir dans des proportions semblables dans toutes les régions (tableau 3.1). Les heurts violents varient davantage entre les régions que les autres types d'accidents. Il est probable que leur plus grande probabilité dans le Saint-Laurent et dans les Grands Lacs reflète l'abondance de voies navigables étroites, comme les canaux, dans ces régions (voir la section 3.2.1). Les types d'incidents et d'accidents les plus fréquents donnent une certaine indication des répercussions potentielles. Par exemple, les échouements pourraient entraîner des coûts économiques des retards et des perturbations de la chaîne d'approvisionnement et, dans les cas graves, provoquer des déversements de cargaison qui ont une incidence sur l'environnement. De leur côté, les incendies pourraient contribuer à la pollution de l'air et causer des décès, et nécessiter des réparations coûteuses au navire. Les répercussions des incidents et des accidents maritimes sont étudiées en détail au chapitre 4.

Comme l'encadré 3.1 l'expose, le champ de la base de données du BST qui décrit le type d'incident ou d'accident contient un mélange de causes (p. ex. défaillance technique) et de conséquences (p. ex. blessure grave). Les participants à l'atelier étaient au courant de cette particularité et ont admis que de nombreux accidents avaient des causes et des conséquences multiples. Par exemple, les problèmes techniques et la mauvaise visibilité pouvaient conduire à une collision, suivie d'une explosion, d'un échouement et, enfin, de la perte de vies (Devanney, 2009). Ce degré de détail est difficile à codifier dans une base de données. Tout en reconnaissant les lacunes en matière de données du tableau 3.1, les participants à l'atelier ont conservé le sentiment qu'elles étaient utiles pour véhiculer le message que différentes régions ont vécu divers types d'accidents en proportions semblables au cours des dix dernières années.

11 Entre 2010 et 2014, 175 transporteurs de cargaisons solides et 35 navires-citernes en moyenne ont été immatriculés au Canada chaque année. Durant la même période, les transporteurs de cargaisons solides et les navires-citernes ont subi en moyenne 0,39 et 0,31 incident et accident par navire immatriculé, respectivement (TC, 2013a; BST, 2015c). L'appendice C explique pourquoi le nombre de bâtiments immatriculés a été utilisé pour calculer le taux d'incidents et d'accidents.

Cargaisons solides

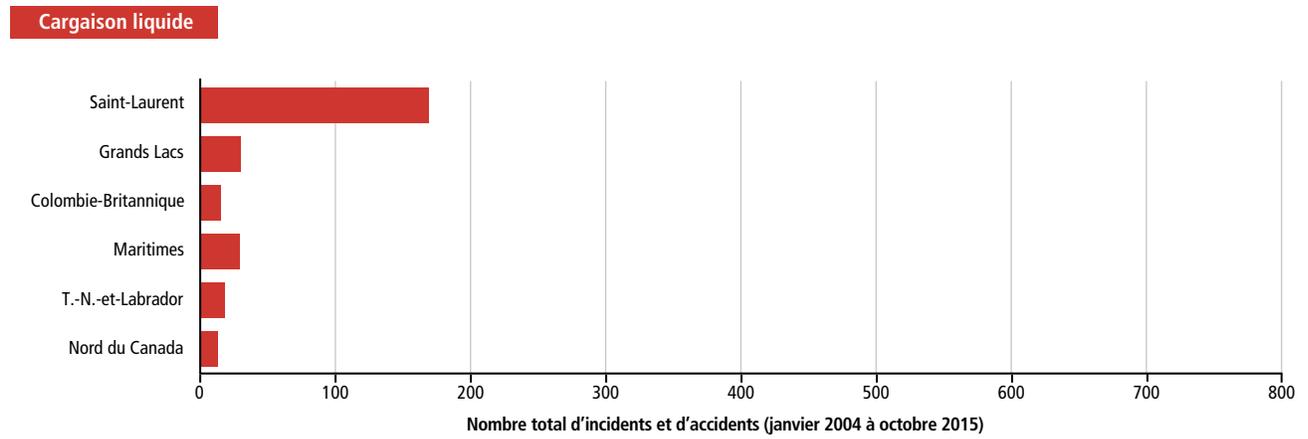


Source de données : BST, 2015c

Figure 3.3

Lieu des incidents et accidents signalés dans les eaux canadiennes, transporteurs de cargaisons solides (2004 à 2015)

Carte à grappes générée à partir de la latitude et de la longitude indiquée dans les rapports du BST (BST, 2015c). Outil cartographique : Inquiron (2013). L'histogramme montre le nombre total d'incidents et d'accidents impliquant des transporteurs de cargaisons solides dans les eaux canadiennes entre janvier 2004 et octobre 2015.

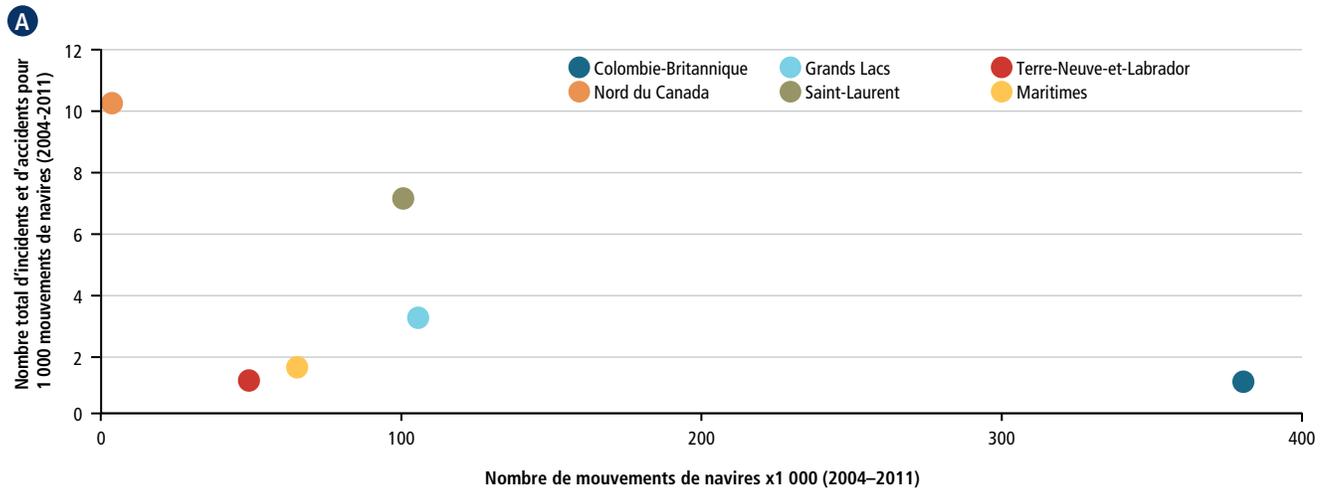


Source de données : BST, 2015c

Figure 3.4

Lieu des incidents et accidents signalés dans les eaux canadiennes, transporteurs de cargaisons liquides (2004 à 2015)

Carte à grappes générée à partir de la latitude et de la longitude indiquée dans les rapports du BST (BST, 2015c). Outil cartographique : Inquiron (2013). L'histogramme montre le nombre total d'incidents et d'accidents impliquant des transporteurs de cargaisons liquides dans les eaux canadiennes entre janvier 2004 et octobre 2015.



B

Région	Nombre total de mouvements de navires (2004–2011)	Nombre total d'incidents et d'accidents (2004–2011)
Nord du Canada	3 607	37
Terre-Neuve-et-Labrador	49 246	61
Maritimes	65 297	113
Saint-Laurent	100 629	720
Grands Lacs	105 606	335
Colombie-Britannique	380 472	456

Source de données : StatCan 2007, 2008, 2009, 2010a, 2010b, 2011, 2012a, 2012b; BST, 2015c

Figure 3.5

Taux d'incidents et d'accidents basés sur les mouvements de navires pour différentes régions du Canada

La relation entre le trafic maritime (mouvements de navires) et les taux d'incidents et d'accidents pour chaque région canadienne sont présentés dans le volet A. Les données portent sur tous les incidents et accidents signalés impliquant des transporteurs de cargaisons solides et liquides, les barges et les remorqueurs dans les eaux canadiennes (navires canadiens et étrangers) entre 2004 et 2011. Les mouvements de navires concernent les bâtiments qui arrivent dans un port canadien ou qui en partent, mais pas ceux qui naviguent dans les eaux canadiennes sans faire escale dans un port canadien. L'analyse ne peut pas aller au-delà de 2011 parce que les données de Statistique Canada sur le nombre de mouvements de navires sont disponibles que jusqu'à cette année-là. De plus, le nombre de mouvements porte aussi sur les barges et les remorqueurs. Comme les données ne sont pas séparées par type de navire, il n'a pas été possible d'isoler les mouvements pour un type particulier; il est donc impossible d'éliminer les remorqueurs et les barges du calcul. Le tableau du volet B montre le nombre total de mouvements de navires et le nombre total d'incidents et d'accidents dans chaque région pour la période de huit ans indiquée. Ces données ont été utilisées pour calculer les taux d'incidents et d'accidents.

3.2 INCIDENTS ET ACCIDENTS PAR ÉTAPE DU TRANSPORT MARITIME ET TYPE DE VOIE NAVIGABLE

On manque de données canadiennes publiquement accessibles sur les incidents et les accidents selon l'étape du transport maritime. Il n'a donc pas été possible de caractériser adéquatement les risques selon le nombre et le type des incidents et des accidents qui surviennent quand un navire est, par exemple, en cours de chargement ou de ravitaillement, assisté par un remorqueur ou un pilote ou qu'il navigue en mer libre. Cependant, les données du BST donnent une certaine idée du type de voie navigable dans

laquelle l'incident ou l'accident s'est produit, comme un port, un fleuve ou un lac (voir la figure 3.6 pour connaître les types de voies navigables définis par le BST). Lorsque certaines hypothèses sont formulées (p. ex. les chargements s'effectuent dans les zones portuaires, les navires en mer ne sont pas sous pilotage), elles peuvent servir à fournir au moins quelques renseignements sur les types d'activités qui ont le plus de risque de déclencher un incident ou un accident. Pour les rapports soumis au BST ces dix dernières années, les voies navigables restreintes (ports, fleuves, canaux) ont émergé comme les endroits où s'est produit le plus grand nombre d'incidents et d'accidents.

Tableau 3.1

Types d'incident et d'accident les plus fréquents pour les transporteurs de cargaisons solides et liquides, par région (2004 à 2015)

Type d'incident ou d'accident	% des incidents et accidents dans la région (classement)													
	Colombie-Britannique n=292 total		Grands Lacs n=398 total		Maritimes n=125 total		T.-N.-et- Labrador n=71 total		Nord du Canada n=31 total		Saint-Laurent n=902 total		Canada n=1 819 total	
Panne de machinerie ou d'un système technique	22,3	(1)	24,4	(1)	30,4	(1)	19,7	(1)	22,6	(1)	31,6	(1)	27,8	(1)
Heurt violent (allision)	12,3	(4)	22,9	(2)	6,4	(5)	9,9	(5)	Aucun		18,2	(2)	16,8	(2)
Grave blessure ou décès	12,7	(3)	12,8	(3)	10,4	(3)	15,5	(2)	22,6	(1)	7,4	(4)	10,2	(3)
Domage qui rend le navire inapte à prendre la mer/ inadéquat pour les besoins	4,1	(9)	8,3	(5)	16,0	(2)	12,7	(3)	16,1	(3)	11,1	(3)	9,8	(4)
Échouement	5,5	(7)	9,5	(4)	9,6	(4)	11,3	(4)	12,9	(4)	7,0	(5)	7,8	(5)
Risque de heurt violent (près de l'allision)	14,4	(2)	3,5	(8)	2,4	(11)	2,8	(8)	Aucun		6,7	(6)	6,7	(6)
Talonnage	1,4	(11)	5,8	(6)	4,0	(8)	5,6	(6)	12,9	(4)	4,1	(7)	4,2	(7)
Incendie	3,4	(10)	5,0	(7)	5,6	(7)	5,6	(6)	3,2	(7)	2,5	(10)	3,6	(8)
Autre	24,1		7,8		15,2		16,9		9,7		11,4		13,1	
Total	100 %		100 %		100 %		100 %		100 %		100 %		100 %	

Source de données : BST, 2015c

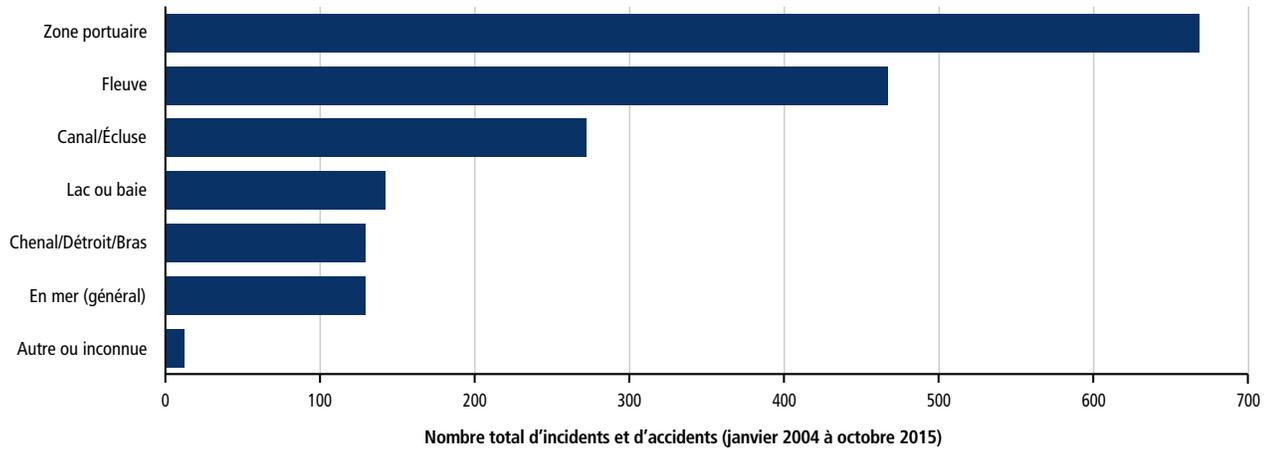
La base de données du BST a servi à établir les 8 incidents et accidents les plus fréquents signalés au Canada (de janvier 2004 à octobre 2015). Un classement a ensuite été établi pour chaque région. Dans la plupart des cas, les types classés dans les 8 premiers pour tout le Canada figurent aussi dans les 10 types les plus fréquents dans chaque région. Les seules exceptions sont : i) en Colombie-Britannique et dans les Maritimes, le talonnage et le risque de heurt violent, respectivement, ne sont pas situés dans les 10 types les plus fréquents et ii) dans le Nord du Canada, aucun heurt violent ou risque de heurt violent n'a été signalé. Certains types d'accidents ont la même position au classement dans une région, car ils se sont produits à une fréquence égale.

3.2.1 Les zones portuaires représentent le lieu de la plus grande proportion d'incidents et d'accidents

Entre 2004 et 2015, 37 % des incidents et accidents signalés dans les eaux canadiennes sont survenus dans les zones portuaires (figure 3.6), ce qui porte à croire qu'ils se sont produits durant le chargement ou le déchargement de la cargaison, ou quand un pilote était à bord. Les trois principaux secteurs (ports, fleuves, canaux/écluses) où ont eu lieu 77 % des incidents et des accidents impliquant des transporteurs de marchandises, sont tous des voies navigables restreintes, par opposition à la mer libre. Les événements dans les voies navigables très étroites semblent être courants — par exemple, 21 % des incidents et accidents

signalés dans le Saint-Laurent et dans les Grands Lacs se sont produits dans des canaux ou à des écluses, et sur leur nombre, 41 % ont eu lieu sur le canal Welland (BST, 2015c).

En ce qui concerne les types d'incidents et d'accidents survenus dans les différentes voies navigables, une distinction était apparente entre les eaux libres ou modérément ouvertes et les secteurs restreints. La panne totale de machinerie ou d'un système technique était l'événement le plus fréquent dans tous les secteurs, sauf dans les canaux, aux écluses et dans les zones portuaires, où c'étaient les heurts violents. Ces derniers sont particulièrement récurrents aux écluses, où ils représentent 64 % des incidents et des accidents signalés (BST, 2015c).

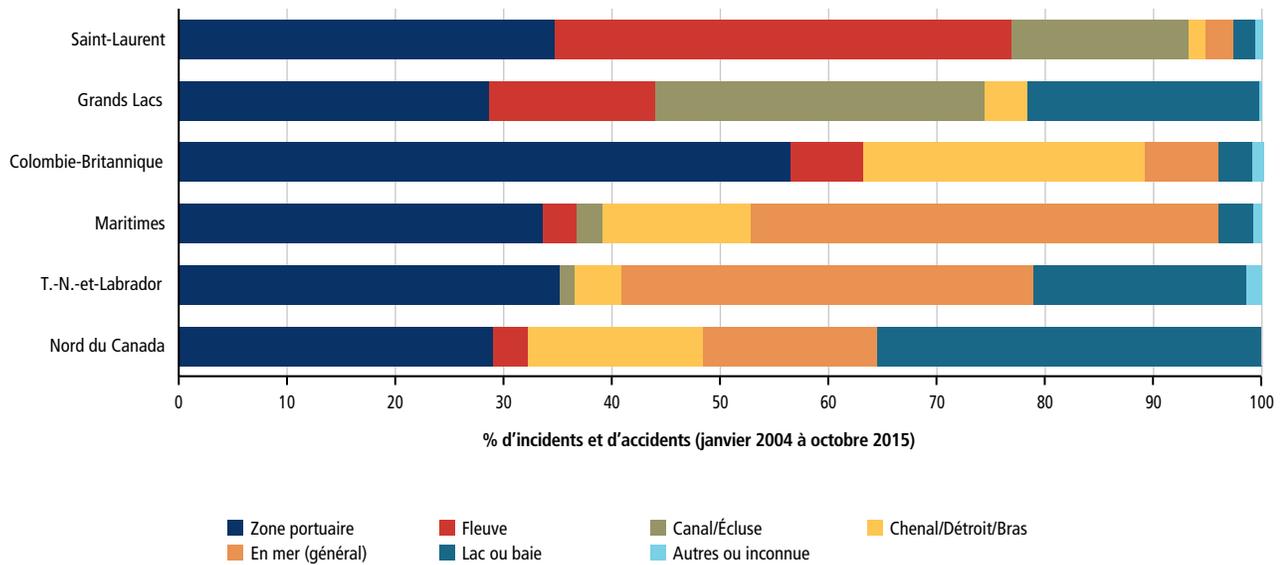


Source de données : BST, 2015c

Figure 3.6

Nombre total d'incidents et d'accident signalés par type de voie navigable, transporteurs de cargaisons solides et liquides (2004 à 2015)

Les données portent sur tous les incidents et accidents signalés impliquant des transporteurs de cargaisons solides et liquides dans les eaux canadiennes (navires canadiens et étrangers) entre janvier 2004 et octobre 2015.



Source de données : BST, 2015c

Figure 3.7

Pourcentage d'incidents et d'accidents signalés par type de voie navigable, transporteurs de cargaisons solides et liquides (2004 à 2015)

Les données portent sur tous les incidents et accidents signalés impliquant des transporteurs de cargaisons solides et liquides dans les eaux canadiennes (navires canadiens et étrangers) entre janvier 2004 et octobre 2015. Pour chaque région, les barres sont divisées selon la proportion d'incidents et d'accidents survenus dans chaque type de voie navigable.

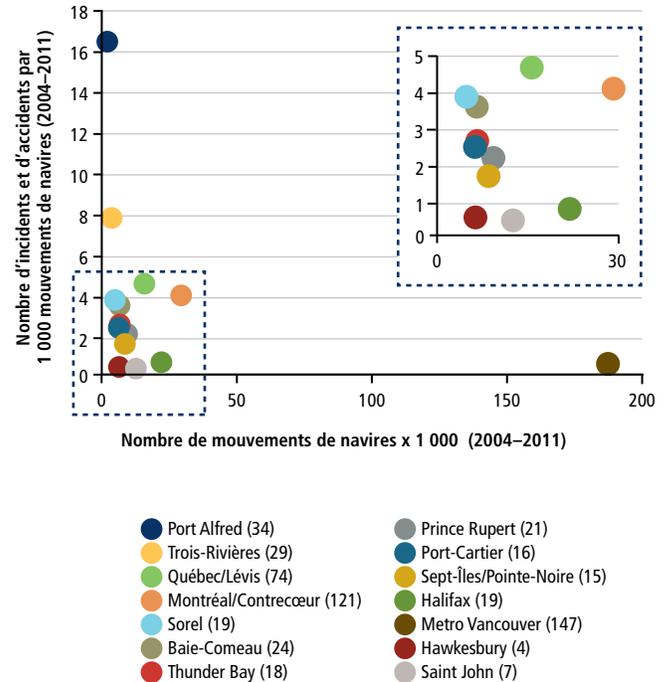
On s'attendait à certaines différences régionales en raison des types de voies navigables présentes dans les diverses parties du Canada (figure 3.7). Il est à noter que les profils des régions du Pacifique (Colombie-Britannique) et de l'Atlantique (Maritimes et Terre-Neuve-et-Labrador) sont différents, malgré le fait que ce sont toutes deux des zones côtières. En Colombie-Britannique, 57 % des incidents et des accidents se sont produits dans les zones portuaires et 7 % en mer. En revanche, dans les Maritimes et à Terre-Neuve-et-Labrador, environ 35 % des événements ont eu lieu dans les zones portuaires et 40 % en mer (BST, 2015c).

Étant donné le grand nombre d'incidents et d'accidents signalés dans les zones portuaires partout au Canada, les données du BST ont été analysées par port. En valeurs absolues, trois des quatre ports les plus achalandés — Metro Vancouver, Montréal et Québec (tableau 2.2) — ont connu le plus grand nombre d'incidents et d'accidents, mais en valeurs relatives selon le nombre de mouvements de navires, ce n'est pas dans ces ports que se sont produits le plus d'événements (figure 3.8). En fait, Port Metro Vancouver — le port canadien le plus occupé entre 2004 et 2011 — affiche le plus grand nombre d'incidents et d'accidents, mais le troisième plus faible résultat de tous les ports examinés si l'on tient compte du taux d'événements.

3.2.2 Manque de données canadiennes sur les incidents et les accidents par étape du transport maritime

Comme nous l'avons mentionné, il n'y a pas de données canadiennes facilement accessibles indiquant les étapes du transport maritime durant lesquelles les incidents et les accidents se produisent. Les études provenant d'autres pays donnent une idée à leur sujet, mais l'information sur cet aspect du risque dans le transport maritime est généralement limitée.

Un vaste éventail de types d'incidents et d'accidents peuvent survenir à diverses étapes du transport maritime (p. ex. pendant le chargement, le ravitaillement ou le remorquage). Par exemple, dans le cas de navires transportant du fret en conteneurs, un conteneur peut tomber d'une grue et venir s'écraser sur une structure solide ou tomber dans l'eau (CBC News, 2015b). Lors du transfert de cargaisons liquides, des déversements peuvent se produire si un réservoir déborde ou si une conduite de refoulement se débranche ou est endommagée (Skura, 2015). Certaines catégories de vrac liquide ou sec peuvent poser des problèmes particuliers (p. ex. les liquides inflammables, comme les combustibles,



Source de données : StatCan 2007, 2008, 2009, 2010a, 2010b, 2011, 2012a, 2012b; BST, 2015c

Figure 3.8
Taux d'incidents et d'accidents pour un échantillon de ports canadiens

Relation entre le trafic maritime (mouvements de navires) et les taux d'incidents et d'accidents à différents ports du Canada. Les données portent sur tous les incidents et accidents signalés impliquant des transporteurs de cargaisons solides et liquides, des barges et des remorqueurs dans les eaux canadiennes (navires canadiens et étrangers) entre 2004 et 2011. Dans la légende, les ports sont répertoriés en ordre décroissant du taux d'incidents et d'accidents. Le nombre total d'incidents et d'accidents à chaque port entre 2004 et 2011 est indiqué entre parenthèses. L'analyse ne peut pas aller au-delà de 2011 parce que les données de Statistique Canada sur le nombre de mouvements de navires sont disponibles que jusqu'à cette année-là. De plus, le nombre de mouvements comprend les barges et les remorqueurs. Comme les données ne sont pas séparées par type de bâtiment, il n'a pas été possible d'isoler les mouvements pour un type particulier; il est donc impossible d'éliminer les remorqueurs et les barges du calcul.

peuvent s'enflammer; le déchargement de marchandises sèches, comme le charbon ou le sel, peut produire une grande quantité de poussière) (Johnson et Bustin, 2006). Si un navire est assisté par un brise-glace ou un remorqueur, les deux bâtiments peuvent entrer en collision. Durant l'escorte par un brise-glace ou un remorqueur, d'autres événements peuvent survenir, comme l'endommagement par des fragments de glace ou par des câbles de remorquage qui se sont rompus, respectivement.

Une étude américaine évaluant les risques d'un projet de terminal maritime sur la côte Pacifique a déterminé que les incidents¹² dans le secteur d'étude avaient moins de probabilité de se produire lorsque les navires étaient ancrés. Leur probabilité était approximativement le double quand les bâtiments étaient à quai, plus du triple quand ils étaient en route et environ 20 fois plus élevée quand les navires manœuvraient (p. ex. arrivée à un ancrage ou à un mouillage et départ) (Kirtley *et al.*, 2014). Comme les pilotes de marine doivent souvent manœuvrer dans des voies navigables achalandées et complexes, qui présentent déjà plus de risques d'accident, on peut déterminer que les possibilités d'accident sous pilotage sont supérieures à ce qu'elles sont en route sans pilote (c.-à-d. en eaux libres) (Anbring et Grundevik, 2012). La communication et la coopération nécessaires entre un pilote et le capitaine pour guider en toute sécurité un navire ajoutent une autre couche de complexité au pilotage (BST, 1995). Cela ne signifie pas toutefois que le pilote accroît les risques d'accident; une étude suédoise qui a analysé les accidents de navigation (échouement et collisions avec des objets ou d'autres navires) entre 1985 et 2009 porte à croire — quoiqu'elle ne le confirme pas — que l'opposé est vrai. Le nombre d'accidents de navigation a baissé après l'introduction des mesures de pilotage obligatoire en 1983, et la plupart de ces accidents (environ 80 %) se sont produits sans pilote à bord. Cependant, les auteurs ont pris soin de ne pas conclure que le pilotage était responsable de ces résultats, ils ont précisé que d'autres facteurs pouvaient avoir contribué à ce résultat (Anbring et Grundevik, 2012).

3.3 BILAN : L'IMPORTANCE DE LA FRÉQUENCE ET DE LA GRAVITÉ

Jusqu'ici, le chapitre 3 a analysé les incidents et accidents de cargos dans les eaux canadiennes ces dix dernières années, en se concentrant sur les catégories de navires concernées, le lieu de l'événement (par région et par type de voie navigable) et les types d'incidents et d'accidents les plus courants. Pour dresser un portrait complet des risques du transport maritime au Canada, il est aussi important de déterminer si ces incidents ou ces accidents ont eu des conséquences importantes, comme la perte de vies, des blessures graves ou la pollution. Bien que 1 819 incidents et accidents impliquant des transporteurs de cargaisons solides et liquides aient été consignés dans la base de données du BST entre janvier 2004 et octobre 2015, seulement 23 enregistrements (1,3 %) incluaient des décès (parfois multiples, pour un total de 29 morts) et seulement 31 enregistrements (1,7 %) indiquaient la

libération de polluants dans l'environnement. De plus, près de la moitié des entrées étaient classifiées comme incidents (tableau 3.2), ce qui porte à croire que, si nombre d'événements posaient une menace à la sécurité, ils n'avaient pas eu de conséquences graves. Néanmoins, dans d'autres conditions, les incidents auraient pu constituer des événements majeurs provoquant des morts ou de vastes déversements. Par conséquent, il est encore important de déterminer pourquoi certaines régions géographiques ou certains types de voies navigables présentent un taux d'incidents et d'accidents supérieur, même si les événements sont bénins.

La plupart (96 %) des événements ayant causé des blessés graves et des décès impliquant des cargos dans les eaux canadiennes ont été catégorisés comme accidents à bord de navires plutôt que comme accidents de transport maritime (voir l'appendice C). Aucune information supplémentaire n'est fournie dans la base de données du BST quant à la nature ou à la cause des blessures ou des décès, autre que l'indication si l'événement a été causé par un contact avec une partie du navire ou de son contenu ou par une chute par-dessus bord. Les huit accidents de transport maritime qui ont provoqué des blessures graves ou des décès ont été catégorisés comme chavirage, collision, incendie ou naufrage. En raison de la faible taille de l'échantillon, il est difficile de relier les types d'accidents de transport maritime aux blessures ou aux décès; il faut cependant noter que seuls trois chavirages ont été signalés entre 2004 et 2015, et tous les trois ont entraîné des décès. À l'opposé, seulement 3 à 4 % des collisions, incendies ou naufrages signalés ont provoqué des blessures graves ou des décès (BST, 2015c).

3.3.1 La région du Saint-Laurent affiche le plus faible taux de décès et de blessures

Selon la façon dont elles sont présentées, les statistiques sur les décès peuvent être trompeuses. Un accident peut entraîner plusieurs morts et ce fait est caché quand les chiffres sont donnés sous forme de taux de décès (Devanney, 2009). Cependant, comme il n'y a pas eu de décès multiples à la suite d'accidents de cargo dans les eaux canadiennes entre 2004 et 2015, ce n'est pas un problème pour les données du BST. Sur l'ensemble des accidents qui ont causé des morts, tous n'ont provoqué qu'un ou deux décès, à l'exception d'un : en 2008, le *Cap Blanc*, un petit cargo français transportant du sel, a chaviré dans la baie Placentia, à Terre-Neuve, entraînant la mort de quatre personnes (La Presse canadienne, 2008). La même chose est vraie pour les blessures — pas plus de trois blessures graves ont été

¹² Dans cette étude, un incident était défini comme « un événement ou une circonstance jugée par la U.S. Coast Guard ou le ministère de l'Écologie de l'État de Washington comme présentant un potentiel de déversement d'hydrocarbure. Un déversement pouvait ou non avoir eu lieu ». [traduction libre] (Kirtley *et al.*, 2014).

Tableau 3.2

Nombre de décès, de blessures graves et de déversements de polluant dans les eaux canadiennes pour les transporteurs de cargaisons solides et liquides, par région (2004 à 2015)

Région	Nombre d'incidents	Nombre d'accidents	Nombre d'accidents avec au moins 1 décès	Nombre d'accidents avec au moins 1 blessé grave	Nombre d'incidents ou d'accidents avec déversement de polluant
Saint-Laurent	451	451	8	58	9
Grand Lacs	149	249	2	45	9
Colombie-Britannique	165	127	6	32	4
Maritimes	53	72	2	12	1
T.-N.-et-Labrador	27	44	4	10	2
Nord du Canada	14	17	1	6	6
Total (Canada)	859	960	23	163	31

Source de données : BST, 2015c

signalées pour un accident de cargo, sauf pour celui survenu en 2010 et impliquant le navire allemand *Hermann Schoening*. Seize membres d'équipage étaient tombés malades après que des granules de fumigation destinées aux céréales qu'il transportait eurent pris l'humidité et produit de l'hydrogène phosphoré (Johnson, 2010; La Presse canadienne, 2010).

Les taux de décès et de blessures¹³ de chaque région portent à croire que les accidents le long du Saint-Laurent ont le moins de probabilité d'entraîner des morts ou des blessures graves. Une tendance correspondante émerge lorsqu'on analyse les données par type de voie navigable. Bien que de nombreux accidents se soient produits dans les fleuves, les canaux/écluses et les ports, les accidents en mer libre, dans les lacs ou dans les baies ont presque trois fois plus de risque de provoquer des blessures graves (BST, 2015c). Cette constatation laisse penser que bien que le taux d'accidents et d'incidents dans le Saint-Laurent soit élevé (figure 3.5), les événements ont moins de risque d'avoir des conséquences graves, peut-être parce que les navires naviguent à vitesse plus lente dans les voies navigables étroites. Ce résultat met aussi en lumière le fait qu'un grand nombre d'incidents et d'accidents dans une région ne signifie pas nécessairement un plus grand risque.

3.3.2 Les gros déversements d'hydrocarbures et de SNPD sont rares dans les eaux canadiennes

Comme le montre le tableau 3.2, la plupart des rapports soumis au BST entre 2004 et 2015 ne révèlent aucune libération de polluant. En raison du faible nombre d'actes de pollution, il a été difficile d'effectuer des analyses

concluantes. Pour les navires commerciaux, le type d'accident qui a le plus fréquemment mené à une pollution est le chavirage. Étant donné que seuls trois cargos ont chaviré entre 2004 et 2015, et qu'un de ces événements (33 %) a provoqué une pollution, les statistiques ne sont pas fiables. Néanmoins, l'analyse de l'ensemble des types de navires contenus dans la base de données du BST a produit des résultats semblables — 30 des 117 chavirages (26 %) ont provoqué un déversement de polluant (BST, 2015c).

La base de données du BST n'a pas pour objectif principal le suivi de la pollution marine. En revanche, la Garde côtière canadienne a mis sur pied en 2001 le Système de déclaration des incidents de pollution maritime (SDIPM) dans ce but (BVG, 2010). Contrairement à celle du BST, la base de données du SDIPM ne découle pas d'un mandat officiel et n'a pas été rendue publique. L'information y est entrée par les officiels de la Garde côtière canadienne après qu'ils ont reçu et étudié un rapport de pollution marine et la base est hébergée par Pêches et Océans Canada. Elle souffre de quelques problèmes de qualité — des champs, comme celui de la région de l'événement, le type de polluant et le volume du déversement, sont vides dans de nombreux enregistrements et l'estimation du volume déversé varie de façon importante d'une année à l'autre (BVG, 2010). Dans certains cas, c'est le volume total transporté qui est indiqué, au lieu du volume déversé. Dans le rapport qu'elle a rédigé pour le Comité d'experts sur la sécurité des navires-citernes, WSP Canada Inc. a étudié à la loupe la base de données du SDIPM pour la période de 2003 à 2012, a éliminé les

13 Le taux a été calculé en divisant le nombre d'accidents ayant entraîné au moins un décès ou une blessure par le nombre total d'accidents pour chaque région.

entrées impossibles à vérifier et a déterminé les chiffres suivants pour les déversements d'hydrocarbure par un navire¹⁴ dans les eaux canadiennes :

- Il n'y a pas eu de déversement de plus de 1 000 000 litres.
- Pour les déversements de 100 000 à 1 000 000 litres, le nombre annuel moyen d'événements était de 0,7.
- Pour les déversements de 10 000 à 100 000 litres, le nombre annuel moyen d'événements était de 2,5.
- Pour les déversements de 100 à 10 000 litres, le nombre annuel moyen d'événements était d'environ 48, mais la plupart d'entre eux (environ 70 %) étaient de moins de 1 000 litres. Globalement, 67 % des déversements d'hydrocarbure par des navires dans les eaux canadiennes entre 2003 et 2012 étaient de 100 à 1 000 litres.

(WSP Canada Inc., 2014a; SDIPM, 2015)

En ce qui concerne les déversements de fort volume (10 000 litres et plus), 78 % concernaient du mazout (p. ex. Bunker C ou diesel) et non des cargaisons d'hydrocarbures (WSP Canada Inc., 2014a). Par conséquent, les pétroliers n'étaient pas la source de la majorité de ces déversements. Les données du SDIPM sur les déversements de SNPD n'ont pas été vérifiées, ce qui ne permet pas le calcul fiable du taux de déversements. Néanmoins, il est évident que les déversements de SNPD ont été rares. La base de données indique que les cargos ont été à l'origine de 10 déversements de produits chimiques de plus de 100 litres entre 2004 et 2014. Il s'agissait de composés, comme de l'acide sulfurique ou de l'éthylbenzène (SDIPM, 2015).

Bien que certains incidents et accidents aient été consignés à la fois dans la base de données du BST et dans celle du SDIPM, toutes deux ne sont en aucun cas reliées. Un rapport publié en 2010 par le Bureau du vérificateur général du Canada, qui avait entrepris d'examiner comment Transports Canada, la Garde côtière canadienne et Environnement Canada géraient les déversements d'hydrocarbures et de produits chimiques, note « qu'il n'y avait pas de dépôt central où était conservée toute l'information pertinente sur un incident, y compris l'information sur les dommages environnementaux ou socioéconomiques » (BVG, 2010). Un dépôt de données unique regroupant l'information sur les causes, les types et les répercussions des incidents et des accidents serait précieux pour l'analyse des tendances et l'évaluation des risques (BVG, 2010).

3.4 FACTEURS INFLUENÇANT LA PROBABILITÉ D'UN INCIDENT OU D'UN ACCIDENT

Les enquêtes sur les accidents de transport maritime révèlent qu'un ensemble de facteurs en sont à l'origine. Ensemble, toutes ces causes constituent le contexte de risque complexe dans lequel s'effectue le transport maritime. Un contexte de risque correspond à l'espace physique, socioéconomique et politique « à l'intérieur duquel une variété de facteurs se conjuguent pour augmenter les risques de survenue d'un préjudice » [traduction libre] (Rhodes, 2009). Pour le transport maritime, les facteurs du contexte de risque physique comprennent les voies navigables confinées et les tempêtes. Le contexte de risque socioéconomique peut être influencé par un entretien inadéquat des navires ou une médiocre culture de la sécurité; les facteurs du contexte de risque politique incluent l'insuffisance des cartes et des aides à la navigation.

Pour un accident donné, il est rarement possible de mettre le doigt sur une cause unique. La détermination de tous les facteurs contributifs est un processus complexe et exigeant en ressources. Par conséquent, tous les incidents et accidents ne font pas l'objet d'une enquête officielle de la part des autorités appropriées, et les facteurs contributifs restent souvent inconnus. Par exemple, entre 2004 et 2015, il y a eu un peu plus de 8 600 incidents et accidents dans les eaux canadiennes et le BST a publié 120 rapports d'enquête maritime (BST, 2015b, 2015c). Bien que chaque rapport comporte une section sur les facteurs contributifs, la base de données du BST ne contient pas de renseignement sur la cause. Il n'a donc pas été possible d'analyser les causes des incidents et accidents impliquant des cargos au Canada.

Certaines bases de données tentent d'inclure un champ correspondant à la cause suspectée d'accident, malgré la difficulté de la tâche. La cause la plus évidente (c.-à-d. le facteur déclencheur) est alors souvent le seul consigné (NMD, 2011). À l'échelle internationale, l'erreur humaine est le facteur déclencheur documenté d'au moins 75 % des incidents et accidents maritimes (voir les nombreuses mentions faites dans les articles d'Özdemir et Güneroglu [2015], Chauvin [2011] et Celik et Cebi [2009]). La recherche à l'aide des outils de décision hiérarchique révèle que les facteurs humains sont composés des *défaillances actives* (actes contraires à la sécurité, comme les erreurs et les violations) et des *conditions latentes* (conditions existantes,

¹⁴ Les données portent sur tous les types de navires. L'analyse de la base de données du MPIRS réalisée par les participants à l'atelier a montré que les déversements d'hydrocarbures de moins de 10 000 litres provenaient fréquemment de bâtiments de pêche (SDIPM, 2015). Par conséquent, si les cargos étaient considérés seuls, leur taux de déversements serait plus faible.

Tableau 3.3

Facteurs augmentant la probabilité d'un incident ou d'un accident

Facteur	Rang du facteur dans la région				
	Atlantique	Centre	Nord	Pacifique	Canada
Problèmes humains et organisationnels : Formation inadéquate de l'équipage, épuisement du personnel de quart, mauvaise gestion des ressources à la passerelle, mauvaise communication.	2	1	4	3	1
Culture de sécurité : Incapacité des compagnies de transport maritime à assumer la responsabilité de la sécurité (c.-à-d. à promouvoir une culture qui dépasse le respect de la réglementation en faisant le « strict minimum »).	4	7	7	6	2
Âge et état du navire : Conception ou maintenance inadéquate du navire.	5	5	9	6	3
État de la mer et conditions météorologiques : Marées, courants et météo défavorables (y compris en raison de l'augmentation de la fréquence ou de l'intensité des tempêtes due aux changements climatiques) et présence de glace.	1	8	3	5	4
Complexité réglementaire : Combinaison d'une multitude de règlements fédéraux, provinciaux et étatiques (particulièrement en environnement) qui peuvent se chevaucher et semer la confusion (p. ex. parce que le Canada partage des eaux avec les États-Unis).	–	4	–	–	5
Cartes et aides à la navigation : Les aides physiques et électroniques à la navigation, les directives de navigation, les cartes bathymétriques, les autres cartes ou l'information météorologique peuvent être de mauvaise qualité, désuètes ou manquantes.	8	8	1	9	6
Infrastructure et capacité de transport, portuaires et de brise-glace : L'infrastructure peut être insuffisante ou mal entretenue.	8	5	1	–	7
Contraintes géographiques : Voies navigables confinées, y compris les passages étroits comme les canaux.	5	1	6	2	8
Densité et volume du trafic : Augmentation du trafic et modification des configurations ou des routes de navigation, qui entraînent la congestion.	5	1	7	1	9
Déclaration de cargaison : Déclarations incorrectes en raison d'erreurs de chargement ou de manifestes erronés (type ou poids de la cargaison inexact).	10	10	–	6	10
Présence ou abondance d'animaux marins ou de zones maritimes protégées : Mauvaise gestion du trafic pour éviter les espèces et les environnements sensibles.	3	–	4	4	11

Après être arrivés à un consensus sur les 11 principaux facteurs d'augmentation de la probabilité d'un incident ou d'un accident de transport maritime, les participants à l'atelier ont eu à choisir indépendamment les 4 plus importants pour le Canada dans son ensemble et les 4 plus importants pour chacune des régions répertoriées. Les facteurs nationaux les plus importants ont été choisis indépendamment des facteurs régionaux; par conséquent, en moyenne, le classement pour le Canada ne reflète pas le classement régional. Le classement est indiqué par l'ombrage de la cellule, de 1 (bleu foncé) à 4 (bleu clair). Il est à noter que, dans certaines régions, des facteurs ont le même classement parce qu'ils ont reçu le même nombre de votes. De plus, si, par exemple, pour une région, trois facteurs arrivent à la première place, les facteurs suivants ont le quatrième rang. Les facteurs qui n'ont reçu aucun vote pour une région n'ont pas de rang et sont indiqués d'un tiret.

comme la mauvaise conception du navire ou une gestion et une organisation médiocres, qui conduisent à surcharger les équipages, et une médiocre culture de la sécurité). Après être restées en dormance pendant un moment, les conditions latentes peuvent se combiner avec les défaillances actives et les déclencheurs locaux, comme la météo défavorable, pour causer un accident (Reason, 2000; Celik et Cebi, 2009; Chauvin *et al.*, 2013). L'encadré 3.2 se sert d'une étude de cas pour montrer comment de multiples facteurs, tels que des défaillances actives et des conditions latentes, peuvent mener à un accident du transport maritime.

S'ils ont reconnu qu'un même accident avait plusieurs causes, les participants à l'atelier ont seulement cherché à dresser une liste de facteurs clés susceptibles de se combiner de diverses façons pour accroître la probabilité d'un tel événement. Ils ont classé ces facteurs par ordre d'importance pour le Canada dans son ensemble et pour chaque région répertoriée (tableau 3.3).

Conformément à ce qu'indiquent les données provenant du monde entier, les participants à l'atelier ont classé les problèmes humains et organisationnels comme le facteur ayant le plus de probabilité de contribuer à un incident ou à un accident au Canada. Cependant, des tendances régionales

notables ont émergé durant l'exercice. Par exemple, les deux principaux facteurs dans le Nord (manque de cartes et d'aides à la navigation et manque d'infrastructure de transport maritime, portuaire et de brise-glace) sont bien plus bas au classement dans les autres régions. Leur position dans le Nord du Canada y reflète l'insuffisance de connaissances et de capacité, qui a été déterminée comme une lacune de connaissances par les répondants au sondage possédant une expertise concernant le Nord. De même, les conditions océaniques et météorologiques sont jugées très importantes dans l'Atlantique et dans le Nord du Canada, mais moins dans les autres régions.

Il existe des rapports d'enquête détaillés du BST facilement accessibles pour une poignée d'accidents de transport maritime survenus au nord du 60^e parallèle au Canada, et les facteurs contributifs examinés dans ces documents corroborent les constatations effectuées durant l'atelier. Par exemple, le manque d'aides à la navigation est une des causes de l'échouement du *Nanny* étudié dans l'encadré 3.2. Dans un autre accident arrivé en 2010, le navire de transport de passagers *Clipper Adventurers* s'est échoué au Nunavut sur un haut-fond non cartographié. En plus de naviguer sur une route qui n'avait pas fait l'objet d'un levé hydrographique complet, le navire voyageait à pleine vitesse alors que son sonar frontal était hors d'usage (BST, 2012). Les avaries au navire provoquées par de la glace de plusieurs années — de glace extrêmement dure et épaisse qui a survécu à plusieurs fontes (Conseil de l'Arctique, 2009) — sont une des causes du naufrage du chalutier *Northern Osprey* au large de la côte nord du Labrador en 1990 (BST, s.d.). Par conséquent, les rigoureuses eaux mal cartographiées du Nord du Canada contribuent à un contexte de risque qui augmente la probabilité d'accident de transport maritime.

Les contraintes géographiques et la densité et le volume de trafic sont tous deux classés dans les deux premiers facteurs dans les régions du Centre et du Pacifique, ce qui y souligne l'abondance de voies navigables restreintes (fleuves, chenaux, canaux) et de secteurs où le trafic est dense. Enfin, bien que la complexité réglementaire et les chevauchements soient jugés modérément importants au Canada en général, cette évaluation est entièrement due à leur importance dans la région du Centre, qui compte plusieurs étendues d'eau partagées avec les États-Unis. L'incertitude actuelle quant à la gestion des eaux de ballast dans le Saint-Laurent et dans les Grands Lacs constitue un exemple de cette complexité. Le Canada a ratifié la *Convention internationale pour le contrôle et la gestion des eaux de ballast et sédiments des navires* de l'OMI, qui devrait entrer en vigueur prochainement (elle doit pour cela être ratifiée par un nombre suffisant d'États membres)

Encadré 3.2

Comment de multiples facteurs ont contribué à l'échouement d'un navire-citerne au Nunavut

Le 25 octobre 2012, un pétrolier transportant 2893 m³ de diesel s'est échoué dans l'obscurité sur un haut-fond alors qu'il quittait Qamani'tuag (Baker Lake), au Nunavut. Le navire-citerne était équipé d'une coque renforcée pour la glace et d'un ensemble d'aides à la navigation composé de deux radars, de deux systèmes électroniques de visualisation des cartes et de deux GPS. Même si l'accident n'a causé ni victime ni pollution, il illustre comment plusieurs facteurs de risque peuvent s'associer; dans ce cas, diverses erreurs humaines, des aides à la navigation dans les chenaux inadéquates et des voies navigables confinées.

Doté d'une longueur de 110 mètres, le *Nanny* est un des deux navires-citernes utilisés pour transférer le mazout vers Qamani'tuag à partir de gros pétroliers ancrés à 20 milles marins à l'est de Chesterfield Narrows, afin de répondre à la demande de la collectivité et de la mine d'or Meadowbank située au nord de Qamani'tuag. Toutefois, Chesterfield Narrows, que les navires-citernes doivent franchir, constitue un passage confiné difficile, soumis à des courants de marée pouvant aller jusqu'à 4 nœuds. Le défilé n'est navigable que durant un intervalle de 30 à 60 minutes, pendant l'étalement de marée haute. Une enquête menée par le BST a révélé que plusieurs causes sont à l'origine de l'accident. Le *Nanny* s'est échoué dans l'obscurité après qu'il eut dévié de la route représentée sur la carte dès le départ, sans la reprendre ensuite. En raison de la mauvaise gestion à la passerelle, l'écart de route n'a pas été analysé par le personnel en poste à cet endroit, qui n'avait donc pas conscience de l'ampleur de la déviation par rapport au cap cartographié quand le navire a pénétré dans le défilé. De plus, au moment de l'échouement, le capitaine était concentré sur les commandes des moteurs, plutôt que sur la navigation du navire. Le BST a également constaté que les aides à la navigation de bord n'étaient pas configurées avec des alarmes audibles. En outre, en dépit du fait qu'il avait été demandé d'équiper les balises directionnelles de lumières et que ces demandes étaient considérées comme prioritaires par le sous-comité des aides à la navigation et de la cartographie de la Commission consultative maritime de l'Arctique en 2011, les balises n'étaient pas éclairées au moment de l'accident.

(BST, 2014a)

(EC, 2015b). Les États-Unis ne soutiennent pas l'approche de l'OMI, mais n'ont pas renforcé la leur, la U.S. Coast Guard devant encore préciser le procédé de traitement acceptable (BIMCO, 2015). Des compagnies de transport maritime, des gouvernements et diverses autres parties prenantes demandent une méthode unifiée (Tanker Operator, 2015; CSA, s.d.). Dans un même temps, les compagnies de transport maritime peuvent être forcées de décider d'installer ou pas un équipement coûteux dans l'espoir de se conformer à la réglementation de l'OMI, sans toutefois être assurées qu'elles répondront aux futures exigences américaines (Tanker Operator, 2015).

3.5 CONCLUSION

La sécurité dans les eaux canadiennes dans leur ensemble s'est améliorée ces dix dernières années, le nombre d'accidents de transport maritime commercial y a diminué. La majeure partie du trafic maritime commercial au Canada est constitué de transporteurs de cargaisons solides, plutôt que de navires-citernes et, par conséquent, ces bâtiments sont impliqués dans la plupart des incidents et des accidents dans le domaine survenus dans les eaux canadiennes entre 2004 et 2015. Le Nord du Canada, le Saint-Laurent et les Grands Lacs affichaient le plus fort taux d'incidents et d'accidents par mouvement de navire. Pour les deux dernières régions, une des causes de cette situation peut être l'abondance de voies navigables restreintes — les données canadiennes des dix dernières années indiquent que les incidents et les accidents ont plus de probabilité de se produire dans les voies navigables confinées (ports, fleuves, canaux). Cependant, ces données révèlent également penser que les accidents dans les voies navigables restreintes ont moins de probabilité de provoquer de graves blessures que ceux qui se produisent dans les eaux libres, les lacs et les baies. Conformément avec cette constatation, le Saint-Laurent présentait le plus faible taux de décès et de blessures. Par contre, on ne connaît pas complètement les raisons des forts taux d'incidents et d'accidents dans d'autres régions.

Il a été difficile d'effectuer une corrélation entre la vraisemblance de la pollution maritime et des critères comme la région ou le type d'accident, en partie parce que les données canadiennes sur la pollution souffrent de certains problèmes de qualité, mais aussi en raison de la rareté des déversements (en particulier de SNPD). Il n'y a pas eu de déversement supérieur à 1 000 000 litres dans les eaux canadiennes entre 2003 et 2012. Pour ce qui est des déversements de plus de 10 000 litres, un peu plus des trois quarts concernaient du mazout et non des cargaisons de pétrole et donc, les pétroliers n'étaient pas la source des déversements dans la plupart des cas.

L'analyse des données produite dans ce chapitre apporte certaines indications sur les types courants d'incidents et d'accidents et sur les lieux où ils sont survenus. Cependant, les renseignements clés, qui auraient permis aux participants à l'atelier de faire des affirmations plus définitives sur la probabilité d'un déversement d'hydrocarbure ou de SNPD, n'étaient pas accessibles. Par exemple, il a été impossible d'obtenir le nombre de mouvements annuels de pétroliers et de navires transportant des SNPD dans les eaux canadiennes. Sans cette information, l'examen des déversements d'hydrocarbures est principalement limité au chapitre 4, qui porte sur les répercussions des accidents de transport maritime commercial. Comme la probabilité et les répercussions sont importantes pour comprendre le risque, le fait de ne pas disposer de ces données a gêné la caractérisation globale des risques dans le transport maritime au Canada.

Déterminer les causes d'un incident ou d'un accident maritime n'est généralement possible que si une enquête est menée. Certains facteurs ont plus de risques de jouer un rôle dans certaines régions du Canada. Par exemple, deux facteurs possédant un biais régional cernés par les participants à l'atelier sont l'absence d'information de navigation et d'infrastructure de transport maritime (surtout dans le Nord) et la complexité réglementaire et les chevauchements (principalement dans le Centre).

La plupart des analyses présentées au chapitre 3 soulèvent des questions et révèlent des lacunes en matière de recherche. Est-ce que de meilleures pratiques de signalement, par exemple en raison d'une forte culture de la sécurité chez les compagnies qui travaillent dans ces régions, pourraient influencer sur le nombre élevé d'incidents et d'accidents dans le Saint-Laurent et dans les Grands Lacs? Le taux de décès est-il plus faible dans le Saint-Laurent parce que les navires y naviguent à plus basse vitesse, car ils traversent des voies navigables achalandées et restreintes? Le manque de ports en eaux profondes dans le Nord du Canada, qui force à effectuer de nombreuses opérations à l'ancre, contribue-t-il au plus fort taux d'incidents et d'accidents dans cette région? Les accidents en mer ont-ils plus de probabilité de survenir à Terre-Neuve-et-Labrador en raison des conditions dangereuses, comme le brouillard et la glace? Les accidents ont-ils plus de probabilité de survenir à certains moments de la journée (p. ex. la nuit) ou à certaines périodes de l'année, quand les conditions météorologiques sont extrêmes? Pour répondre à ces questions, il faudra disposer de meilleures données, en particulier sur les causes.

4

Répercussions

- Répercussions environnementales
- Répercussions sociales, culturelles, sanitaires et économiques
- Facteurs influençant les répercussions d'un accident
- Conclusion

4 RÉPERCUSSIONS

Principales constatations

Les accidents de transport maritime entraînant la libération de cargaison peuvent créer une suite de répercussions environnementales, lesquelles peuvent avoir à leur tour des conséquences sociales, culturelles, sanitaires et économiques.

Les répercussions des déversements d'hydrocarbures ont fait l'objet de recherches intensives et ont de fortes probabilités d'être importantes. Bien que les déversements de certains SNPD n'aient pas été étudiés, ils ont le potentiel de produire des répercussions majeures.

La nature et l'ampleur des répercussions d'un acte de pollution dépendent de nombreux facteurs, dont l'époque de l'année, le lieu, le type de cargaison, le volume déversé, les conditions météorologiques et environnementales et la façon dont les collectivités avoisinantes utilisent le milieu marin.

La vitesse et l'efficacité de l'intervention face à un acte de pollution sont cruciales pour l'atténuation des répercussions. Globalement, le Canada possède un régime d'intervention en cas de déversement d'hydrocarbure bien développé, même si de récents événements ont mis en lumière des volets à améliorer. Parmi les lacunes, le manque d'organismes d'intervention et d'infrastructure de soutien dans le Nord et dans les régions éloignées et l'absence de régime de préparation et d'intervention en cas de déversement de SNPD dans tout le pays.

Le risque global d'accident¹⁵ de transport maritime est déterminé par la probabilité qu'un tel accident se produise et par le type et l'ampleur possibles des répercussions. Si le chapitre 3 porte sur la première partie de l'équation du risque (la probabilité d'un accident et la probabilité des décès ou de la pollution en découlant), celui-ci traite du deuxième élément (les conséquences — les répercussions possibles d'un accident et les facteurs pouvant les influencer).

La grande majorité des accidents provoquent principalement des dommages aux biens (p. ex. endommagement de la coque ou de la cargaison) ou des blessures aux membres de l'équipage. Les répercussions sur la santé, notamment le décès d'un membre d'équipage, et sur l'économie peuvent être importantes et concernent surtout les navires, les équipages et leurs familles et les collectivités reliées; elles touchent rarement l'environnement naturel. De plus, même s'il faut reconnaître que les blessures graves et les décès sont des effets néfastes considérables, ils ne sont pas propres au transport maritime et ne sont pas particulièrement élevés dans ce secteur si on le compare à d'autres modes de transport. Le rapport ne cherche pas à fournir d'indications sur la nature de ces répercussions. Il existe par contre d'autres types d'accidents — même s'ils sont bien moins fréquents — qui,

à cause du déversement de cargaison ou de carburant qu'ils entraîneraient, pourraient avoir des incidences environnementales, lesquelles se répercuteraient sur la santé humaine, sur la société, sur la culture et sur l'économie. Les répercussions associées à ces types d'accidents ont fait l'objet d'une importante recherche et sont au cœur des débats actuels sur le futur du transport maritime au Canada; elles sont donc la cible principale du présent chapitre. D'autres répercussions possibles, comme la perturbation de la chaîne d'approvisionnement, sont brièvement mentionnées dans ce rapport et les limites de l'examen reflètent la disponibilité de la recherche à leur sujet.

4.1 RÉPERCUSSIONS ENVIRONNEMENTALES

Les répercussions environnementales des accidents de transport maritime ont fait l'objet d'une recherche intensive, principalement reliées à quelques déversements d'hydrocarbures de grande ampleur (p. ex. le déversement consécutif à l'échouement de l'*Exxon Valdez* en 1989 dans la baie du Prince-William, en Alaska). Les accidents dans lesquels des polluants sont libérés dans l'environnement ont des répercussions sur la qualité de l'air, les espèces animales, les habitats et l'écosystème, notamment (Peterson

15 Bien que dans les données sur la navigation, les incidents et les accidents soient classés séparément, par souci de simplicité, ce chapitre utilise le terme *accident* pour faire référence aux genres d'événements majeurs ayant une forte probabilité d'avoir des incidences importantes dépassant le navire proprement dit.

et al., 2003). Les leçons tirées des précédents incidents servent à éclairer les évaluations des risques de déversement d'hydrocarbure, et comprennent généralement trois éléments qui influent sur les répercussions environnementales : la sensibilité physique (p. ex. le type de substrat et la profondeur), la sensibilité biologique (p. ex. les espèces et l'habitat) et la sensibilité humaine et socioéconomique (p. ex. les activités économiques) (DNV, 2011; Reich *et al.*, 2014). Les répercussions environnementales possibles d'un déversement varient selon le lieu, l'époque de l'année et le volume et le type de cargaison déversée. Leur nature et leur degré dépendent en grande partie si le navire transporte des produits pétroliers, des SNPD ou des marchandises moins dangereuses. Il y a aussi un risque qu'un navire perde son propre combustible — en fait, le mazout est le type d'hydrocarbure le plus fréquemment déversé par des navires dans les eaux canadiennes (WSP Canada Inc., 2014a). Les répercussions potentielles des déversements d'hydrocarbures examinées plus bas sont aussi pertinentes en cas de déversement de combustible. Cette section propose un résumé des principales répercussions environnementales possible des déversements de divers types de cargaisons, mais n'est en aucun cas exhaustive.

4.1.1 Les répercussions des déversements d'hydrocarbures sur l'environnement naturel peuvent être importantes et persister longtemps

Quand ils sont déversés, la plupart des hydrocarbures commencent par flotter à la surface de l'eau parce que les produits pétroliers ont généralement une densité plus faible (Lee *et al.*, 2015). Cependant, selon le type d'hydrocarbure et les conditions météorologiques, ils peuvent rapidement changer de comportement et de propriétés chimiques et physiques. Le groupe d'experts de la Société royale du Canada sur le comportement et les incidences d'un déversement de pétrole brut dans les milieux aqueux note que pour chaque hydrocarbure :

[son] empreinte chimique est un prédicteur clé, non seulement des propriétés physiques de l'hydrocarbure (p. ex. sa viscosité et son épaisseur), mais aussi de son comportement dans l'environnement (p. ex. la façon dont il s'étend, coule ou se disperse dans l'eau), de ses effets toxiques sur les organismes aquatiques et sur les humains et de sa susceptibilité à l'altération par « dégradation naturelle » (c.-à-d. les modifications à l'hydrocarbure causées par le soleil, les vagues, les conditions météorologiques et les micro-organismes présents dans l'environnement). [traduction libre]

(Lee *et al.*, 2015)

Trois groupes d'hydrocarbures sont communément étudiés : les hydrocarbures lourds (p. ex. le pétrole brut, y compris le bitume dilué), les hydrocarbures légers (p. ex. le diesel ou les hydrocarbures raffinés) et le mazout (p. ex. le combustible de soute). Chacun d'eux présente des comportements différents dont il faut tenir compte dans l'évaluation des répercussions possibles d'un déversement et dans la détermination de l'intervention la mieux adaptée. Par exemple, le bitume dilué tiré des sables pétrolifères de l'Alberta contient un mélange de bitume et de diluants — qui en facilitent le transport —, ces derniers étant principalement des hydrocarbures légers. En cas de déversement, les diluants peuvent s'évaporer et laisser derrière eux des hydrocarbures lourds qui, dans certains cas, sont plus denses que l'eau et donc, coulent. S'ils viennent se déposer sur le plancher océanique, ces hydrocarbures peuvent menacer l'habitat et la faune benthique (NOAA, 2014; Lee *et al.*, 2015). Certains des hydrocarbures ayant subi une dégradation naturelle se transforment en boules de goudron, qui se stabilisent à certaines profondeurs et sont ensuite transportées par les courants, parfois sur des dizaines ou des centaines de kilomètres, jusqu'à ce qu'ils atteignent et viennent contaminer un rivage (Hostettler *et al.*, 2004; Lee *et al.*, 2015). Le bitume dilué forme aussi des résidus contre lesquels les dispersants chimiques sont moins efficaces (Lee *et al.*, 2015; Committee on the Effects of Diluted Bitumen on the Environment, 2016).

En général, la transformation physique et chimique complexe subie par les hydrocarbures déversés dans l'océan, ainsi que leur toxicité, est mieux connue dans le cas du pétrole brut classique. Il reste des lacunes en matière de recherche sur les nouveaux types d'hydrocarbures, dont le bitume dilué, et de nouvelles études permettront de révéler leur comportement et leur effet sur l'environnement (Lee *et al.*, 2015).

Les répercussions des déversements d'hydrocarbures sur la flore et sur la faune sont bien documentées (p. ex. NRC, 2003; Lee, 2015; Peterson, 2003), bien qu'on les connaisse mieux dans l'eau salée et les milieux tempérés que dans l'eau douce et les milieux froids, comme les régions arctiques et subarctiques (Fitzpatrick *et al.*, 2015; Lee *et al.*, 2015). Les mammifères et les oiseaux marins sont particulièrement vulnérables aux hydrocarbures flottants parce qu'ils entrent fréquemment en contact avec la surface de l'eau (NRC, 2003). Quand la fourrure et les plumes sont couvertes d'hydrocarbure, elles perdent leur qualité isolante et les animaux peuvent alors souffrir d'hypothermie (WSP Canada Inc., 2014a). La mortalité et la baisse de la reproduction peuvent résulter du contact avec des sédiments contaminés, de l'ingestion de proies contaminées et de la perturbation de fonctions comme celles liées aux soins (Peterson *et al.*, 2003; WSP Canada Inc., 2014a; Lee *et al.*, 2015). La mortalité

peut aussi découler de l'ingestion d'hydrocarbure pendant un lissage excessif (WSP Canada Inc., 2014a). En fait, on estime que le déversement de l'*Exxon Valdez* a entraîné la mort de 2 650 loutres de mer, de 250 000 oiseaux marins et de 300 phoques communs (Garrott *et al.*, 1993; Loughlin, 1994 cité dans Peterson *et al.*, 2003; Piatt et Ford, 1996). En plus des oiseaux et des mammifères marins, les invertébrés, les poissons, les amphibiens et les reptiles peuvent aussi être touchés à divers stades de la vie : la mortalité des œufs ou des larves, la réduction du succès de la reproduction, le ralentissement de la croissance, un plus faible taux de survie, des anomalies de développement et des changements de comportement ont été documentés (WSP Canada Inc., 2014a). Les hydrocarbures peuvent grandement altérer les habitats du littoral et, quand ces derniers abritent principalement des plantes et des animaux (comme dans les marécages), toute la structure de l'habitat peut être anéantie, ce qui entraîne alors une limitation du cycle biologique des organismes (NRC, 2003). L'utilisation des dispersants chimiques lors des interventions face aux déversements peut modifier la façon dont les hydrocarbures influent sur l'environnement, et les dispersants eux-mêmes peuvent avoir d'autres incidences (Lee *et al.*, 2015). Les dispersants servent à fractionner les hydrocarbures en petits fragments qui s'enfoncent plus facilement dans l'eau pour se dégrader, mais il faut trouver un compromis entre exposer aux hydrocarbures les ressources de surface ou les ressources de subsurface. Lee *et al.* (2015) observent :

Les dispersants en eux-mêmes sont modérément toxiques pour les espèces aquatiques quand ils sont libres dans une solution, mais ils semblent indisponibles et être non toxiques quand ils sont mélangés à un hydrocarbure. Par conséquent, leur toxicité dépend de la précision avec laquelle ils sont appliqués à l'hydrocarbure, s'ils sont entièrement mélangés ou non à l'hydrocarbure et de la concentration de dispersant « libre » dans l'eau de surface quand un épandage par vaporisation par avion manque sa cible. [traduction libre]

Lee *et al.* (2015) demandent que d'autres recherches soient entreprises sur les répercussions des dispersants chimiques sur la vie marine dans diverses conditions.

Les incidences globales à long terme d'un hydrocarbure sur l'écosystème sont plus difficiles à mesurer. La réponse d'un écosystème à une exposition aux produits pétroliers s'étend sur de vastes échelles spatiale et temporelle. Certaines des répercussions du déversement de l'*Exxon Valdez* n'ont été détectées que plusieurs années après la catastrophe. Une étude sur les populations d'arlequins plongeurs

dans les années ultérieures a conclu que le rétablissement s'effectuerait sur 24 ans et laisse penser que la « mortalité cumulative associée à l'exposition chronique au pétrole résiduel peut dépasser la mortalité aiguë » [traduction libre] (Iverson et Esler, 2010). Les populations de loutres de mer ont aussi montré des taux de mortalité élevés durant les neuf années suivantes, même chez les individus nés après l'accident, probablement en raison de l'exposition aiguë au pétrole et des répercussions indirectes, comme les influences maternelles ou l'exposition permanente aux résidus pétroliers (Monson *et al.*, 2000). Dans une revue des publications, Peterson *et al.* (2003) notent que « le pétrole a persisté plus d'une décennie en quantités surprenantes et sous des formes toxiques, était suffisamment biodisponible pour produire une exposition biologique chronique et avait des répercussions à long terme à l'échelle des populations » [traduction libre]. Les participants à l'atelier ont observé que bien que ces répercussions à long terme puissent être moins dramatiques, moins visibles et moins étudiées, elles sont bien plus nuisibles à l'environnement et à la dynamique des populations que la mortalité aiguë immédiate.

4.1.2 Les déversements de GNL posent des risques environnementaux limités

Il existe peu d'information sur les répercussions d'un déversement de GNL en raison de la rareté d'événements de ce type à l'échelle mondiale (Hightower *et al.*, 2004). Pourtant, des études expérimentales ont évalué les effets d'un déversement de GNL, principalement à petite échelle (Hightower *et al.*, 2004). Globalement, un déversement de GNL aurait probablement des répercussions mineures sur l'environnement naturel, puisque le gaz naturel se mélangerait avec l'air et se diluerait (MPO, 2013). Cependant tout de suite après un déversement, dans certaines conditions, les gaz peuvent être concentrés dans un nuage de vapeur inflammable (MPO, 2013). Les risques associés à ce genre d'accident sont concentrés dans les environs immédiats du lieu du déversement (Hightower *et al.*, 2004). L'exposition au GNL provoque le refroidissement ou le gel (air et eau), mais il est peu probable qu'un déversement de ce genre de produit ait des conséquences à grande échelle (MPO, 2013). Si un conteneur fuit sous l'eau, le GNL peut se dissoudre et déplacer l'oxygène dissous, créant des conditions hypoxiques ou anoxiques qui peuvent nuire aux organismes aquatiques (WSP Canada Inc., 2014b). Une meilleure compréhension du comportement du GNL dans l'air et dans l'eau pourrait aider si ce produit devait être expédié dans de nouvelles régions (ce qui est envisagé dans la région du Pacifique) ou en plus gros volumes (qui est envisagé dans les Maritimes) (RNCAN, 2015; GCB, s.d.).

4.1.3 Les répercussions environnementales des SNPD sont extrêmement variables et parfois mal connues

Les substances nocives et potentiellement dangereuses (SNPD) constituent une classe de substances dont les propriétés chimiques (elles peuvent être inertes ou très réactives) et la toxicité sont extrêmement diversifiées. Le comportement des SNPD dans l'environnement varie grandement : elles peuvent notamment couler, flotter, s'évaporer ou se dissoudre (Neuparth *et al.*, 2011). Ce sont les SNPD fortement solubles, persistantes, biodisponibles, toxiques, capables de flotter vers d'autres zones côtières sensibles ou de couler qui posent les plus grandes menaces (Neuparth *et al.*, 2011; Häkkinen et Posti, 2014). Les SNPD qui coulent peuvent se déposer sur le plancher océanique et, éventuellement, étouffer les sédiments ou empoisonner la faune (WSP Canada Inc., 2014b).

Pour saisir la diversité des SNPD, on peut considérer des sous-classes de substances organiques et inorganiques. Une récente évaluation des risques des SNPD réalisée par WSP Canada Inc. a établi cinq catégories : coke et asphalte, gaz liquéfiés et comprimés, substances organiques (p. ex. les solvants, comme le méthanol et le xylène), substances inorganiques (p. ex. les engrais) et huiles animales et végétales.

Les répercussions des SNPD sur la faune sont généralement mal connues, mais certaines de ces substances peuvent nuire à la croissance et à la reproduction (Rocha *et al.*, 2016). Même si les huiles alimentaires sont moins toxiques, leur déversement peut avoir des répercussions identiques à celles des déversements de pétrole brut. En particulier, il peut entraîner l'étouffement et le graissage des plumes (Fingas, 2015). Parmi les SNPD transportés par bateau, les pesticides sont considérés comme représentant l'une des plus grandes menaces pour l'environnement maritime (Häkkinen et Posti, 2014).

En raison de la grande diversité des SNPD et du manque de statistiques sur leurs déversements, peu d'évaluations des risques ont été faites à ce jour. Cependant, le Comité d'experts sur la sécurité des navires-citernes s'est inspiré de l'évaluation des risques des SNPD réalisée par WSP Canada Inc. (CESNC, 2014). Il a étudié 26 produits en tenant compte des volumes déplacés, d'un indice de risque¹⁶ et de la sensibilité environnementale entre les régions et a conclu que, globalement, les risques de déversement de SNPD étaient

faibles (CESNC, 2014; WSP Canada Inc., 2014a). Ce profil de risque varie selon la région et la SNPD et traduit généralement le tonnage relatif des différents produits transportés dans les diverses régions. WSP Canada Inc. (2014b) a constaté que les plus grands risques se trouvaient dans les Grands Lacs et dans la voie maritime du Saint-Laurent pour les déversements de coke, d'asphalte et de substances organiques, suivis du golfe et de l'estuaire du Saint-Laurent pour ces mêmes substances (WSP Canada Inc., 2014b). Neuparth *et al.* (2011) dresse une liste de 23 SNPD ayant le plus de probabilités de constituer un danger pour la faune marine en cas de déversement dans eaux atlantiques européennes, en tenant compte des volumes transportés, des incidents signalés, des propriétés physico-chimiques et de la toxicité.

4.1.4 Les déversements de vrac sec et de cargaisons en conteneur ont généralement des répercussions environnementales limitées, même si des substances apparemment anodines peuvent causer des dommages importants

Le comportement du vrac sec et des conteneurs dans l'environnement maritime est aussi extrêmement variable. En général, les déversements de ces types de cargaisons sont relativement bénins. Cependant, comme pour les SNPD, les répercussions dépendent du type exact. Même les substances dont on pourrait penser qu'elles sont inoffensives peuvent se révéler dangereuses, ce qui fait qu'il est difficile et trompeur de tirer une ligne claire entre les SNPD et le vrac sec et les conteneurs. Par exemple, en 1996, le cargo *Fenes* s'est échoué sur les îles Lavezzi, en France, et a déversé 2 600 tonnes de blé (Marchand, 2002; Mamaca *et al.*, 2009). Quand le blé s'est décomposé, il a créé des conditions favorisant les microbes sulfatoréducteurs, qui ont fait fermenter le blé pour produire du sulfure d'hydrogène, un gaz toxique. Les équipes d'intervention furent donc obligées de revêtir un appareil de protection respiratoire (Marchand, 2002; Mamaca *et al.*, 2009).

Quand une cargaison en conteneur n'est pas récupérée, elle peut contribuer aux débris marins, qui peuvent avoir une incidence négative sur la faune par emmêlement, ingestion, destruction de l'habitat et autres cheminements (Sheavly et Register, 2007). En fait, la pollution plastique des océans est un problème majeur pour de nombreux organismes marins (Sheavly et Register, 2007).

16 L'indice a été construit à partir des profils de dangers de l'OMI élaborés par le Groupe mixte d'experts chargé d'étudier les aspects scientifiques de la protection de l'environnement marin (GESAMP). Ces profils prennent en considération la façon dont chaque substance interagit avec l'environnement aquatique, la santé humaine et les utilisations de l'environnement maritime.

4.1.5 Les espèces envahissantes introduites par les navires ont causé des dommages non négligeables aux écosystèmes marins canadiens

L'introduction d'espèces envahissantes n'est pas liée à un type de cargaison en particulier, mais les participants à l'atelier la considèrent quand même comme une répercussion environnementale sérieuse des accidents de transport maritime. La plupart des espèces marines envahissantes proviennent de l'exposition (volontaire ou non) aux eaux de ballast, et la majorité des près de 200 espèces de la sorte qui se trouvent dans les Grands Lacs y sont arrivées à cause du transport maritime le long du Saint-Laurent (Ricciardi, 2006). Des moyens de limiter l'étendue des espèces envahissantes ont commencé à être introduits dans les années 1980, notamment le *Règlement sur le contrôle et la gestion de l'eau de ballast* fédéral édicté en 2011 (Bailey *et al.*, 2011; GC, 2011). Bailey *et al.* (2011) démontrent l'efficacité de telles réformes politiques, qui ont fait baisser le taux d'invasion dans les Grands Lacs depuis le début des années 1990 et ont empêché l'introduction de nouvelles espèces entre 2006 et 2011. Cette introduction a donc désormais plus de probabilités de résulter d'un accident ou d'une activité illégale que d'une activité routinière de transport maritime.

Les espèces envahissantes peuvent provoquer une perturbation étendue de l'écosystème en altérant les habitats, en entrant en concurrence avec les espèces natives pour la nourriture ou en se nourrissant directement de celles-ci. Cela peut ensuite causer de grosses répercussions sur les pêches et autres activités économiques locales. Par exemple, la moule zébrée introduite dans les Grands Lacs dans les années 1980 filtre de vastes volumes de phytoplancton et augmente donc la clarté de l'eau et déplace des nutriments de la colonne d'eau vers le substrat du fond de l'eau (Hecky *et al.*, 2004). Cette action a provoqué des changements dans la croissance des algues et des bactéries, des répercussions sur les espèces qui comptent sur le plancton pour s'alimenter et des modifications de la température des lacs, entre autres (Hecky *et al.*, 2004; Higgins et Vander Zanden, 2010). En plus de menacer les espèces natives, la moule zébrée augmente la croissance des algues et réduit l'agrément dans les Grands Lacs (p. ex. en causant des coupures aux pieds des nageurs ou en produisant des mauvaises odeurs quand elles se décomposent sur le rivage).

4.1.6 La qualité des preuves des répercussions environnementales des déversements est extrêmement variable et dépend largement des événements survenus jusque-là

Les participants à l'atelier ont conçu une matrice pour résumer le degré d'incidence de chaque type de cargaison sur divers éléments de l'environnement. Ils ont évalué l'ampleur et le degré de certitude des répercussions pour six catégories différentes de cargaisons. Le tableau 4.1 traduit l'état actuel des connaissances des participants à l'atelier, qui se sont appuyés sur leurs recherches, leur expérience, la lecture des publications et l'analyse des résultats du sondage. Les plus grosses répercussions sont généralement causées par les déversements d'hydrocarbures et de nombreuses recherches ont été réalisées sur ce sujet. À l'autre extrémité du spectre se trouvent le vrac sec et les cargaisons en conteneur, qui ont peu de probabilité d'avoir d'importantes conséquences. Le sondage a révélé une cohérence de point de vue en ce qui concerne les types de cargaisons qui présentent le plus de risque de fortes incidences environnementales et ceux qui en présentent le moins. Les répondants de partout au Canada ont le sentiment que c'est le pétrole brut qui a les conséquences le plus fortes, suivi des SNPD et des hydrocarbures raffinés. Ils prévoient que l'incidence du GNL sera modérée. Selon eux, le vrac sec et, enfin, les conteneurs ont une faible incidence.

4.2 RÉPERCUSSIONS SOCIALES, CULTURELLES, SANITAIRES ET ÉCONOMIQUES

Les accidents de transport maritime peuvent avoir un vaste éventail de répercussions sociales, culturelles, sanitaires et économiques. Ces répercussions peuvent être directes, comme une blessure à la suite d'une collision ou la perte économique provoquée par la perturbation de la chaîne d'approvisionnement, ou indirectes, comme conséquence des répercussions environnementales. Par exemple, un déversement d'hydrocarbure peut avoir des conséquences dépassant l'environnement, notamment des conséquences économiques (p. ex. la perte de revenus du tourisme), sociales (p. ex. la perturbation des relations au sein de la collectivité) et sur la santé (p. ex. maladie découlant de l'exposition aux produits chimiques durant le nettoyage). Les participants à l'atelier ont noté l'importance de séparer les répercussions sur la santé humaine des répercussions socioéconomiques, mais ont admis que dans certains cas, elles pouvaient être intimement reliées. Par exemple, la fermeture de la pêche entraînerait la perte de revenus pour les collectivités qui comptent sur cette ressource et pour l'industrie, ce qui pourrait créer un stress psychologique chez les personnes touchées financièrement.

Tableau 4.1

Type et degré de répercussion environnementale des diverses catégories de cargaison

Répercussion environnementale	Type de cargaison					
	Pétrole brut	Hydrocarbures raffinés	GNL	SNPD	Vrac sec	Conteneur
Réduction de la qualité de l'air	***	***	***	*	***	***
Réduction de la qualité de l'eau	***	***	**	*	**	***
Dégradation de l'habitat physique	***	***	**	*	**	***
Répercussion sur la structure et le fonctionnement de l'écosystème ^a	*	**	***	***	***	***
Effets aigus et chroniques sur la flore	**	**	***	***	***	***
Effets aigus et chroniques sur les invertébrés	***	**	***	***	***	***
Effets aigus et chroniques sur les poissons	***	**	***	***	***	***
Effets aigus et chroniques sur les oiseaux	***	***	***	***	***	***
Effets aigus et chroniques sur les mammifères marins	***	***	***	***	***	***
Effets aigus et chroniques sur les reptiles marins et sur les amphibiens	***	***	***	***	***	***

^aP. ex. incidence sur la relation prédateur-proie, modification des seuils et des points de bascule.

■ Répercussions élevées
 ■ Répercussions modérées
 ■ Répercussions faibles
 ***Certitude élevée **Certitude modérée *Certitude faible

Les participants à l'atelier ont élaboré ce tableau pour résumer les preuves que les déversements de divers types de cargaison ont des répercussions environnementales différentes. La couleur des cellules représente le degré d'incidence sur l'environnement (élevée, modérée ou faible) et le nombre d'étoiles indique la certitude de ce degré d'incidence, une ou deux étoiles signifiant que l'analyse pourrait être améliorée par une recherche supplémentaire. Bien que le GNL, le pétrole brut et les hydrocarbures raffinés soient techniquement des SNPD, ils sont considérés séparément, tandis que les autres SNPD sont regroupées ensemble. Pour composer avec la diversité des SNPD, toutes leurs répercussions environnementales du tableau 4.1 sont considérées comme modérées. En réalité, chaque substance devrait être évaluée séparément, les répercussions s'étendraient alors de faibles à élevées.

4.2.1 Les déversements peuvent contaminer non seulement l'environnement physique, mais aussi l'environnement social et culturel

Les études menées à la suite du déversement de l'*Exxon Valdez* fournissent des indications sur les répercussions sociales et culturelles possibles des accidents de transport maritime de grande envergure à la suite desquels des polluants sont libérés dans l'environnement. Palinkas *et al.* (1993b) observent de façon éloquent que « quand l'*Exxon Valdez* s'est échoué dans la baie du Prince-William, il a déversé du pétrole dans un environnement social autant que naturel » [traduction libre]. Shaw (1992) catalogue certaines des répercussions sociales de cette catastrophe : une perte étendue de permis social pour l'industrie pétrolière dans son ensemble à cause de l'érosion de la confiance de la population, une dislocation économique et sociale consécutive de l'afflux de travailleurs chargés du nettoyage et de la disponibilité d'emplois à court terme bien rémunérés et l'interruption temporaire de deux des activités économiques clés de la région — le tourisme et la pêche commerciale. Une enquête de population offre des indications supplémentaires sur

les répercussions sociales et culturelles du déversement (Palinkas *et al.*, 1993a). Les répondants ont fait état de distensions dans les relations sociales traditionnelles, de la baisse des activités de subsistance et d'une hausse perçue de la consommation d'alcool, de l'abus de drogues et de la violence domestique. Le conflit découle des répercussions environnementales du déversement, de l'attribution du blâme et de la répartition inégale des emplois et des indemnités à après la catastrophe (entre autres). L'emploi dans les activités de nettoyage a réduit le temps disponible pour les relations familiales et communautaires. De nombreuses collectivités vivaient dans les secteurs les plus touchés par le déversement, notamment les Autochtones d'Alaska. Palinkas *et al.* (1993a) notent que chaque communauté de ces peuples possède ses propres traditions culturelles, mais qu'ils ont en commun « un ensemble de relations et de valeurs sociales basées sur les pratiques de production et de répartition des moyens de subsistance » [traduction libre]. C'est dans les villages autochtones de l'Alaska que les répercussions de la réduction des activités de subsistance ont été les plus prononcées. Palinkas *et al.* (1993a) signalent que « les perturbations du

maintien de la culture autochtone ont soulevé des craintes généralisées et a accru les inquiétudes fondamentales quant à la survie culturelle chez de nombreuses personnes des villages touchés » [traduction libre]. Les répercussions sociales et culturelles vont au-delà de la période de déversement et de son nettoyage et peuvent être ressenties pendant des décennies (Picou et Martin, 2007; Picou, 2009).

4.2.2 Les répercussions sur la santé humaine peuvent découler des suites immédiates d'un accident, mais aussi apparaître et persister avec le temps

Les accidents de transport maritime peuvent directement entraîner le décès de membres d'équipage. Entre janvier 2004 et octobre 2015, il y a eu 29 décès et 183 blessés graves à bord de cargos dans les eaux canadiennes (BST, 2015c). Des répercussions sur la santé humaine peuvent aussi découler d'un déversement et de ses conséquences environnementales. Durant les jours qui suivent immédiatement un accident incluant des SNPD, la pollution de l'air est une inquiétude primordiale, en particulier pour le personnel d'intervention d'urgence (Häkkinen et Posti, 2014). Les SNPD qui présenteraient les plus forts risques pour la santé humaine au-delà des personnes à bord du navire ou participant aux opérations de nettoyage sont les substances volatiles ou gazeuses, qui pourraient donc atteindre les populations à terre (Harold *et al.*, 2014).

Les risques pour la santé sont particulièrement sérieux pour les équipes de nettoyage des déversements d'hydrocarbures parce qu'elles sont directement exposées aux polluants immédiatement après l'événement. Le U.S. National Institute for Operational Safety and Health a catalogué les données sur les blessures et les maladies tirées des demandes d'indemnité déposées en 1989 par les travailleurs à la suite du déversement de pétrole de l'*Exxon Valdez*; il a relevé 1 811 demandes dont 264 pour des problèmes respiratoires (Gorman *et al.*, 1991). Une enquête sur la santé des travailleurs affectés au nettoyage après le déversement du *Prestige* au large de l'Espagne a relevé que ce genre de tâche pouvait causer des symptômes respiratoires persistants pendant une à deux années (Zock *et al.*, 2007; Rodríguez-Trigo *et al.*, 2010). Les déversements peuvent aussi créer des risques à long terme sur la santé par la contamination des approvisionnements alimentaires (Solomon et Janssen, 2010; Chang *et al.*, 2014).

Les répercussions sur la santé mentale peuvent aussi être graves. Une enquête menée auprès de 13 communautés d'Alaska a constaté des taux considérablement plus élevés de trouble de l'anxiété généralisé (3,6 fois plus important), de trouble de stress post-traumatique (2,9 fois plus important) et de symptômes dépressifs (1,8 fois plus important) dans

les communautés directement touchées par le déversement de l'*Exxon Valdez* que dans celles de caractéristiques démographiques et économiques semblables, mais éloignées du lieu du naufrage (Palinkas *et al.*, 1993b). L'incidence de ces trois symptômes était particulièrement prononcée chez les femmes, tandis que l'incidence des symptômes dépressifs était forte chez les Autochtones de l'Alaska (Palinkas *et al.*, 1993b).

4.2.3 Un seul accident de transport maritime a le potentiel de causer une perturbation économique considérable

En raison de l'augmentation de la taille des porte-conteneurs, il est possible que les répercussions environnementales et économiques d'un d'accident unique augmentent (parce que le risque est concentré sur des navires plus gros). Si aujourd'hui, les navires les plus gros peuvent déjà transporter 18 000 EVP, ce volume pourrait passer à 24 000 EVP (Millman, 2015). Le naufrage en 2013 d'un bâtiment transportant 8 000 EVP et 4 328 conteneurs a entraîné des frais de plus de 500 millions de dollars pour l'industrie de l'assurance, ce qui donne une indication du coût potentiel d'un accident impliquant les plus gros des cargos (The Maritime Executive, 2013; Millman, 2015). Le coût des perturbations d'un port ou d'un canal pourrait aussi être considérable (Millman, 2015). Les écluses Soo au Michigan constituent un exemple du potentiel de perturbation : ces écluses relient le lac Supérieur aux Grands Lacs inférieurs. Actuellement, une seule écluse est suffisamment large pour recevoir de gros navires et des organismes comme le U.S. Army Corps of Engineers et la Great Lakes Maritime Task Force ont souligné les coûts possibles d'une perturbation à cette écluse (O'Bryan, 2015; GLMTF, 2016). Cependant, ces derniers sont difficiles à estimer dans toute leur étendue, car ils dépendent largement des options de transport de rechange selon le type de cargaison et la localité.

Il ne fait aucun doute que les déversements créent des perturbations économiques et une redistribution de la richesse, mais dans le cas de l'*Exxon Valdez*, une évaluation empirique a conclu que la nouvelle activité économique générée par le déversement dépassait la perte des revenus de la pêche commerciale dans l'année suivant l'accident (Cohen, 1993). D'autres recherches ont constaté que la pêche ne s'était toujours pas relevée plus de 20 ans après. La pêche au hareng a été fermée durant 19 des 25 ans qui se sont écoulés depuis le naufrage; elle est classée comme *n'étant pas en voie de rétablissement*, alors que le rôle du déversement dans cet effondrement n'est pas clair et fait l'objet d'une recherche continue (Incardona *et al.*, 2015; EVOSTC, s.d.).

L'introduction d'espèces envahissantes impose aussi un lourd fardeau économique. En 2002, Ontario Power Generation a dépensé des dizaines de millions de dollars pour prévenir la moule zébrée et a rapporté une hausse de ses coûts d'exploitation annuels de plus d'un million de dollars à cause de ces espèces (BVG, 2002). Une analyse plus récente fondée sur une enquête portant sur les installations de production électrique et de traitement de l'eau potable a estimé les coûts totaux à 267 millions de \$US entre 1989 et 2004 (Connelly *et al.*, 2007).

4.2.4 Les inquiétudes varient selon la région et reflètent la relation des collectivités avec l'environnement maritime

Les participants à l'atelier ont déterminé les répercussions socioéconomiques d'un incident ou d'un accident maritime entraînant le déversement d'un polluant pour chaque région (tableau 4.2). Dans deux cas, la principale incidence concerne une industrie connue pour être particulièrement importante pour la région. Par exemple, la Nouvelle-Écosse, le Nouveau-Brunswick et Terre-Neuve-et-Labrador sont, respectivement, la première, la deuxième et la quatrième exportatrice canadienne de poissons et de fruits de mer, ce

qui ferait qu'une perturbation de la pêche commerciale serait particulièrement grave pour la côte atlantique (MPO, 2015). En Colombie-Britannique, la pêche sportive représente près de la moitié des revenus générés par le secteur de la pêche et de l'aquaculture, elle rapporte presque autant que les trois autres activités réunies (transformation du poisson, pêche commerciale et aquaculture) (Stroomer et Wilson, 2013). Par conséquent, une pollution qui gênerait cette activité récréative aurait un effet notable sur la région du Pacifique. Dans d'autres cas, la principale répercussion a mis en évidence la relation entre les voies navigables et la nourriture et l'eau, un incident ou un accident nuisant à la sécurité de l'eau potable ou à la sécurité alimentaire. Les répercussions sur le transport maritime et sur les opérations portuaires ont été mentionnées pour toutes les régions, sauf le Nord du Canada. Les perturbations aux grands ports pourraient i) provoquer des pénuries en produits essentiels pour les consommateurs (p. ex. pétrole de chauffage) et ii) empêcher la continuité des affaires en gênant la chaîne d'approvisionnement. La baisse du tourisme est une inquiétude pour le Canada du Pacifique et de l'Atlantique, car l'environnement maritime est une attraction de premier plan pour les visiteurs de ces régions.

Tableau 4.2

Estimation durant l'atelier des répercussions socioéconomiques et sur la santé humaine d'un accident, par région

Rang	Atlantique	Centre	Nord	Pacifique
1	Perturbation de la pêche commerciale	Répercussions sur l'eau municipale	Réduction de la sécurité alimentaire	Perturbation des activités récréatives (pêche sportive, kayak)
2	Perturbation du transport et des opérations portuaires*	Perturbation du transport et des opérations portuaires*	Effets sur la santé humaine (causés par la consommation d'aliments contaminés)*	Baisse du tourisme (perte à court terme de revenus ou d'emplois; dommages à long terme à la réputation)
3	Perturbation de l'aquaculture*	Demande d'une hausse de la réglementation ou de la restriction du transport maritime *	Perturbation du tissu culturel*	Baisse des prises de pêche de subsistance*
4	Baisse du tourisme (perte à court terme de revenus ou d'emplois; dommages à long terme à la réputation)	Augmentation des coûts (d'assurance, de conformité, juridiques, de sécurité)	Hausse des coûts (le nettoyage dans l'Arctique est très coûteux)	Perturbation de la pêche commerciale*
5	Effets sur la santé humaine (causés par l'exposition directe aux polluants et au stress émotionnel)	Transfert modal (de l'eau au rail ou à la route) Justifie une réévaluation du risque	Modification de la réglementation qui pourrait dissuader le développement économique local Modification de la réglementation qui pourrait conduire à l'interdiction du transport maritime ou à des exigences coûteuses	Perturbation du transport maritime ou des opérations portuaires

Les participants à l'atelier étaient divisés selon leur région géographique d'expertise. Chaque groupe a dressé une liste de 11 à 18 répercussions socioéconomiques susceptibles de se produire dans leur région à la suite d'un accident de transport maritime entraînant le déversement d'un polluant. Tous les participants ont ensuite été invités à choisir indépendamment les 4 principales répercussions pour chaque région; le tableau indique les réponses les plus nombreuses.

*Indique que plusieurs choix arrivent à égalité au classement; quand deux choix sont égaux à la 5^e place, ils sont tous deux mentionnés.

4.3 FACTEURS INFLUENÇANT LES RÉPERCUSSIONS D'UN ACCIDENT

Certains facteurs généraux interviennent dans chaque acte de pollution. Il s'agit de variables comme le type de cargaison; le volume, la vitesse, le lieu et le moment du déversement et des variables d'atténuation comme la vitesse et l'efficacité de l'intervention (Chang *et al.*, 2014). Ces éléments font tous partie du contexte de risque du transport maritime. Les répercussions possibles d'un accident sont fortement influencées par les caractéristiques régionales, notamment les conditions météorologiques, les caractéristiques physiques du paysage et des eaux, ainsi que par les activités et traditions sociales, économiques et culturelles. Chaque fois qu'un

accident se produit, une multitude de paramètres du contexte de risque se combinent pour déterminer les conséquences finales.

4.3.1 Les caractéristiques régionales déterminent la nature et l'ampleur des répercussions d'un accident de transport maritime

Les répondants au sondage devaient dresser une liste des caractéristiques qui augmentent ou réduisent le plus les répercussions environnementales d'un accident de transport maritime entraînant le déversement de cargaison. Les sept réponses les plus citées pour chaque tendance, par région, sont illustrées à la figure 4.1.

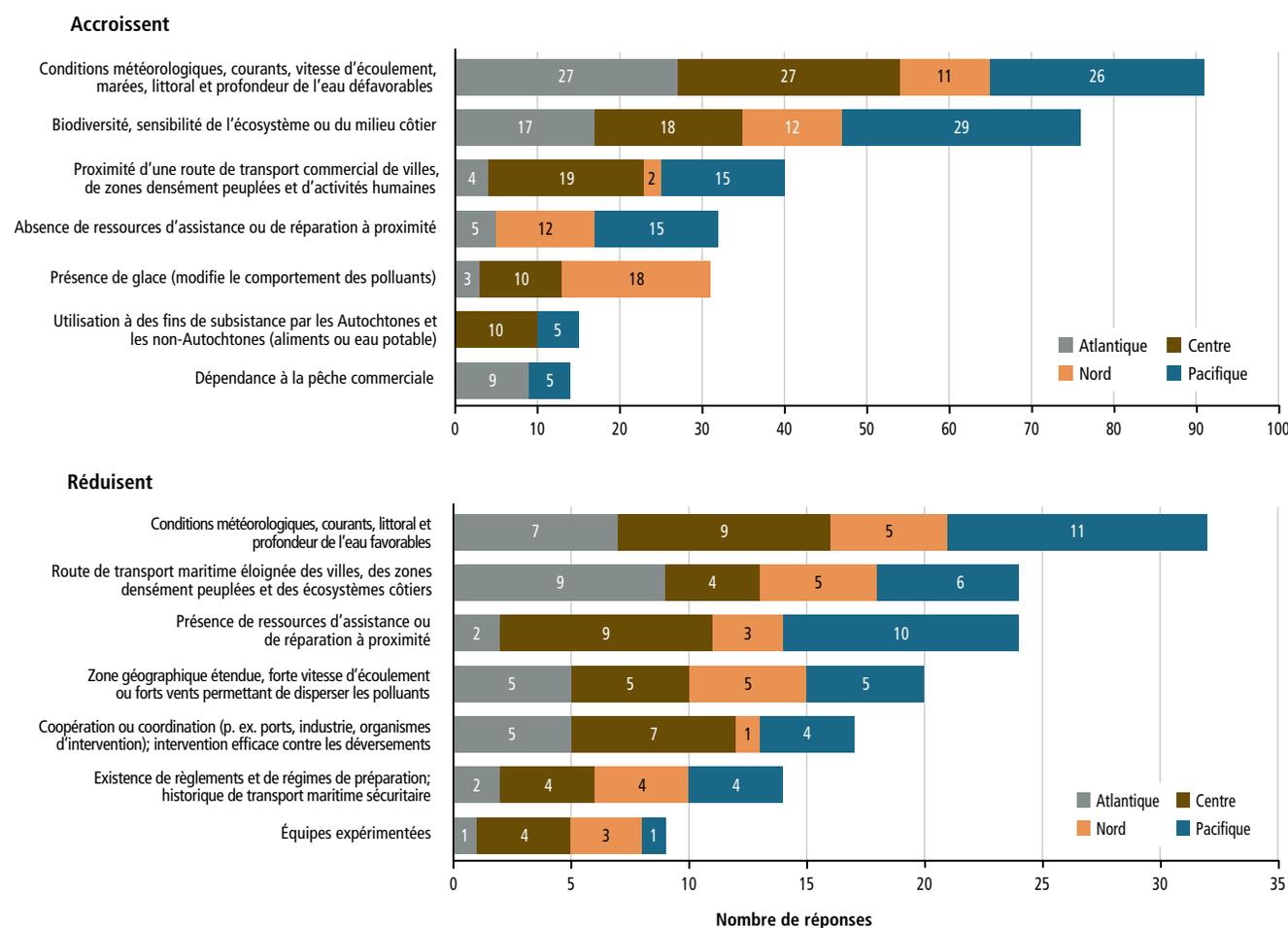


Figure 4.1

Caractéristiques qui accroîtraient ou réduiraient l'ampleur des répercussions environnementales

Les répondants devaient indiquer les caractéristiques de la région de leur choix qui accroîtraient ou réduiraient le plus l'ampleur des répercussions environnementales d'un accident entraînant le déversement d'un polluant. Les sept caractéristiques les plus citées sont indiquées. Par exemple, la figure montre que les conditions météorologiques et physiques défavorables (p. ex. le littoral) ont le plus de probabilité de façonner l'ampleur générale des répercussions environnementales.

Accroissement : n=299 [Atlantique : n=65, Centre : n=84, Nord : n=55, Pacifique : n=95]

Réduction : n=140 [Atlantique : n=31, Centre : n=42, Nord : n=26, Pacifique : n=41]

Dans toutes les régions, l'environnement physique et les conditions au moment du déversement sont jugés comme les facteurs les plus importants pour déterminer les répercussions générales. Le groupe d'experts de la Société royale du Canada sur le comportement et les incidences d'un déversement de pétrole brut dans les milieux aqueux en est arrivé à la même conclusion en cas de déversements d'hydrocarbures (Lee *et al.*, 2015). En ce qui concerne les caractéristiques susceptibles d'accroître les répercussions, la réponse la plus fréquente chez les répondants du Pacifique est la biodiversité et la sensibilité de l'écosystème. Plus de la moitié des préoccupations quant à la présence de glace émanent du Nord du Canada. La glace modifie le comportement des hydrocarbures et constitue donc un paramètre clé pour déterminer les répercussions d'un déversement d'hydrocarbure dans l'Arctique, ainsi que les stratégies d'intervention les plus efficaces (Lee *et al.*, 2011, 2015). La proximité entre les routes de transport maritime et les villes pourrait aussi accroître les répercussions d'un accident. Le déversement de pétrole survenu en 2015 dans la baie English à Vancouver a soulevé d'importantes inquiétudes, parce qu'il a eu lieu dans un secteur densément peuplé où l'eau et le littoral ont de nombreux utilisateurs (Butler, 2015). Les récents déversements d'hydrocarbures hautement publicisés s'étant produits dans des secteurs moins densément peuplés, on a peu d'indications des répercussions sociétales que pourrait avoir un déversement en zone urbaine. Les répondants du Canada du Centre ont indiqué que la dépendance à l'eau douce des Grands Lacs pour l'approvisionnement municipal pourrait aggraver les répercussions négatives. En fait, 90 % de la population de l'Ontario vit dans le bassin des Grands Lacs, et les lacs sont la source d'eau potable de 8,5 millions de Canadiens (EC, 2013).

Les caractéristiques pouvant réduire les répercussions environnementales d'un déversement de polluant semblent moins varier d'une région à l'autre. Les réponses les plus courantes sont les conditions météorologiques et physiques favorables et l'éloignement entre les routes de transport maritime et les zones densément peuplées. La capacité d'intervention est aussi cruciale; les répondants ont souligné la réglementation et le régime de préparation, la coopération et la coordination permettant une intervention efficace et la proximité des ressources d'assistance et de correction comme éléments clés de la réduction des répercussions environnementales.

En plus de ces caractéristiques, la recherche a aussi cerné l'importance de la saison à laquelle le déversement a lieu dans le façonnement des répercussions environnementales. Les déversements d'hydrocarbures qui précèdent directement les saisons de reproduction ou qui coïncident avec elles peuvent

causer de plus gros dommages que ceux qui se produisent à d'autres périodes de l'année (Mendelsohn *et al.*, 2012). Des expériences menées sur les herbes d'eau salée ont permis de constater que les incidences des hydrocarbures sont moindres lorsque les plantes sont en dormance ou que leur métabolisme est réduit (Alexander et Webb, 1985). Aux États-Unis, les interventions en cas de déversement dépendent de la variabilité saisonnière; les cartes d'indices de sensibilité environnementale utilisées par l'Office of Response and Restoration de la National Oceanic and Atmospheric Administration cataloguent la sensibilité de divers milieux maritimes en notant des caractéristiques comme les modes de reproduction et de frai par espèce (NOAA ORR, 2016). Jensen *et al.* (1998) remarquent que les premières versions de ces cartes ont servi à déterminer les interventions face aux déversements à la suite de la catastrophe de l'*Exxon Valdez*.

On demandait également aux répondants au sondage de nommer les caractéristiques régionales pouvant accroître les répercussions socioéconomiques d'un acte de pollution. Nombre de ces caractéristiques sont les mêmes que celles citées pour les répercussions environnementales (p. ex. proximité des zones densément peuplées pour le Canada du Centre, dépendance à la pêche commerciale pour le Canada de l'Atlantique et utilisation à des fins de subsistance des ressources aquatiques pour le Canada du Nord et du Pacifique). Cependant, une nouvelle caractéristique a été mise en lumière par les répondants de régions du Pacifique et du Centre, principalement et par une poignée de répondants du Nord : l'opinion négative à l'égard du transport maritime dans ces régions a accru le mécontentement et l'agitation à la suite d'un déversement de polluant. Les réponses au sondage indiquent que la forte attention politique et l'intense couverture médiatique dont font l'objet les accidents de transport maritime, ainsi que la variabilité de la perception des risques et des bienfaits de ce secteur d'activité, peut contribuer à ce point de vue.

Les répercussions socioéconomiques peuvent non seulement être causées par la pollution, mais aussi par les incidents ou les accidents de transport maritime qui, bien qu'ils ne provoquent pas de libération de polluants, perturbent tout de même ce secteur d'activité trafic (p. ex. en causant des retards dans les ports). On a ensuite demandé aux personnes sondées de citer des caractéristiques de leur région qui aggraveraient les répercussions socioéconomiques d'une perturbation du transport maritime. Les réponses ont mis l'accent sur les particularités qui rendraient leur région plus vulnérable et celles qui feraient en sorte qu'une perturbation dans leur région aurait plus de risque d'avoir des effets étendus sur l'industrie du transport maritime au Canada, voire en Amérique du Nord (figure 4.2). Les réponses ont

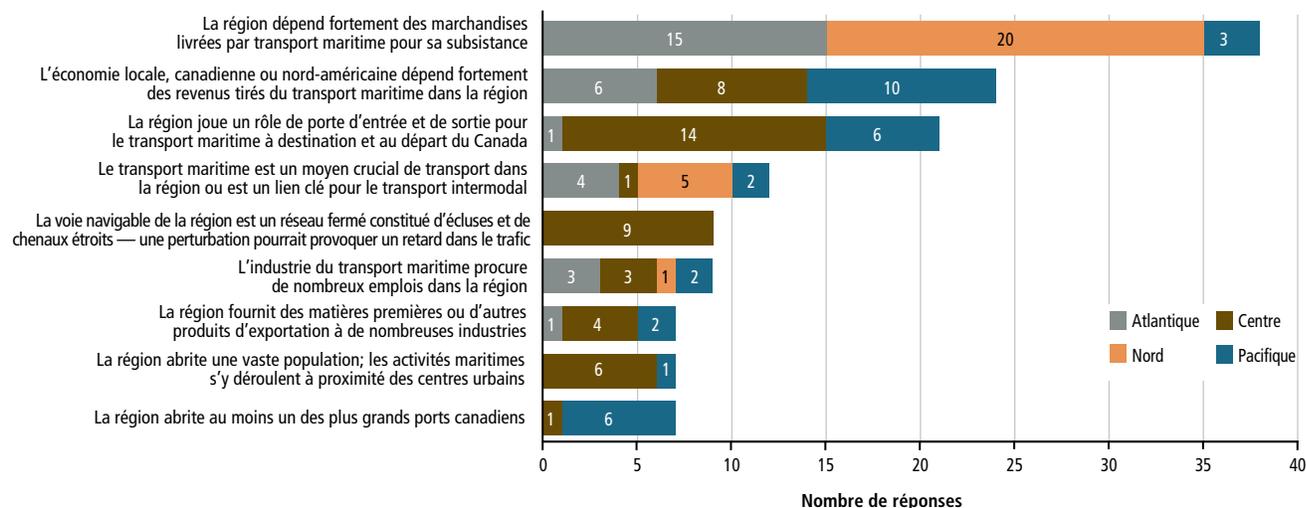


Figure 4.2

Caractéristiques qui accroîtraient l'ampleur des répercussions socioéconomiques d'une perturbation du transport maritime

Les répondants devaient indiquer les caractéristiques de la région de leur choix qui accroîtraient le plus l'ampleur des répercussions socioéconomiques de la perturbation du transport maritime. Les caractéristiques citées par au moins 7 répondants sont illustrées.

n=134 [Atlantique : n=30, Centre : n=46, Nord : n=26, Pacifique : n=32]

mis plusieurs différences régionales en lumière. L'Atlantique et le Nord du Canada seraient particulièrement vulnérables à la perturbation du transport maritime à cause de leur dépendance aux marchandises transportées par bateau pour leur sécurité alimentaire et du transport maritime comme mode essentiel de transport des personnes et des produits. Les répondants ont souligné que le Canada du Centre et du Pacifique sont des régions où le transport maritime est intense et qui possèdent de grands ports qui jouent un rôle de porte d'entrée et de sortie clé pour le transport maritime à destination et au départ du Canada, et donc génèrent des revenus pour l'économie canadienne. Les personnes interrogées des régions du Centre ont aussi attiré l'attention sur une particularité qui rend le Saint-Laurent plus vulnérable : sa voie navigable est un réseau fermé d'écluses et de chenaux étroits et donc, des retards de trafic peuvent s'y produire, même après une seule perturbation en un seul endroit.

4.3.2 Le Canada possède des protocoles d'intervention en cas de déversement d'hydrocarbure et des dispositions d'indemnisation bien développés, mais d'importantes lacunes subsistent

En cas de déversement de polluant, la vitesse et l'efficacité de l'intervention sont des critères cruciaux pour déterminer l'ampleur des répercussions. Tenant compte des risques posés par les déversements d'hydrocarbures, le Canada s'est doté d'un système d'intervention en cas de déversement bien développé, qui couvre les eaux côtières du sud du Canada.

Ce système repose sur un partenariat entre le gouvernement et l'industrie (TC, 2012b). Transports Canada régit le Régime canadien de préparation et d'intervention en cas de déversement d'hydrocarbures par des navires, qui comprend l'élaboration et la mise en application de règlements concernant les installations de manutention d'hydrocarbures et les organismes d'intervention (CESNC, 2013). Le Canada compte quatre agences privées d'intervention en cas de déversement d'hydrocarbure certifiées tous les trois ans par Transports Canada. Les navires qui transportent des hydrocarbures dans les eaux canadiennes doivent avoir conclu un contrat avec un de ces organismes, qui interviendra en leur nom en cas de déversement (quoique cela ne garantisse pas une intervention rapide dans les endroits éloignés). Les propriétaires de navires payent des frais annuels à leur organisme d'intervention, un arrangement qui respecte le principe du pollueur payeur (c.-à-d. que les pollueurs doivent payer pour les interventions et les coûts des dommages consécutifs aux déversements qu'ils ont causés) (BVG, 2010; TC, 2014b). La Garde côtière canadienne (GCC) est chargée de veiller à ce que les déversements aient déclenché une intervention appropriée (CESNC, 2013). Elle peut aussi intervenir sur place pour gérer un acte de pollution si le pollueur ne veut ou ne peut pas remplir ses obligations, si elle juge que l'intervention est inadéquate ou si la source du déversement est inconnue. Pour assumer ces rôles, la GCC dispose de 80 dépôts de matériel situés aux quatre coins du pays. Globalement, la marche suivie par le Canada face à la pollution d'hydrocarbure par un navire est considérée comme complète (CESNC, 2013). Cependant, le déversement

de pétrole causé en 2015 par le MS *Marathassa* dans la baie English à Vancouver a soulevé certaines préoccupations en ce qui concerne la rapidité de l'intervention, la clarté des rôles et les protocoles de communication (Butler, 2015). L'examen indépendant de l'intervention réalisé par Butler souligne que « la Garde côtière canadienne et ses partenaires interviennent rarement dans la réalité en raison de la rareté de déversements persistants d'hydrocarbures dans les eaux canadiennes » (Butler, 2015). Il recommande de déployer des efforts supplémentaires pour tester et améliorer le système d'intervention en cas de déversement, afin de s'assurer qu'il est efficace.

La situation dans l'Arctique et au Labrador est plus délicate (CESNC, 2014). La Garde côtière canadienne joue un rôle particulièrement actif dans la préparation et l'intervention en cas de déversement dans l'Arctique, en partie parce qu'il n'y a pas d'organisme d'intervention certifié au nord du 60^e parallèle (CESNC, 2014). Ses bâtiments qui naviguent dans l'Arctique transportent du matériel d'intervention en cas de pollution (GCC, 2011). Plus de 20 des dépôts de matériel de nettoyage de la GCC se trouvent dans l'Arctique. Cependant, en raison de la longueur du littoral canadien, le dépôt le plus près peut tout de même être éloigné du lieu d'un déversement, ce qui gêne la rapidité d'intervention. Pour cette raison, un de ces dépôts est conçu pour le transport aérien (CESNC, 2014). En 2013, le Canada a signé un traité légalement contraignant de collaboration avec sept autres pays de l'Arctique à l'amélioration de l'intervention face aux déversements d'hydrocarbures dans la région. Ce traité porte sur la surveillance, la formation, l'échange d'information et l'assistance en cas de déversement (EC, 2015a).

Les assureurs des compagnies de transport maritime qui ont vécu un déversement demandent fréquemment conseil à l'International Tanker Owners Pollution Federation Limited, qui peut fournir des observateurs pour étudier l'intervention et prêter assistance (ITOPF, s.d.). Bien que les parties responsables doivent être prêtes à faire face à un déversement, de nombreuses décisions concernant la stratégie d'intervention sont prises à mesure que le déversement se produit, afin de tenir compte des particularités de la situation.

Les personnes qui désirent être indemnisées pour les dommages causés par la pollution aux hydrocarbures peuvent déposer une demande contre le propriétaire du navire (GC, 2014b). Les polices d'assurance des propriétaires peuvent fournir des fonds requis en cas d'accident (encadré 4.1). Si le propriétaire est incapable de régler le montant au complet ou si le montant dépasse la limite de sa responsabilité (qui est basée sur le tonnage brut du navire), le demandeur peut demander une indemnisation auprès d'une autre source (GC, 2014b). Deux fonds internationaux et la Caisse d'indemnisation des dommages dus à la pollution par des hydrocarbures causée par les navires ont été créés à cet effet (GC, 2015).

Le Comité d'experts sur la sécurité des navires-citernes a cerné en 2013 un certain nombre d'actions qui pourraient être entreprises pour améliorer la préparation et l'intervention en cas de déversement d'hydrocarbure, comme identifier et atténuer les risques à l'échelle régionale, s'assurer que les pollueurs potentiels ont la capacité (par leur organisme d'intervention) de faire face au pire scénario de rejet, accroître la rapidité des interventions, étendre la planification des interventions pour qu'elle englobe les techniques dépassant les méthodes de rétablissement mécanique souvent inefficaces et garantir que l'industrie des pétroliers est responsable de l'entièreté des coûts des déversements qu'elle crée — sans responsabilité financière pour les Canadiens (CESNC, 2013).

Comparés aux hydrocarbures, bien moins de SNPD et de GNL sont transportés dans les eaux canadiennes. Cependant, le Comité d'experts sur la sécurité des navires-citernes a reconnu l'importance de mettre en place un système de préparation et d'intervention pour le transport de ces deux catégories de produits au Canada¹⁷. Comme il n'existe actuellement aucune exigence officielle, le Comité a reconnu qu'il faudrait du temps et des ressources pour mettre en œuvre un programme de SNPD mature (CESNC, 2014).

17 Le Comité d'experts sur la sécurité des navires-citernes a considéré que le GNL faisait partie des SNPD.

Encadré 4.1**L'assurance dans l'industrie du transport maritime**

Les sociétés de transport maritime détiennent plusieurs types d'assurances, dont une police sur *coque et machines* qui couvre les avaries au navire lui-même, une *assurance-collision*, une assurance *perte de loyer* qui couvre la perte de revenus découlant des avaries infligées au navire et une *protection et indemnisation mutuelle* (PIM) (Allianz, 2012). Cette dernière assurance couvre la responsabilité dépassant les répercussions matérielles d'une collision. Cela peut comprendre les coûts d'intervention face à un déversement de polluant, de nettoyage de l'épave ou liés à la responsabilité pour les membres d'équipage blessés ou la cargaison endommagée (bien que la cargaison elle-même soit

assurée par son propriétaire) (Allianz, 2012). Contrairement aux formes plus classiques d'assurance, la PIM est fournie mutuellement au sein de clubs dont les membres regroupent leurs risques. En raison de la nature de la couverture offerte, les demandes d'indemnisation en vertu de la PIM sont assurément les plus intéressantes en cas d'accident de grande envergure dont les répercussions dépassent le navire et son équipage. Le tableau 4.3 ci-dessous présente les demandes d'indemnisation au titre de la PIM déposées au Canada à la Shipowners' Mutual Protection & Indemnity Association entre 2007 et 2015; ils montrent que les montants réclamés étaient rarement élevés durant cette période.

Tableau 4.3

Frais de protection et d'indemnité et demandes de règlement au Canada (\$CA) (2007 à 2015)

Type	2007 (\$)	2008 (\$)	2009 (\$)	2010 (\$)	2011 (\$)	2012 (\$)	2013 (\$)	2014 (\$)	2015 (\$)	Toutes les années
Infraction aux règlements	0	0	0	20 774	0	0	0	0	0	20 774
Déversement d'hydrocarbure ou pollution	2 556	4 238	0	884 982	0	45 355	1 853	3 843	308 227	1 251 054
Avaries ou perte de navire	145 895	1 125 871	16 678	0	0	0	159 933	38 805	12 709	1 499 890
Total	148 451	1 130 109	16 678	905 756	0	45 355	161 785	42 647	320 936	2 771 717

Source de données : SMPIA, s.d.

Le tableau inclut les données concernant les navires immatriculés au Canada assurés par la Shipowners' Mutual Protection and Indemnity Association. Les petits montants correspondent aux frais facturés par les enquêteurs d'accidents (p. ex. honoraires professionnels, déplacement, hébergement) pour les incidents qui ne se sont pas traduits par des pertes.

4.3.3 Une combinaison de facteurs influence généralement les répercussions ultimes

De nombreux facteurs se conjuguent généralement pour causer un accident de transport maritime et la même chose est vraie pour les critères permettant de déterminer ses répercussions. Par exemple, plusieurs petits déversements se produisant dans une même région peuvent avoir des conséquences au moins aussi importantes que les conséquences d'un seul grand déversement. Une recherche réalisée à Terre-Neuve souligne les répercussions préjudiciables de la pollution chronique par les hydrocarbures sur les oiseaux marins et relève de forts taux de mortalité chez les individus mazoutés dans la région (Wiese et Ryan, 2003; Wiese *et al.*, 2004).

L'encadré 4.2 examine un accident particulier qui s'est déroulé à quai à St. Barbe, dans le nord-ouest de Terre-Neuve, en 1997. Ses répercussions ont été aggravées par l'inadéquation du plan d'intervention mis sur pied par l'exploitation du terminal, l'insuffisance de la formation et de l'équipement des pompiers locaux, l'endommagement de l'équipement de lutte contre les incendies de bord pendant l'accident et la lenteur de la réaction. Certains des règlements et des initiatives volontaires décrits au chapitre 2 ont conduit à des améliorations depuis.

Encadré 4.2

Facteurs influençant les répercussions : L'explosion et l'incendie du *PETROLAB*

Le 19 juillet 1997, l'équipage du *PETROLAB*, un navire-citerne de 41 mètres, lavait les citernes d'hydrocarbure du navire préalablement à un chargement de pétrole de chauffage alors que le bâtiment était à quai à St. Barbe, à Terre-Neuve. À environ 19 h 30, une explosion de vapeurs de pétrole accumulées se produisit dans l'entrepont, provoquant la mort de deux personnes et de graves blessures à deux autres membres d'équipage. L'accident fut aggravé par l'incendie qui se déclencha par la suite, ce qui illustre comment l'ampleur des répercussions peut être influencée par les événements qui surviennent après l'accident lui-même. Selon le BST (2013), « L'incendie qui s'en est suivi était limité aux magasins de l'entrepont, mais deux ou trois heures après l'explosion, la peinture de l'extérieur de la coque a pris feu et l'incendie s'est propagé aux pieux en bois imprégnés de créosote du quai ». L'incendie s'est poursuivi pendant 60 heures, durant lesquelles une partie de la ville de St. Barbe a été évacuée par peur qu'il se répande au parc de réservoirs de stockage à proximité. Finalement, en plus des décès et des blessures survenues à bord, tout le quai, la rampe d'accès du traversier et les canalisations furent détruits.

Durant son enquête, le Bureau de la sécurité des transports a découvert que, si le quai servait à la foi aux pétroliers et aux navires de transport de passagers, les pompiers volontaires locaux n'avaient ni la formation pour lutter contre les incendies

à bord des navires ni la mousse nécessaire pour combattre les feux d'hydrocarbures. Malgré ces lacunes, c'est sur eux que l'exploitant du terminal, Ultramar, comptait pour les urgences, comme le précisait son plan d'intervention. Plusieurs pompiers volontaires dépêchés sur les lieux furent réticents à combattre l'incendie avec de l'eau. Quant à l'équipement de lutte contre les incendies de bord, bien qu'il fût conforme aux exigences réglementaires, il était en grande partie inexploitable après que l'explosion eut mis hors fonction la génératrice de service du navire. Par conséquent, durant deux à trois heures, aucun effort ne fut entrepris pour combattre le feu, alors qu'il était confiné à l'entrepont. Il a fallu l'arrivée de la Garde côtière canadienne au matin du 20 juillet pour qu'une opération de lutte contre l'incendie de grande envergure soit lancée. À ce moment, le quai était en flammes et les amarres avaient complètement brûlé, laissant le navire dériver avant qu'il ne s'échoue dans le port.

Les répercussions auraient pu être plus graves. Un traversier avait partagé le quai avec le *PETROLAB* pendant 90 à 135 minutes le jour de l'explosion, alors que des passagers embarquaient et débarquaient en même temps que le navire-citerne effectuait des opérations dangereuses et que le terminal n'avait pris que des précautions minimales pour séparer les deux activités.

(BST, 2013)

4.4 CONCLUSION

Les répercussions environnementales possibles d'un déversement dépendent grandement de la nature et du volume de la cargaison, de l'environnement physique et social local, de l'époque de l'année, du lieu et de la capacité d'intervention. Les déversements maritimes peuvent poser de grosses difficultés aux intervenants à cause du volume de cargaison que les navires modernes transportent et des défis que représente l'exécution des opérations de nettoyage.

Les hydrocarbures sont l'élément primordial de la pollution maritime au Canada, à de nombreux égards : ce sont les polluants les plus souvent déversés dans les eaux canadiennes, ce sont les substances pour lesquelles les répercussions environnementales — et les conséquences sociales, culturelles, sanitaires et économiques — ont été le plus considérablement étudiées et documentées et les répercussions possibles d'un

déversement d'hydrocarbure sont très élevées. La plupart des répercussions signalées découlent de déversements de grande envergure, bien que les petits déversements qui surviennent bien plus souvent puissent avoir des répercussions chroniques cumulatives. Il existe des lacunes dans la compréhension du comportement et des conséquences des déversements d'hydrocarbures dans l'eau froide et dans l'eau douce. De plus, on en sait peu sur les autres types de cargaisons potentiellement dangereuses, comme les SNPD. D'autres genres de répercussions (socioéconomiques et sur la santé) ont moins fait l'objet d'analyse et ils ont plus de probabilité de dépendre des activités importantes pour l'économie ou pour la survie de la région (p. ex. la pêche commerciale au Canada de l'Atlantique et la pêche de subsistance dans le Nord). Globalement, il existe de nombreuses insuffisances dans les connaissances des répercussions possibles des déversements consécutifs aux accidents de transport maritime.

5

Conclusions

5 Conclusions

Les participants à l'atelier ont décidé d'analyser le risque dans le transport maritime en fonction de ses deux éléments fondamentaux : i) la probabilité qu'un accident survienne et ii) la gravité des répercussions environnementales, sociales, sanitaires et économiques. Dans les limites permises par les données et les recherches disponibles, ils ont évalué ces éléments pour différents types de cargaisons, étapes du transport maritime et régions du Canada. À partir du mandat qui leur a été confié, de leur expertise et de leur évaluation des données probantes, les participants à l'atelier ont formulé six constatations principales.

Les risques dans le transport maritime commercial sont atténués grâce à un vaste ensemble de règlements, de protocoles de sécurité et de pratiques et de technologies de navigation, qui ont rendu le transport plus sûr au cours des dernières décennies, au Canada comme partout dans le monde.

Le transport maritime commercial au Canada, comme tout autre mode de transport, n'est pas sans risques. Toutefois, on dispose aujourd'hui d'un important arsenal de règlements et de protocoles de sécurité et de pratiques supervisés par de nombreux organismes gouvernementaux et non gouvernementaux pour atténuer ces risques. Les normes de conception des navires, les programmes de formation des marins, l'inspection systématique des navires, les exigences d'assurance et les technologies avancées de navigation, par exemple, permettent de réduire la probabilité de survenue d'un accident. Les compagnies de transport maritime jouent aussi un rôle en renforçant leur culture de sécurité, ce qui peut aider l'industrie à obtenir un permis social. Ces avancées ont collectivement rendu le transport maritime commercial plus sûr au cours des dix dernières années, comme le prouve la tendance à la réduction du nombre d'accidents enregistrés.

Malgré les précautions prises, il est probable que des accidents continueront à se produire. Pourtant, comme le démontrent les données probantes, la plupart n'entraîneront probablement pas d'importantes répercussions. En fait, les échouements et les collisions peuvent endommager le navire, mais pas nécessairement mener à de graves conséquences sociales, économiques, sanitaires ou environnementales. De plus, les statistiques indiquent que la plupart des accidents maritimes se produisent dans les eaux confinées (zones portuaires, fleuves, canaux et écluses), où les régimes d'intervention en place assurent une réaction rapide.

Le transport maritime commercial fonctionne dans un environnement de risque complexe où divers facteurs se conjuguent pour augmenter ou réduire la probabilité d'un accident et la gravité de ses répercussions.

Pour qu'un accident de transport maritime commercial se produise et ait des répercussions importantes, plusieurs facteurs doivent être réunis, certains contrôlables — comme l'état du navire ou les pratiques de sécurité — d'autres moins — comme les courants forts ou les mauvaises conditions météorologiques. Ces facteurs entrent en jeu d'abord dans la probabilité qu'un accident ait lieu et ensuite, dans l'ampleur des répercussions de l'accident. Il est donc extrêmement complexe de caractériser les risques dans le transport maritime commercial. Pour tenir compte de cette complexité, les participants à l'atelier ont établi un cadre qui résume les nombreux facteurs définissant ces risques (figure 5.1).

Le cadre illustre l'éventail de facteurs qui augmentent ou réduisent la probabilité d'un accident et l'intensité de ses répercussions avant, pendant et après un incident ou un accident. Par exemple, il tient compte de l'importance des mesures de prévention des risques, dont les règlements de sécurité, les inspections et la formation, et des systèmes d'intervention contre la pollution. Il prend également en considération la rétroaction pouvant provenir des enquêtes, des rapports d'incident ou de la population, ou de la qualité de l'intervention après l'événement. Cette rétroaction peut entraîner l'amélioration des protocoles de sécurité ou influencer la perception de la population des risques du transport maritime et leur acceptation.

La nature des risques dans le transport maritime commercial varie selon la région en raison des différences de cargaison, de réglementation, de caractéristiques physiques du milieu maritime et d'utilisations économiques, sociales et culturelles des voies navigables et du littoral.

Les diverses régions font face à des profils de risque très différents en raison de la diversité des principaux types de cargaisons transportées, des politiques de prévention des risques, comme les moratoires ou les zones de pilotage, et des caractéristiques des voies navigables, telles que le niveau de sensibilité écologique ou le degré auquel elles sont restreintes. La diversité des contextes économiques, sociaux et culturels contribue encore aux différences des profils de risque entre les régions.

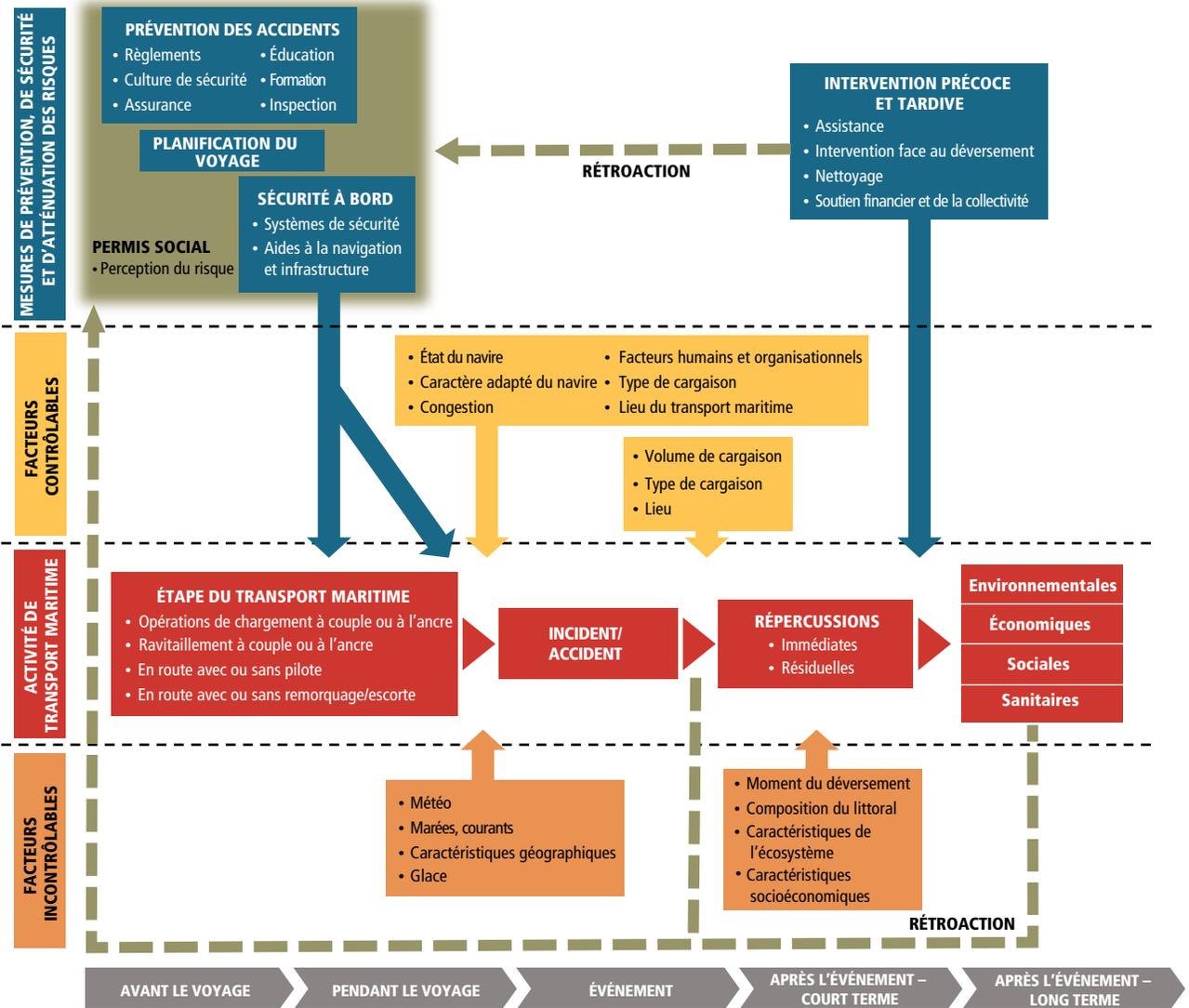


Figure 5.1

Résumé du cadre de caractérisation des risques d'accident dans le transport maritime

Le risque est déterminé par la probabilité qu'un événement néfaste se produise et par le type et l'ampleur des éventuelles répercussions, qui dépendent tous deux d'un éventail de facteurs, contrôlables et incontrôlables. Avant le voyage proprement dit, les mesures de prévention et d'atténuation (cases bleues), par exemple, sont essentielles pour réduire la probabilité d'un événement. Toutefois, quand un événement se produit, il peut survenir à une des diverses étapes du transport maritime (durant le pilotage à travers un port achalandé ou pendant le déchargement de la cargaison) et peut être de plusieurs types, comme un échouement ou une collision. La nature de l'événement, l'environnement physique et social dans lequel il se produit et la qualité et la rapidité de l'intervention façonnent le type et l'ampleur des répercussions immédiates et celles consécutives à l'intervention. Des exemples de facteurs contrôlables influençant la nature de l'événement et l'intensité des répercussions sont indiqués dans les cases jaunes; des exemples des facteurs incontrôlables ou seulement partiellement contrôlables sont mentionnés dans des cases orange. La figure tient aussi compte de la rétroaction qui influe sur l'obtention du permis social (case verte) : le niveau de satisfaction face aux mesures d'intervention et le type et l'ampleur des répercussions environnementales, économiques, sociales et sanitaires peut aussi faciliter ou gêner le soutien de la population ou l'acquisition du permis social.

Région du Pacifique

Bien que le Pacifique soit la région où le transport maritime est le plus intense, les taux d'accidents et la nature des cargaisons transportées, ainsi que les moratoires en vigueur, mènent à un profil de risque relativement faible en comparaison des autres régions. Cependant, son écologie et sa géographie maritime sensibles, son industrie touristique extrêmement dépendante des ressources maritimes et les répercussions possibles sur les moyens de subsistance des communautés des Premières Nations côtières accroissent les conséquences possibles d'un accident. Les expéditions de produits pétroliers par navires-citernes pourraient augmenter avec les projets de pipelines, qui hausseraient le niveau de risque dans la région. La perception qu'a le public des risques potentiels de déversements d'hydrocarbures et les discussions menées sur le sujet mettent lumière à quel point les populations touchées par les risques du transport maritime souhaitent jouer un plus grand rôle dans la définition des degrés d'acceptabilité et de tolérance dans certains ports et certaines régions.

Région du Centre

Des stratégies d'atténuation de grande ampleur des risques ont été mises en place dans le Saint-Laurent, dont des zones de pilotage obligatoire et un programme étendu d'inspection des navires. Malgré cela, le fleuve enregistre le plus grand nombre d'accidents de transport maritime commercial au Canada et le deuxième taux d'accidents en importance après le Nord du Canada. Cependant, les accidents dans cette région sont ceux qui ont le moins de probabilité de causer des décès ou des blessures graves, peut-être parce qu'il s'agit souvent d'événements mineurs, comme des heurts violents le long de canaux, dans lesquels les navires naviguent à basse vitesse. Les raisons de ces taux élevés ne sont pas claires et nécessitent des recherches supplémentaires. Les voies navigables restreintes et les courants, la densité du trafic et la glace sont parmi les éléments pouvant accroître la probabilité d'un accident dans la région du Centre. Les participants à l'atelier ont relevé qu'une des raisons pourrait aussi être les différences dans les pratiques de signalement. La proximité entre les grandes routes de transport maritime et les villes densément peuplées, les possibilités de perturbation économique et le fait que le Saint-Laurent et les Grands Lacs fournissent de l'eau potable à des millions de personnes augmenteraient l'ampleur des répercussions d'un accident majeur. L'intensification du transport de brut et d'autres produits pétroliers augmenterait le degré de risque dans la région.

Région de l'Atlantique

Les Maritimes et Terre-Neuve-et-Labrador ont un profil de risque semblable. La région dans son ensemble expédie plus de pétrole brut que toute autre région du Canada. Les difficiles conditions météorologiques et la présence de glace augmentent la probabilité d'un accident, mais

globalement, les taux d'accidents y sont relativement faibles. Néanmoins, la dépendance de la région à la pêche (y compris à l'aquaculture) et au tourisme aggraverait les répercussions sociales et économiques d'un important accident.

Nord du Canada

Bien que la densité de trafic soit faible dans cette région, de multiples facteurs y sont susceptibles de conduire à un accident de transport maritime, comme l'inadéquation des aides à la navigation et les infrastructures portuaires, les déficiences cartographiques, la glace et les difficiles conditions météorologiques. C'est probablement ce qui explique pourquoi l'Arctique affiche un nombre disproportionné d'accidents par rapport à la quantité de navires qui y circulent. Il y a un vaste consensus sur la sensibilité de l'environnement et sur la gravité potentielle des répercussions au cas où un acte de pollution se produirait. De plus, l'éloignement de l'Arctique peut nuire aux interventions et en l'absence d'organisme spécialisé dans les interventions en cas de déversement, les conséquences possibles sont élevées. Les risques du transport maritime dans l'Arctique augmenteraient probablement si le trafic s'intensifie.

Les risques posés par les déversements majeurs d'hydrocarbures sont importants et bien documentés et ils soulignent comment les conséquences environnementales peuvent avoir des incidences sociales, économiques et sur la santé.

Les risques posés par les déversements d'hydrocarbures dans l'eau sont relativement bien connus. Une série de déversements importants d'hydrocarbures survenus à l'extérieur du Canada, dont celui de l'*Exxon Valdez*, ont rendu possibles des recherches à grande échelle dans ce domaine. Les répercussions initiales peuvent inclure la mort des oiseaux et des mammifères marins mazoutés, la contamination d'un éventail d'espèces marines et des dommages à la végétation côtière. La recherche démontre comment les répercussions environnementales d'un déversement d'hydrocarbure peuvent entraîner des conséquences sociales et culturelles à cause de la perturbation de la collectivité et de la contamination des aliments de subsistance, l'altération de la santé des préposés au nettoyage et des personnes situées au voisinage immédiat du déversement, ainsi que des conséquences économiques en raison de l'interruption du tourisme et de la pêche commerciale. Un déversement de bitume dilué peut poser des défis environnementaux particuliers, car les composants du pétrole lourd coulent.

L'intervention face à un déversement d'hydrocarbure influence les répercussions du déversement. Le régime canadien d'intervention en cas de déversement d'hydrocarbures comprend des initiatives de l'industrie, des règlements gouvernementaux et la supervision des

protocoles d'intervention par le gouvernement. Ce régime inclut également des dispositions concernant le nettoyage, l'assurance et l'indemnisation. Cependant, comme l'a relevé le Comité d'experts sur la sécurité des navires-citernes, il comporte des lacunes. Les organismes d'intervention sont certifiés pour répondre aux déversements au sud du 60^e parallèle, mais la capacité d'intervention dans le Nord du Canada est limitée par l'éloignement et le manque d'organismes d'intervention.

De meilleures données sur le transport maritime sont nécessaires pour mieux connaître et mieux mesurer la probabilité d'incidents et d'accidents pour différents types de cargaisons, étapes du transport maritime et types de répercussions.

La caractérisation et la mesure de la probabilité d'accidents et d'incidents de transport maritime commercial reposent sur la disponibilité de données précises et complètes sur ces événements, dont les décès et les libérations de cargaison qui en résultent. Les données canadiennes sur les incidents et les accidents sont exhaustives et généralement appréciées. Bien qu'il puisse y avoir des insuffisances dans ce domaine, les données probantes portent à croire que l'efficacité du signalement des incidents et accidents au Canada est supérieure à ce qu'elle est dans d'autres pays. Cependant, ces données ne comprennent pas d'information sur la cause et ne permettent pas de caractériser les risques selon l'étape du transport maritime.

Contrairement aux données sur les incidents et les accidents, les données canadiennes sur les déversements laissent à désirer. Elles proviennent de diverses sources, comme la Garde côtière canadienne, les organismes d'intervention en cas de déversement et le secteur des assurances, et chaque entité recueille des renseignements différents, sans cohérence dans la catégorisation utilisée, ce qui rend difficile l'harmonisation entre les ensembles de données. De plus, comme l'a relevé le vérificateur général, la base de données de la Garde côtière canadienne est incomplète et de qualité douteuse. À cause de ces défauts, les données ne permettent pas de bien comprendre les actes de pollution dans les eaux canadiennes. Un dépôt de données unique qui regrouperait les causes, les types et les répercussions (y compris les catégories et les volumes de polluants déversés, les blessures et les décès) des incidents et des accidents de transport maritime permettrait de mieux caractériser les risques, tout comme le permettrait la mise à jour continue des statistiques sur le trafic de transport maritime, que Statistique Canada a publié pour la dernière fois en 2011.

De nouvelles recherches permettraient de combler les insuffisances de compréhension du contexte de risque du Canada, en particulier en ce qui concerne les répercussions des déversements de SNPD et de bitume dilué, dans l'eau douce et dans l'eau froide et du système à organismes multiples qui supervise la sécurité maritime au Canada.

Il est difficile de comprendre les risques des déversements de SNPD en raison de la diversité de ces substances et de leur comportement quand elles sont libérées dans l'eau. L'expérience passée laisse penser que la probabilité d'un déversement de SNPD est faible, mais les répercussions possibles d'un déversement de certaines SNPD (p. ex. les pesticides) sont graves. Le Canada ne possède pas actuellement de plan complet d'intervention en cas de déversement de SNPD. Des études plus approfondies sont nécessaires pour mieux connaître les risques présentés par ces substances et pour établir des régimes de préparation et d'intervention appropriés. Les recherches sur les répercussions des déversements d'hydrocarbures sont souvent lancées de façon opportune sur le site d'un déversement existant. Par conséquent, la plupart d'entre elles ciblent les déversements dans l'eau salée et en milieu tempéré; elles sont moins nombreuses à porter sur les répercussions des déversements d'hydrocarbures dans l'eau douce ou dans les milieux arctiques et subarctiques. De plus, l'expérience des déversements de bitume dilué est très limitée. Les recherches sur le comportement de ce produit dans l'eau et sur les techniques d'atténuation et d'intervention appropriées permettraient de mieux saisir les risques associés.

Il y a aussi des lacunes dans la compréhension des risques sociaux, économiques et sanitaires découlant directement des accidents majeurs de transport maritime, comme la perturbation des chaînes d'approvisionnement industrielles qui dépendent du transport maritime. On en saura plus sur ces répercussions quand le comité d'experts du CAC aura terminé son évaluation de la valeur sociale et économique du transport maritime commercial au Canada, également commandée par Clear Seas — Centre de transport maritime responsable, et qui devrait être publiée en 2017.

Tenant compte du nombre d'organismes et d'autorités compétentes différents qui assurent la sécurité du transport maritime, les participants à l'atelier ont souligné l'importance que les parties prenantes comprennent bien leurs rôles et responsabilités respectifs afin d'éviter les risques causés par la confusion réglementaire avant les accidents ou au moment où ils se déroulent. D'autres recherches sur les divers acteurs de la sécurité maritime aideraient à clarifier les domaines possibles de chevauchement et les lacunes dans ces rôles et responsabilités.

Références

Références

- AAPA, 2015 – American Association of Port Authorities. NAFTA Region Port Container Traffic Profile 2014. Adresse : <http://aapa.files.cms-plus.com/Statistics/NAFTA%20REGION%20PORT%20CONTAINER%20TRAFFIC%20PROFILE%202014.pdf> (dernière consultation : août 2015).
- ABS, 2014 – AMERICAN BUREAU OF SHIPPING. *Guidance Notes on the Investigation of Marine Incidents*, Houston, TX, ABS.
- AIMS, 2013 – ASSOCIATION INTERNATIONALE DE SIGNALISATION MARITIME. *IALA Guideline 1018 on Risk Management. Edition 3*, Saint-Germain-en-Laye, France, AISM.
- Alexander et Webb, 1985 – ALEXANDER, S.K. et WEBB, J.W. *Seasonal response of Spartina alterniflora to oil*, communication présentée dans le cadre du 1985 Oil Spill Conference, Los Angeles, CA.
- Alliance verte, 2014 – ALLIANCE VERTE. À propos. Adresse : <http://allianceverte.org/a-propos/> (dernière consultation : mars 2015).
- Allianz, 2012 – ALLIANZ GLOBAL CORPORATE & SPECIALTY. *Safety and Shipping 1912–2012: From Titanic to Costa Concordia*, Munich, Allemagne, Allianz.
- Allianz, 2015 – ALLIANZ GLOBAL CORPORATE & SPECIALTY. *Safety and Shipping Review 2015*, Munich, Allemagne, Allianz.
- AMUSE, 2002 – ASSOCIATION OF MARINE UNDERWRITERS OF SAN FRANCISCO INC. *Glossary of Marine Insurance and Shipping Terms*, San Francisco, CA, AMUSEF.
- Anbring et Grundevik, 2012 – ANBRING, A. et GRUNDEVIK, P. *How Pilotage Contributes to Maritime Safety. Deliverable No. D WP6 5 02*, Stockholm, Suède, EfficienSea.
- Bailey *et al.*, 2011 – BAILEY, S. A., M. G. DENEAU, L. JEAN, C. J. WILEY, B. LEUNG et H. J. MACISAAC. « Evaluating efficacy of an environmental policy to prevent biological invasions », *Environmental Science & Technology*, vol. 45, n°7, p. 2554-2561.
- BC Chamber of Shipping, 2007 – CHAMBER OF SHIPPING OF BRITISH COLUMBIA. *2005–2006 BC Ocean-Going Vessel Emissions Inventory*, Vancouver, BC, BC Chamber of Shipping.
- Becklumb, 2013 – BECKLUMB, P. *La réglementation environnementale : compétences fédérales et provinciales. Publication n° 2013-86-F*, Ottawa, ON, Bibliothèque du Parlement.
- Berg, 2013 – BERG, H. P. « Human factors and safety culture in maritime safety (revised) », *TransNav. International Journal on Marine Navigation and Safety of Sea Transportation*, vol. 7, n°3, p. 343-352.
- Bernhofen *et al.*, 2016 – BERNHOFEN, D. M., Z. EL-SAHLI et R. KNELLER. « Estimating the effects of the container revolution on world trade », *Journal of International Economics*, vol. 98, p. 36-50.
- BIMCO, 2015 – BALTIC AND INTERNATIONAL MARITIME COUNCIL. *Ballast Water Management*. Adresse : https://www.bimco.org/About/Viewpoint/02_Ballast_Water_Management.aspx (dernière consultation : mars 2016).
- biodivcanada.ca, 2014 – BIODIVCANADA.CA. *Enquête canadienne sur la nature 2012 : connaissances, participation et dépenses liées aux activités récréatives, de conservation et de subsistance axées sur la nature*, Ottawa, ON, Conseils canadiens des ministres des ressources.
- Bloor *et al.*, 2013 – BLOOR, M., H. SAMPSON, S. BAKER, D. WALTERS, K. DAHLGREN, E. WADSWORTH et P. JAMES. « Room for manoeuvre? Regulatory compliance in the global shipping industry », *Social & Legal Studies*, vol. 22, n°2, p. 171-189.
- Brodie, 2013 – BRODIE, P. *Dictionary of Shipping Terms*. 6^e éd. Oxon, Royaume-Uni, Informa Law from Routledge.
- BST, 1995 – BUREAU DE LA SÉCURITÉ DES TRANSPORTS DU CANADA. *Étude de sécurité portant sur les rapports de travail entre les capitaines et officiers de quart, et les pilotes de navire — Rapport numéro SM9501*, Ottawa, ON, BST.
- BST, 2008 – BUREAU DE LA SÉCURITÉ DES TRANSPORTS DU CANADA. *Sommaire statistique des événements maritimes 2007*, Gatineau, QC, BST.
- BST, 2012 – BUREAU DE LA SÉCURITÉ DES TRANSPORTS DU CANADA. *Rapport d'enquête maritime M10H0006 : Échouement — du navire à passagers Clipper Adventurer dans la Golfe Coronation (Nunavut)*, Gatineau, QC, BST.
- BST, 2013 – BUREAU DE LA SÉCURITÉ DES TRANSPORTS DU CANADA. *Rapport d'enquête maritime M97N0099 : Explosion et incendie à bord de Du pétrolier « PÉTROLAB » et destruction du quai de l'État à St. Barbe (Terre-Neuve), le 19 juillet 1997*. Gatineau (QC) : BST
- BST, 2014a – BUREAU DE LA SÉCURITÉ DES TRANSPORTS DU CANADA. *Rapport d'enquête maritime M12H0012 : Échouement — Pétrolier Nanny, Chesterfield Narrows (Nunavut)*, Gatineau, QC, BST.
- BST, 2014b – BUREAU DE LA SÉCURITÉ DES TRANSPORTS DU CANADA. *Sommaire statistique des événements maritimes 2013*, Gatineau, QC, BST.
- BST, 2015a – BUREAU DE LA SÉCURITÉ DES TRANSPORTS DU CANADA. *Sommaire statistique des événements maritimes 2014*, Gatineau, QC, BST.
- BST, 2015b – BUREAU DE LA SÉCURITÉ DES TRANSPORTS DU CANADA. *Rapports d'enquête maritime*. Adresse : <http://www.tsb.gc.ca/fra/rapports-reports/marine/index.asp> (dernière consultation : février 2016).

- BST, 2015c – BUREAU DE LA SÉCURITÉ DES TRANSPORTS DU CANADA. *Sommaire statistiques des événements maritimes 2014*. Adresse : http://publications.gc.ca/collections/collection_2015/bst-tsb/TU1-1-2014-fra.pdf (dernière consultation : janvier 2016).
- BST, s.d. – BUREAU DE LA SÉCURITÉ DES TRANSPORTS DU CANADA. *Rapport d'enquête sur accident maritime M90M4020 : Le B.P. «NORTHERN OSPREY» a coulé*, Gatineau, QC, BST.
- Butler, 2015 – BUTLER, J. *Examen indépendant du déversement d'hydrocarbures du M/V Marathassa - Opération d'intervention environnementale*, Ottawa, ON, Garde côtière canadienne.
- BVG, 2002 – BUREAU DU VÉRIFICATEUR GÉNÉRAL DU CANADA. « Chapitre 4 — Les espèces envahissantes », dans, *2002 octobre — Rapport de la commissaire à l'environnement et au développement durable*, Ottawa, ON, BVG.
- BVG, 2010 – BUREAU DU VÉRIFICATEUR GÉNÉRAL DU CANADA. « Chapitre 1 — Les déversements de pétrole provenant de navires », dans, *Rapport du commissaire à l'environnement et au développement durable à la Chambre des communes*, Ottawa, ON, BVG.
- Cabinet du premier ministre, 2015 – CABINET DU PREMIER MINISTRE. *Lettre de mandat du ministre des Transports*. Adresse : <http://pm.gc.ca/fra/lettre-de-mandat-du-ministre-des-transport> (dernière consultation : décembre 2015).
- CBC News, 2015a – CBC NEWS. *Crude Oil Tanker Ban for B.C.'s North Coast Ordered by Trudeau*. Adresse : <http://www.cbc.ca/news/canada/british-columbia/crude-oil-tanker-traffic-moratorium-bc-north-coast-1.3318086> (dernière consultation : décembre 2015).
- CBC News, 2015b – CBC NEWS. *Shipping Containers Fall into Halifax Harbour, 1 Retrieved so Far*. Adresse : <http://www.cbc.ca/news/canada/nova-scotia/shipping-containers-harbour-1.3304839> (dernière consultation : décembre 2015).
- CBC News, 2015c – CBC NEWS. *Oil from Enbridge's Line 9B Begins Pumping into Montreal*. Adresse : <http://www.cbc.ca/news/canada/montreal/enbridge-line-9-reversal-alberta-montreal-1.3360848> (dernière consultation : février 2016).
- Celik et Cebi, 2009 – CELIK, M. et S. CEBI. « Analytical HFACS for investigating human errors in shipping accidents », *Accident Analysis & Prevention*, vol. 41, n°1, p. 66-75.
- CESNC, 2013 – COMITÉ D'EXPERTS SUR LA SÉCURITÉ DES NAVIRES-CITERNES. *Un examen du Régime canadien de préparation et d'intervention en cas de déversements d'hydrocarbures par des navires – Mettre le cap sur l'avenir*, Ottawa, ON, Transports Canada.
- CESNC, 2014 – COMITÉ D'EXPERTS SUR LA SÉCURITÉ DES NAVIRES-CITERNES. *Un examen du Régime canadien de préparation et d'intervention en cas de déversements par des navires – Mettre le cap sur l'avenir, Phase II – Exigences s'appliquant à l'Arctique et aux substances nocives et potentiellement dangereuses à l'échelle nationale*, Ottawa, ON, Transports Canada.
- CFN, s.d. – COASTAL FIRST NATIONS. *Anti-Oil Tanker Campaign*. Adresse : <http://coastalfirstnations.ca/programs/antioiltankercampaign> (dernière consultation : février 2016).
- Chang *et al.*, 2014 – CHANG, S. E., J. STONE, K. DEMES et M. PISCITELLI. « Consequences of oil spills: A review and framework for informing planning », *Ecology and Society*, vol. 19, n°2, p. 26.
- Chapman et Price, 2011 – CHAPMAN, N. R. et A. PRICE. « Low frequency deep ocean ambient noise trend in the Northeast Pacific Ocean », *The Journal of the Acoustical Society of America*, vol. 129, n°5, p. EL161-EL165.
- Chatzinikolaou *et al.*, 2015 – CHATZINIKOLAOU, S. D., S. D. OIKONOMOU et N. P. VENTIKOS. « Health externalities of ship air pollution at port – Piraeus port case study », *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, vol. 40, p. 155-165.
- Chauvin, 2011 – CHAUVIN, C. « Human factors and maritime safety », *The Journal of Navigation*, vol. 64, n°4, p. 625-632.
- Chauvin *et al.*, 2013 – CHAUVIN, C., S. LARDJANE, G. MOREL, J.-P. CLOSTERMANN et B. LANGARD. « Human and organisational factors in maritime accidents: Analysis of collisions at sea using the HFACS », *Accident Analysis & Prevention*, vol. 59, p. 26-37.
- Clear Seas, 2015 – CLEAR SEAS. *Centre de transport maritime responsable Clear Seas*. Adresse : <http://clearseas.org/> (dernière consultation : février 2016).
- Cohen, 1993 – COHEN, M. J. « Economic impact of an environmental accident: A time-series analysis of the Exxon Valdez oil spill in southcentral Alaska », *Sociological Spectrum*, vol. 13, n°1, p. 35-63.
- Committee on the Effects of Diluted Bitumen on the Environment, 2016 – COMMITTEE ON THE EFFECTS OF DILUTED BITUMEN ON THE ENVIRONMENT. *Spills of Diluted Bitumen from Pipelines: A Comparative Study of Environmental Fate, Effects, and Response*, Washington, DC, National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine.
- Connelly *et al.*, 2007 – CONNELLY, N. A., C. R. O'NEIL JR., B. A. KNUTH et T. L. BROWN. « Economic impacts of zebra mussels on drinking water treatment and electric power generation facilities », *Environmental Management*, vol. 40, p. 105-112.

- Conseil de l'Arctique, 2009 – CONSEIL DE L'ARCTIQUE. *Arctic Marine Shipping Assessment 2009 Report*, Tromsø, Norvège, Conseil de l'Arctique.
- Cressey, 2014 – CRESSEY, D. *Nature News: Polar Code Protects Ships and Species in Icy Waters*. Adresse : <http://www.nature.com/news/polar-code-protects-ships-and-species-in-icy-waters-1.16402> (dernière consultation : février 2015).
- CSA, s.d. – CANADIAN SHIPOWNERS ASSOCIATION. *Ballast Water Regulations*. Adresse : <http://www.shipowners.ca/ballast.html> (dernière consultation : mars 2016).
- Dawson *et al.*, 2014 – DAWSON, J., M. JOHNSTON et E. J. STEWART. « Governance of Arctic expedition cruise ships in a time of rapid environmental and economic change », *Ocean & Coastal Management*, vol. 89, p. 88-99.
- Devanney, 2009 – DEVANNEY, J. *Uses and Abuses of Ship Casualty Data*, Tavernier, FL, The Center for Tankship Excellence.
- DNV, 2011 – DET NORSKE VERITAS. *Final Report: Assessment of the Risk of Pollution from Marine Oil Spills in Australian Ports and Waters*, Londres, Royaume-Uni, Australian Maritime Safety Authority.
- Douglas *et al.*, 2008 – DOUGLAS, A. B., J. CALAMBOKIDIS, S. RAVERTY, S. J. JEFFRIES, D. M. LAMBOURN et S. A. NORMAN. « Incidence of ship strikes of large whales in Washington State », *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, vol. 88, n°6, p. 1121-1132.
- EC, 2013 – ENVIRONNEMENT CANADA. *Faits intéressants des Grands Lacs*. Adresse : <https://www.ec.gc.ca/grandslacs-greatlakes/default.asp?lang=Fr&n=B4E65F6F-1> (dernière consultation : décembre 2015).
- EC, 2015a – ENVIRONNEMENT CANADA. *Recueil des engagements du Canada aux accords internationaux sur l'environnement : Accord sur l'environnement entre le Canada et la République du Pérou*, Gatineau, QC, EC.
- EC, 2015b – ENVIRONNEMENT ET CHANGEMENT CLIMATIQUE CANADA. *Convention internationale pour le contrôle et la gestion des eaux de ballast et sédiments des navires*. Adresse : <http://ec.gc.ca/international/default.asp?lang=Fr&n=0B32F4191> (dernière consultation : mars 2016).
- Editorial Board, 2015 – GLOBE AND MAIL EDITORIAL BOARD. « The English Bay Oil Spill Was a Warning on the Risks of Major Tankers ». *The Globe and Mail* (26 avril).
- Ellis *et al.*, 2010 – ELLIS, N., M. BLOOR et H. SAMPSON. « Patterns of seafarer injuries », *Maritime Policy & Management*, vol. 37, n°2, p. 121-128.
- EMSA, 2014 – EUROPEAN MARITIME SAFETY AGENCY. *Annual Overview of Marine Casualties and Incidents 2014*, Lisbonne, Portugal, EMSA.
- EPA, 2010 – UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. *Designation of North American Emission Control Area to Reduce Emissions from Ships*, Ann Arbor, MI, EPA.
- EPA, 2015 – UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. *Black Carbon: Basic Information*. Adresse : <http://www3.epa.gov/blackcarbon/basic.html> (dernière consultation : décembre 2015).
- EVOSTC, s.d. – EXXON VALDEZ OIL SPILL TRUSTEE COUNCIL. *Pacific Herring*. Adresse : <http://www.evostc.state.ak.us/index.cfm?FA=status.herring> (dernière consultation : janvier 2016).
- Faure, 2014 – FAURE, M. G. « The complementary roles of liability, regulation and insurance in safety management: Theory and practice », *Journal of Risk Research*, vol. 17, n°6, p. 689-707.
- Fingas, 2015 – FINGAS, M. « Vegetable Oil Spills: Oil Properties and Behavior », dans, Fingas, M. (réd.), *Handbook of Oil Spill Science and Technology, First Edition*, Hoboken, NJ, John Wiley & Sons, Inc.
- Fitzpatrick *et al.*, 2015 – FITZPATRICK, F.A., BOUFADEL, M.C., JOHNSON, R., LEE, K., GRAAN, T.P., BEJARANO, A.C., ... HASSAN, J.S. *Oil-Particle Interactions and Submergence from Crude Oil Spills in Marine and Freshwater Environments: Review of the Science and Future Science Needs*, Reston, VA, U.S. Geological Survey.
- Frey et Cissna, 2009 – FREY, L R. et CISSNA, K. N. (réd.). *Routledge Handbook of Applied Communication Research*. New York, NY, Routledge.
- Garrott *et al.*, 1993 – GARROTT, R. A., L. L. EBERHARDT et D. M. BURN. « Mortality of sea otters in Prince William Sound following the Exxon Valdez oil spill », *Marine Mammal Science*, vol. 9, n°4, p. 343-359.
- GC, 2011 – GOUVERNEMENT DU CANADA. *Règlement sur le contrôle et la gestion de l'eau de ballast (DORS/2011-237)*, Ottawa, ON, GC.
- GC, 2014a – GOUVERNEMENT DU CANADA. *Règlement sur le Bureau de la sécurité des transports (DORS/2014-37)*, Ottawa, ON, GC.
- GC, 2014b – GOUVERNEMENT DU CANADA. *Caisse d'indemnisation des dommages dus à la pollution par les hydrocarbures causée par les navires : Le régime canadien d'indemnisation*. Adresse : <http://www.ssopfund.ca/fr/conventions-internationales/le-r%C3%A9gime-canadien-d'indemnisation> (dernière consultation : août 2015).
- GC, 2014c – GOUVERNEMENT DU CANADA. *Loi sur la prévention de la pollution des eaux arctiques (L.R.C. (1985), ch. A-12)*, Ottawa, ON, GC.
- GC, 2015 – GOUVERNEMENT DU CANADA. *Limites de responsabilité et d'indemnisation*. Adresse : <http://sopf.gc.ca/fr/conventions-internationales/limites-de-responsabilit%C3%A9-et-d'indemnisation> (dernière consultation : février 2016).

- GCB, 2016 – GOUVERNEMENT DE LA COLOMBIE-BRITANNIQUE. *Government of British Columbia's Final Argument to the National Energy Board*, Victoria, BC, GCB.
- GCB, s.d. – GOUVERNEMENT DE LA COLOMBIE-BRITANNIQUE. *Explore B.C.'s LNG Projects*. Adresse : <https://engage.gov.bc.ca/Inginbc/lng-projects/> (dernière consultation : février 2016).
- GCC, 2008 – GARDE CÔTIÈRE CANADIENNE. *Garde côtière canadienne: Un aperçu*, Ottawa, ON, GCC.
- GCC, 2011 – GARDE CÔTIÈRE CANADIENNE. *Garde côtière canadienne. Intervention environnementale. Plan d'urgence pour les déversements en mer. Chapitre national*, Ottawa, ON, GCC.
- GCC, 2015 – GARDE CÔTIÈRE CANADIENNE. *Services de communication et de trafic maritimes SCTM*. Adresse : <http://www.ccg-gcc.gc.ca/Communications-Marines/Accueil> (dernière consultation : août 2015).
- GLMTF, 2016 – GREAT LAKES MARITIME TASK FORCE. *Great Lakes Maritime Task Force 2015 Annual Report*, Toledo, OH, GLMTF.
- GlobalSecurity, 2011 – GLOBALSECURITY. *Bulk Cargo Carrier*. Adresse : <http://www.globalsecurity.org/military/systems/ship/bulk.htm> (dernière consultation : août 2015).
- Gorman *et al.*, 1991 – GORMAN, R. W., S. P. BERARDINELLI et T. R. H. BENDER. *HETA 89-200 & 89-273-2111. Exxon/Valdez Alaska Oil Spill. Health Hazard Evaluation Report*, Cincinnati, OH, National Institute for Occupational Safety and Health.
- Häkkinen et Posti, 2014 – HÄKKINEN, J. M. et A. I. POSTI. « Review of maritime accidents involving chemicals — Special focus on the Baltic Sea », *TransNav. International Journal on Marine Navigation and Safety of Sea Transportation*, vol. 8, n°2, p. 295-305.
- Harold *et al.*, 2014 – HAROLD, P. D., A. S. DE SOUZA, P. LOUCHAR, D. RUSSELL et H. BRUNT. « Development of a risk-based prioritisation methodology to inform public health emergency planning and preparedness in case of accidental spill at sea of hazardous and noxious substances (HNS) », *Environment International*, vol. 72, p. 157-163.
- Hassel *et al.*, 2011 – HASSEL, M., B. E. ASBJØRNSLETT et L. P. HOLE. « Underreporting of maritime accidents to vessel accident databases », *Accident Analysis & Prevention*, vol. 43, n°6, p. 2053-2063.
- Hecky *et al.*, 2004 – HECKY, R. E., R. E. H. SMITH, D. R. BARTON, S. J. GUILDFORD, W. D. TAYLOR, M. N. CHARLTON et T. HOWELL. « The nearshore phosphorus shunt: A consequence of ecosystem engineering by dreissenids in the Laurentian Great Lakes », *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, vol. 61, n°7, p. 1285-1293.
- Higgins et Vander Zanden, 2010 – HIGGINS, S. N. et M. J. VANDER ZANDEN. « What a difference a species makes: A meta-analysis of dreissenid mussel impacts on freshwater ecosystems », *Ecological Monographs*, vol. 80, n°2, p. 179-196.
- Hightower *et al.*, 2004 – HIGHTOWER, M., GRITZO, L., LUKETA-HANLIN, A., COVAN, J., TIESZEN, S., WELLMAN, G., ... RAGLAND, D. *Guidance on Risk Analysis and Safety Implications of a Large Liquefied Natural Gas (LNG) Spill Over Water*, Albuquerque, NM et Livermore, CA, Sandia National Laboratories.
- Hostettler *et al.*, 2004 – HOSTETTLER, F. D., R. J. ROSENBAUER, T. D. LORENSEN et J. DOUGHERTY. « Geochemical characterization of tarballs on beaches along the California coast. Part I — Shallow seepage impacting the Santa Barbara Channel Islands, Santa Cruz, Santa Rosa and San Miguel », *Organic Geochemistry*, vol. 35, n°6, p. 725-746.
- House, 2013 – HOUSE, E. J. « Fractured fairytales: The failed social license for unconventional oil and gas development », *Wyoming Law Review*, vol. 13, n°1, p. 5-67.
- Huijer, 2005 – HUIJER, K. *Trends in Oil Spills from Tanker Ships 1995-2004*, Londres, Royaume-Uni, ITOPE.
- IACS, 2011 – INTERNATIONAL ASSOCIATION OF CLASSIFICATION SOCIETIES. *Classification Societies — Their Key Role*, Londres, Royaume-Uni, IACS.
- ICCT, 2007 – THE INTERNATIONAL COUNCIL ON CLEAN TRANSPORTATION. *Air Pollution and Greenhouse Gas Emissions from Ocean-Going Ships: Impacts, Mitigation Options and Opportunities for Managing Growth*, Washington, DC, ICCT.
- Incardona *et al.*, 2015 – INCARDONA, J. P., M. G. CARLS, L. HOLLAND, T. L. LINBO, D. H. BALDWIN, M. S. MYERS, ... N. L. SCHOLZ. « Very low embryonic crude oil exposures cause lasting cardiac defects in salmon and herring », *Scientific Reports*, vol. 5, p. 13499.
- Inquiron, 2013 – INQUIRON. *Mapsdata*. Adresse : <http://www.mapsdata.co.uk/> (dernière consultation : août 2015).
- Ircha, 2012 – IRCHA, M. *Social License for Ports*, communication présentée dans le cadre du Sustainable Transportation: Economic, Social and Environmental Perspectives, Calgary, AB.
- ISF, s.d. – INTERNATIONAL SHIPPING FEDERATION. *Safety Culture*, Londres, Royaume-Uni, ISF.
- ITOPF, 2015 – INTERNATIONAL TANKER OWNERS POLLUTION FEDERATION LTD. *Oil Tanker Spill Statistics 2014*, Londres, Royaume-Uni, ITOPE.
- ITOPF, s.d. – INTERNATIONAL TANKER OWNERS POLLUTION FEDERATION LTD. *Spill Response*. Adresse : <http://www.itopf.com/in-action/key-services/spill-response/> (dernière consultation : janvier 2016).

- Iverson et Esler, 2010 – IVERSON, S. A. et D. ESLER. « Harlequin duck population injury and recovery dynamics following the 1989 Exxon Valdez oil spill », *Ecological Applications*, vol. 20, n°7, p. 1993-2006.
- Jasny *et al.*, 2005 – JASNY, M., REYNOLDS, J., HOROWITZ, C. et WETZLER, A. *Sounding the Depths II: The Rising Toll of Sonar, Shipping and Industrial Ocean Noise on Marine Life*, New York, NY, Natural Resources Defense Council.
- Jensen *et al.*, 1998 – JENSEN, J. R., J. N. HALLS et J. MICHEL. « A systems approach to Environmental Sensitivity Index (ESI) mapping for oil spill contingency planning and response », *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, vol. 64, n°10, p. 1003-1014.
- John, 2011 – JOHN, P. *Towards a Canadian Policy on Places of Refuge for Ships in Need of Assistance. Doctor of Philosophy*. Fredericton, NB, University of New Brunswick.
- Johnson et Bustin, 2006 – JOHNSON, R. et R. M. BUSTIN. « Coal dust dispersal around a marine coal terminal (1977-1999), British Columbia: The fate of coal dust in the marine environment », *International Journal of Coal Geology*, vol. 68, p. 57-69.
- Johnson, 2010 – JOHNSON, D. *Sick Sailors Brought Ashore in Port Colborne*. Adresse : <http://www.stcatharinesstandard.ca/2010/12/23/sick-sailors-brought-ashore-in-port-colborne> (dernière consultation : janvier 2016).
- Kirtley *et al.*, 2014 – KIRTLEY, E. K. N., J. M. MORGAN et R. D. STRONG. *Gateway Pacific Terminal (GPT) Vessel Traffic and Risk Assessment Study*, Seattle, WA, The Glosten Associates.
- Kirtman *et al.*, 2013 – KIRTMAN, B., S. B. POWER, J. A. ADEDOYIN, G. J. BOER, R. BOJARIU, I. CAMILLONI,... H.-J. WANG. « Near-term Climate Change: Projections and Predictability », dans Stocker, T. F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S. K. Allen, J. Boschung, . . . P. M. Midgley (réd.), *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, New York, NY, Cambridge University Press.
- Koivurova *et al.*, 2015 – KOIVUROVA, T., A. BUANES, L. RIABOVA, V. DIDYK, T. EJDAMO, G. POELZER,...P. LESSER. « 'Social license to operate': A relevant term in Northern European mining? », *Polar Geography*, vol. 38, n°3, p. 194-227.
- La Presse canadienne, 2008 – LA PRESSE CANADIENNE. *10-Hour Wait Before Air Search Launched for St-Pierre Ship*. Adresse : <http://www.cbc.ca/news/canada/newfoundland-labrador/10-hour-wait-before-air-search-launched-for-st-pierre-ship-1.730528> (dernière consultation : janvier 2016).
- La Presse canadienne, 2010 – LA PRESSE CANADIENNE. *16 Ill After Gas Leak on Ship Near Port Colborne*. Adresse : <http://www.cbc.ca/news/canada/16-ill-after-gas-leak-on-ship-near-port-colborne-1.934366> (dernière consultation : janvier 2016).
- Lacy *et al.*, 2015 – LACY, R. C., K. C. BALCOMB III, L. J. N. BRENT, D. P. CROFT, C. W. CLARK et P. C. PAQUET. *Report on Population Viability Analysis Model Investigations of Threats to the Southern Resident Killer Whale Population from Trans Mountain Expansion Project*, Sidney, BC, Raincoast Conservation Foundation.
- Laist *et al.*, 2001 – LAIST, D. W., A. R. KNOWLTON, J. G. MEAD, A. S. COLLET et M. PODESTA. « Collisions between ships and whales », *Marine Mammal Science*, vol. 17, n°1, p. 35-75.
- Lappalainen *et al.*, 2011 – LAPPALAINEN, J., A. VEPSÄLÄINEN, K. SALMI et U. TAPANINEN. « Incident reporting in Finnish shipping companies », *WMU Journal of Maritime Affairs*, vol. 10, n°2, p. 167-181.
- Lee *et al.*, 2011 – LEE, K., M. BOUDREAU, J. BUGDEN, L. BURRIDGE, S. E. COBANLI, S. COURTENAY,...G. WOHLGESCHAFFEN. *State of Knowledge Review of Fate and Effect of Oil in the Arctic Marine Environment*, Calgary, AB, Office national de l'énergie du Canada.
- Lee *et al.*, 2015 – LEE, K., M. BOUFADEL, B. CHEN, J. FOGHT, P. HODSON, S. SWANSON et A. VENOSA. *Groupe d'experts de la SRC - Le comportement et les incidences environnementales d'un déversement de pétrole brut dans des milieux aqueux*, Ottawa, ON, Société royale du Canada.
- Lloyd's, 2016 – LLOYD'S. *Glossary of Insurance-Related Terms Used by Lloyd's and Market Participants*. Adresse : <https://www.lloyds.com/common/help/glossary?Letter=T> (dernière consultation : février 2016).
- Logan *et al.*, 2015 – LOGAN, K. A., D. SCOTT, A. ROSENBERGER et M. MACDUFFEE. *Potential Effects on Fraser River Salmon from an Oil Spill by the Trans Mountain Expansion Project*, Sidney, BC, Raincoast Conservation Foundation.
- Loughlin, 1994 – LOUGHLIN, T.R. (réd.). *Marine Mammals and the Exxon Valdez*. San Diego, CA, Academic Press.
- Mamaca *et al.*, 2009 – MAMACA, E., M. GIRIN, S. LE FLOCH et R. EL ZIR. *Review of chemical spills at sea and lessons learnt. A technical appendix to the Interspill 2009 conference white paper*, communication présentée dans le cadre du Interspill 2009, Marseille, France.
- Marchand, 2002 – MARCHAND, M. « Chemical Spills at Sea », dans Fingas, M. (réd.), *The Handbook of Hazardous Materials Spills Technology*, New York, NY, McGraw-Hill.
- MarineTraffic, 2015 – MARINETRAFFIC. *Live Map*. Adresse : <https://www.marinetraffic.com/> (dernière consultation : juillet 2015).

- MarineTraffic, s.d.-a – MARINETRAFFIC. *What Kind of Information is AIS-Transmitted?* Adresse : <http://help.marinetraffic.com/hc/en-us/articles/205426887-What-kind-of-information-is-AIS-transmitted-> (dernière consultation : juillet 2015).
- MarineTraffic, s.d.-b – MARINETRAFFIC. *Automatic Identification System (AIS)*. Adresse : <http://help.marinetraffic.com/hc/en-us/articles/204581828-Automatic-Identification-System-AIS-> (dernière consultation : juillet 2015).
- MarineTraffic, s.d.-c – MARINETRAFFIC. *What Is the Significance of the AIS SHIPTYPE Number?* Adresse : <http://help.marinetraffic.com/hc/en-us/articles/205579997-What-is-the-significance-of-the-AIS-SHIPTYPE-number-> (dernière consultation : juillet 2015).
- Marotte, 2015 – MAROTTE, B. « Removing Port Will Make Energy East Pipeline Approval Harder: Quebec ». *The Globe and Mail* (5 novembre).
- Matthias *et al.*, 2010 – MATTHIAS, V., I. BEWERSDORFF, A. AULINGER et M. QUANTE. « The contribution of ship emissions to air pollution in the North Sea regions », *Environmental Pollution*, vol. 158, n°6, p. 2241-2250.
- Mendelsohn *et al.*, 2012 – MENDELSSOHN, I. A., G. L. ANDERSEN, D. M. BALTZ, R. H. CAFFEY, K. R. CARMAN, J. W. FLEGER, ... L. P. ROZAS. « Oil impacts on coastal wetlands: Implications for the Mississippi River Delta ecosystem after the Deepwater Horizon oil spill », *BioScience*, vol. 62, n°6, p. 562-574.
- Michel et Noble, 2008 – MICHEL, K. et P. NOBLE. « Technological advances in maritime transportation », *The Bridge: Linking Engineering and Society*, vol. 38, n°2, p. 33-40.
- Millman, 2015 – MILLMAN, G. J. « Bigger Container Ships Pose Bigger Risks ». *The Wall Street Journal* (8 février).
- Monson *et al.*, 2000 – MONSON, D. H., D. F. DOAK, B. E. BALLACHEY, A. JOHNSON et J. L. BODKIN. « Long-term impacts of the Exxon Valdez oil spill on sea otters, assessed through age-dependent mortality patterns », *Proceedings of the National Academy of Sciences*, vol. 97, n°12, p. 6562-6567.
- Morrison, 2014 – MORRISON, J. *The Social License: How to Keep Your Organization Legitimate*. Basingstoke, Royaume-Uni, Palgrave Macmillan.
- MPO, 2013 – PÊCHES ET OCÉANS CANADA. *Gaz naturel liquéfié – Regard sur l'évaluation des incidences environnementales des terminaux méthaniers et du trafic maritime connexe*. Adresse : <http://www2.mar.dfo-mpo.gc.ca/science/sc/fh/lng-fra.html> (dernière consultation : décembre 2015).
- MPO, 2015 – PÊCHES ET OCÉANS CANADA. *Statistiques sur les exportations canadiennes de poisson et de produits de la mer en 2014 par province et par territoire*. Adresse : http://nouvelles.gc.ca/web/article-fr.do?mthd=tp&ctr.page=1&nid=949719&_ga=1.252886144.827732282.1458046668 (dernière consultation : décembre 2015).
- NATS, 2014 – STATISTIQUES DES TRANSPORTS EN AMÉRIQUE DU NORD. *Tableau 11-4a: 20 principaux ports canadiens, selon le tonnage (intérieur et international) - 2011*. Adresse : <http://nats.sct.gob.mx/english/go-to-tables/table-11-transportation-infrastructure/table-11-4a-top-20-canadian-water-ports-by-tonnage-domestic-and-international-2010/#> (dernière consultation : avril 2015).
- NCFRP, 2012 – NATIONAL COOPERATIVE FREIGHT RESEARCH PROGRAM. *Multimodal Freight Transportation Within the Great Lakes–Saint Lawrence Basin*, Washington, DC, National Academies.
- NEPIA, 2012 – NORTH OF ENGLAND P&I ASSOCIATION. *Loss Prevention Briefing: Tanker Management Self Assessment*, Newcastle upon Tyne, Royaume-Uni, NEPIA.
- Neuparth *et al.*, 2011 – NEUPARTH, T., S. MOREIRA, M. M. SANTOS et M. A. REIS-HENRIQUES. « Hazardous and Noxious Substances (HNS) in the marine environment: Prioritizing HNS that pose major risk in a European context », *Marine Pollution Bulletin*, vol. 62, n°1, p. 21-28.
- NMD, 2011 – NORWEGIAN MARITIME DIRECTORATE. *Marine Casualties 2000–2010*, Haugesund, Norvège, NMD.
- NOAA, 2014 – NATIONAL OCEANIC AND ATMOSPHERIC ADMINISTRATION. *As Oil Sands Production Rises, What Should We Expect at Diluted Bitumen (Dilbit) Spills?* Adresse : <http://response.restoration.noaa.gov/about/media/oil-sands-production-rises-what-should-we-expect-diluted-bitumen-dilbit-spills.html> (dernière consultation : janvier 2016).
- NOAA, 2015 – NATIONAL OCEANIC AND ATMOSPHERIC ADMINISTRATION. *DRAFT Guidance for Assessing the Effects of Anthropogenic Sound on Marine Mammal Hearing*, Washington, DC, NOAA.
- NOAA ORR, 2016 – NATIONAL OCEANIC AND ATMOSPHERIC ADMINISTRATION OFFICE OF RESPONSE AND RESTORATION. *Anatomy of ESI Maps*. Adresse : <http://response.restoration.noaa.gov/maps-and-spatial-data/anatomy-esi-maps.html> (dernière consultation : janvier 2016).
- NRC, 2003 – NATIONAL RESEARCH COUNCIL. *Oil in the Sea III: Inputs, Fates, and Effects*, Washington, DC, NRC.
- NRC, 2005 – NATIONAL RESEARCH COUNCIL. *Marine Mammal Populations and Ocean Noise: Determining When Noise Causes Biologically Significant Effects*, Washington, DC, NRC.

- O'Bryan, 2015 – O'BRYAN, M. *Great Lakes Navigation System*, Detroit, MI, U.S. Army Corps of Engineers.
- OCDE, 2014 – ORGANISATION DE COOPÉRATION ET DE DÉVELOPPEMENT ÉCONOMIQUES. *The Competitiveness of Global Port-Cities: Synthesis Report*, Paris, France, OCDE.
- OCIMF, 2014 – OIL COMPANIES INTERNATIONAL MARINE FORUM. *About MTIS*. Adresse : <https://www.ocimf-mtis.org/Microsite/About-Mtis> (dernière consultation : janvier 2016).
- OCIMF, 2015 – OIL COMPANIES INTERNATIONAL MARINE FORUM. *SIRE Factsheet 2014*, Londres, Royaume-Uni, OCIMF.
- OCIMF, s.d. – OIL COMPANIES INTERNATIONAL MARINE FORUM. *Tanker Management and Self Assessment (TMSA)*, Londres, Royaume-Uni, OCIMF.
- OCTNLHE, 2014 – OFFICE CANADA-TERRE-NEUVE-ET-LABRADOR DES HYDROCARBURES EXTRACÔTIERS. *2013–2014 Rapport annuel*, St. John's, NL, OCTNLHE.
- OMI, 2002 – ORGANISATION MARITIME INTERNATIONALE. *International Safety Management (ISM) Code 2002*, Londres, Royaume-Uni, OMI.
- OMI, 2008 – ORGANISATION MARITIME INTERNATIONALE. *Guidance on Near-Miss Reporting*, Londres, Royaume-Uni, OMI.
- OMI, 2013 – ORGANISATION MARITIME INTERNATIONALE. *L'OMI - Ce qu'elle est*, Londres, Royaume-Uni, OMI.
- OMI, 2015a – ORGANISATION MARITIME INTERNATIONALE. *Convention internationale sur les normes de formation des gens de mer, de délivrance des brevets et de veille (STCW)*. Adresse : [http://www.imo.org/fr/About/Conventions/ListOfConventions/Pages/International-Convention-on-Standards-of-Training-Certification-and-Watchkeeping-for-Seafarers-\(STCW\).aspx](http://www.imo.org/fr/About/Conventions/ListOfConventions/Pages/International-Convention-on-Standards-of-Training-Certification-and-Watchkeeping-for-Seafarers-(STCW).aspx) (dernière consultation : juillet 2015).
- OMI, 2015b – ORGANISATION MARITIME INTERNATIONALE. *Convention internationale de 1974 pour la sauvegarde de la vie humaine en mer (SOLAS)*. Adresse : [http://www.imo.org/fr/About/Conventions/ListOfConventions/Pages/International-Convention-for-the-Safety-of-Life-at-Sea-\(SOLAS\)-1974.aspx](http://www.imo.org/fr/About/Conventions/ListOfConventions/Pages/International-Convention-for-the-Safety-of-Life-at-Sea-(SOLAS)-1974.aspx) (dernière consultation : juillet 2015).
- OMI, 2015c – ORGANISATION MARITIME INTERNATIONALE. *Convention internationale pour la prévention de la pollution par les navires (MARPOL)*. Adresse : [http://www.imo.org/fr/About/Conventions/ListOfConventions/Pages/International-Convention-for-the-Prevention-of-Pollution-from-Ships-\(MARPOL\).aspx](http://www.imo.org/fr/About/Conventions/ListOfConventions/Pages/International-Convention-for-the-Prevention-of-Pollution-from-Ships-(MARPOL).aspx) (dernière consultation : juillet 2015).
- OMI, 2015d – ORGANISATION MARITIME INTERNATIONALE. *Histoire*. Adresse : <http://www.imo.org/fr/About/HistoryOfIMO/Pages/Default.aspx> (dernière consultation : juillet 2015).
- OMI, 2015e – ORGANISATION MARITIME INTERNATIONALE. *Troisième étude GES OMI 2014*, Suffolk, Royaume-Uni, OMI.
- OMI, 2015f – ORGANISATION MARITIME INTERNATIONALE. *Élément humain*. Adresse : <http://www.imo.org/fr/OurWork/HumanElement/Pages/Default.aspx> (dernière consultation : décembre 2015).
- OMI, 2015g – ORGANISATION MARITIME INTERNATIONALE. *AIS Transponders*. Adresse : <http://www.imo.org/fr/OurWork/Safety/Navigation/Pages/AIS.aspx> (dernière consultation : juillet 2015).
- OMI, 2015h – ORGANISATION MARITIME INTERNATIONALE. *Port State Control*. Adresse : http://www.imo.org/blast/mainframe.asp?topic_id=159 (dernière consultation : juillet 2015).
- OMI, 2016a – ORGANISATION MARITIME INTERNATIONALE. *Transports maritimes dans les eaux polaires : Élaboration d'un code international de sécurité pour les navires opérant dans les eaux polaires (Recueil sur la navigation polaire)*. Adresse : <http://www.imo.org/fr/MediaCentre/HotTopics/polar/Pages/default.aspx> (dernière consultation : janvier 2016).
- OMI, 2016b – ORGANISATION MARITIME INTERNATIONALE. *Application, contrôle et coordination*. Adresse : <http://www.imo.org/fr/OurWork/MSAS/Pages/ImplementationOfIMOInstruments.aspx> (dernière consultation : février 2016).
- OMI, 2016c – ORGANISATION MARITIME INTERNATIONALE. *Code et des Directives sur l'application du Code ISM ISM 2014*. Adresse : <http://www.imo.org/fr/OurWork/HumanElement/SafetyManagement/Pages/ISMCode.aspx> (dernière consultation : décembre 2015).
- ONU, 2013 – NATIONS UNIES. *Convention des Nations Unies sur le droit de la mer du 10 décembre 1982*. Adresse : http://www.un.org/depts/los/convention_agreements/convention_overview_convention.htm (dernière consultation : juillet 2015).
- Özdemir et Güneroglu, 2015 – ÖZDEMİR, Ü. et A. GÜNEROĞLU. « Strategic approach model for investigating the cause of maritime accidents », *PROMET — Traffic & Transportation*, vol. 27, n°2, p. 113-123.
- Palinkas *et al.*, 1993a – PALINKAS, L. A., M. A. DOWNS, J. S. PETERSON et J. RUSSELL. « Social, cultural, and psychological impacts of the Exxon Valdez oil spill », *Human Organization*, vol. 52, n°1, p. 1-13.
- Palinkas *et al.*, 1993b – PALINKAS, L. A., J. S. PETERSON, J. RUSSELL et M. A. DOWNS. « Community patterns of psychiatric disorders after the Exxon Valdez oil spill », *American Journal of Psychiatry*, vol. 150, n°10, p. 1517-1523.

- Peterson *et al.*, 2003 – PETERSON, C. H., S. D. RICE, J. W. SHORT, D. ESLER, J. L. BODKIN, B. E. BALLACHEY et D. B. IRONS. « Long-term ecosystem response to the Exxon Valdez oil spill », *Science*, vol. 302, n°5653, p. 2082-2086.
- Piatt et Ford, 1996 – PIATT, J. F. et R. G. FORD. « How many seabirds were killed by the Exxon Valdez oil spill? », *American Fisheries Society Symposium*, vol. 18, p. 712-719.
- Picou, 2009 – PICOU, J. S. « When the solution becomes the problem: The impacts of adversarial litigation on survivors of the Exxon Valdez oil spill », *University of St. Thomas Law Journal*, vol. 7, n°1, p. 68-88.
- Picou et Martin, 2007 – PICOU, J. S. et C. G. MARTIN. *Long-Term Community Impacts of the Exxon Valdez Oil Spill: Patterns of Social Disruption and Psychological Stress Seventeen Years After the Disaster*, Mobile, AL, University of South Alabama.
- Pizzolato *et al.*, 2014 – PIZZOLATO, L., S. E. L. HOWELL, C. DERKSEN, J. DAWSON et L. COPLAND. « Changing sea ice conditions and marine transportation activity in Canadian Arctic waters between 1990 and 2012 », *Climatic Change*, vol. 123, n°2, p. 161-173.
- PMV, 2014 – PORT METRO VANCOUVER. *Frequently Asked Questions: Tanker Safety*, Vancouver, BC, PMV.
- PMV, 2016 – PORT METRO VANCOUVER. *Relations avec les Autochtones*. Adresse : <http://www.portmetrovancover.com/fr/communautes/aboriginal-relations-2/> (dernière consultation : mars 2016).
- Psarros *et al.*, 2010 – PSARROS, G., R. SKJONG et M. S. EIDE. « Under-reporting of maritime accidents », *Accident Analysis & Prevention*, vol. 42, n°2, p. 619-625.
- PSC, 2014 – PORT STATE CONTROL. *Port State Control Annual Report 2014*, La Haye, Pays-Bas, PSC.
- Reason, 1998 – REASON, J. « Achieving a safe culture: Theory and practice », *Work & Stress*, vol. 12, n°3, p. 293-306.
- Reason, 2000 – REASON, J. « Human error: Models and management », *BMJ*, vol. 320, n°7237, p. 768-770.
- Reich *et al.*, 2014 – REICH, D. A., R. BALOUSKUS, D. FRENCH MCCAY, J. FONTENAULT, J. ROWE, Z. SINGER-LEAVITT, ... B. HAY. *Assessment of Marine Oil Spill Risk and Environmental Vulnerability for the State of Alaska*, Seattle, WA, National Oceanic and Atmospheric Administration.
- Rhodes, 2009 – RHODES, T. « Risk environments and drug harms: A social science for harm reduction approach », *International Journal of Drug Policy*, vol. 20, n°3, p. 193-201.
- Ricciardi, 2006 – RICCIARDI, A. « Patterns of invasion in the Laurentian Great Lakes in relation to changes in vector activity », *Diversity and Distributions*, vol. 12, n°4, p. 425-433.
- RNCan, 2015 – RESSOURCES NATURELLES CANADA. *Les projets canadiens de GNL*. Adresse : <http://www.rncan.gc.ca/energie/gaz-naturel/5684> (dernière consultation : février 2016).
- Rocha *et al.*, 2016 – ROCHA, A. C. S., M. A. REIS-HENRIQUES, V. GALHANO, M. FERREIRA et L. GUIMARÃES. « Toxicity of seven priority hazardous and noxious substances (HNSs) to marine organisms: Current status, knowledge gaps and recommendations for future research », *Science of the Total Environment*, vol. 542, Part A, p. 728-749.
- Rodríguez-Trigo *et al.*, 2010 – RODRÍGUEZ-TRIGO, G., J.-P. ZOCK, F. POZO-RODRÍGUEZ, F. P. GÓMEZ, G. MONYARCH, L. BOUSO, ... J. A. BARBERÀ. « Health changes in fishermen 2 years after clean-up of the Prestige oil spill », *Annals of Internal Medicine*, vol. 153, n°8, p. 489-498.
- RTG, 2014 – RESEARCH AND TRAFFIC GROUP. *Safety Profile of the Great Lakes-St. Lawrence Seaway System*, Glenburnie, ON, RTG.
- SDIPM, 2015 – SYSTÈME DE DÉCLARATION DES INCIDENTS DE POLLUTION MARITIME. *SDIPM*, Ottawa, ON, Garde côtière canadienne.
- Shaw, 1992 – SHAW, D. G. « The Exxon Valdez oil-spill: Ecological and social consequences », *Environmental Conservation*, vol. 19, n°03, p. 253-258.
- Sheavly et Register, 2007 – SHEAVLY, S. B. et K. M. REGISTER. « Marine debris & plastics: Environmental concerns, sources, impacts and solutions », *Journal of Polymers and the Environment*, vol. 15, n°4, p. 301-305.
- Skura, 2015 – SKURA, E. *Crews Clean up Diesel Fuel Spill in Salluit, Nunavik*. Adresse : <http://www.cbc.ca/news/canada/north/salluit-nunavik-diesel-fuel-spill-1.3262492> (dernière consultation : décembre 2015).
- Slovic, 2000 – SLOVIC, P. *The Perception of Risk*. Londres, Royaume-Uni, Earthscan Publications Ltd.
- SMPIA, s.d. – SHIPOWNERS MUTUAL PROTECTION & INDEMNITY ASSOCIATION. *Canadian Pollution and Fine Claims Summary*, Luxembourg, Luxembourg, SMPPIA.
- 2010 – SOLOMON, G. M. et S. JANSSEN. « Health effects of the Gulf oil spill », *JAMA*, vol. 304, n°10, p. 1118-1119.
- StatCan, 2007 – STATISTIQUE CANADA. *Le transport maritime au Canada 2004*, Ottawa, ON, StatCan.
- StatCan, 2008 – STATISTIQUE CANADA. *Le transport maritime au Canada 2005*, Ottawa, ON, StatCan.
- StatCan, 2009 – STATISTIQUE CANADA. *Le transport maritime au Canada 2006*, Ottawa, ON, StatCan.
- StatCan, 2010a – STATISTIQUE CANADA. *Le transport maritime au Canada 2007*, Ottawa, ON, StatCan.

- StatCan, 2010b – STATISTIQUE CANADA. *Le transport maritime au Canada 2008*, Ottawa, ON, StatCan.
- StatCan, 2011 – STATISTIQUE CANADA. *Le transport maritime au Canada 2009*, Ottawa, ON, StatCan.
- StatCan, 2012a – STATISTIQUE CANADA. *Le transport maritime au Canada 2010*, Ottawa, ON, StatCan.
- StatCan, 2012b – STATISTIQUE CANADA. *Le transport maritime au Canada 2011*, Ottawa, ON, StatCan.
- Stroomer et Wilson, 2013 – STROOMER, C. et M. WILSON. *British Columbia's Fisheries and Aquaculture Sector, 2012 Edition*, Victoria, BC, Gouvernement de la Colombie-Britannique.
- Stueck, 2013 – STUECK, W. « Northern Gateway and Trans Mountain: How Two Pipeline Projects Compare ». *The Globe and Mail* (22 décembre).
- Taleb, 2010 – TALEB, N. N. *The Black Swan: The Impact of the Highly Improbable*. 2^e éd. New York, NY, Random House.
- Tanker Operator, 2015 – TANKER OPERATOR. *Ballast Water Regulatory Conundrum Persists*. Adresse : <http://www.tankeroperator.com/news/ballast-water-regulatory-conundrum-persists/6372.aspx> (dernière consultation : février 2016).
- TC, 2012a – TRANSPORTS CANADA. *Inventaire des sites déclassés*. Adresse : <https://www.tc.gc.ca/fra/programmes/ports-sitesdeclasses-290.htm> (dernière consultation : octobre 2015).
- TC, 2012b – TRANSPORTS CANADA. *Régime canadien de préparation et d'intervention en cas de déversement d'hydrocarbures*. Adresse : <https://www.tc.gc.ca/fra/securitemaritime/epe-sie-regime-menu-1780.htm> (dernière consultation : août 2014).
- TC, 2012c – TRANSPORTS CANADA. *Loi de 2001 sur la marine marchande du Canada (L.C. 2001)*. Adresse : <https://www.tc.gc.ca/eng/marinesafety/rsqa-csa2001-menu-1395.htm> (dernière consultation : février 2016).
- TC, 2013a – TRANSPORTS CANADA. *Système de recherche d'informations sur l'immatriculation des bâtiments : Recherche plus étendue*. Adresse : <http://wwwapps.tc.gc.ca/Saf-Sec-Sur/4/vrqs-srib/fra/immatriculation-des-batiments/recherche-avancee> (dernière consultation : septembre 2015).
- TC, 2013b – TRANSPORTS CANADA. *No de bulletin : 04/2009*. Adresse : <http://www.tc.gc.ca/fra/securitemaritime/bulletins-2009-04-fra.htm> (dernière consultation : décembre 2015).
- TC, 2013c – TRANSPORTS CANADA. *Contrôle des navires par l'État du port*. Adresse : <https://www.tc.gc.ca/fra/securitemaritime/epe-inspection-cnep-menu-1120.htm> (dernière consultation : juillet 2015).
- TC, 2014a – TRANSPORTS CANADA. *Les transports au Canada 2013 : Addenda statistique*, Ottawa, ON, Gouvernement du Canada.
- TC, 2014b – TRANSPORTS CANADA. *Régime canadien de préparation et d'intervention en cas de déversement d'hydrocarbures : Organismes d'intervention*. Adresse : <https://www.tc.gc.ca/fra/securitemaritime/epe-sie-regime-ois-771.htm> (dernière consultation : décembre 2015).
- TC, 2014c – TRANSPORTS CANADA. *Prévenir les déversements d'hydrocarbures dans les eaux canadiennes - infographique*. Adresse : <http://www.tc.gc.ca/fra/securitemaritime/deversements-hydrocarbures-infographique-4379.html> (dernière consultation : août 2015).
- TC, 2015a – TRANSPORTS CANADA. *Les transports au Canada 2014 : Addenda statistique*, Ottawa, ON, Gouvernement du Canada.
- TC, 2015b – TRANSPORTS CANADA. *Sécurité des pétroliers et prévention des déversements*. Adresse : <http://www.tc.gc.ca/fra/securitemaritime/menu-4100.htm> (dernière consultation : avril 2015).
- The Maritime Executive, 2013 – THE MARITIME EXECUTIVE. « MOL COMFORT Cost Insurers \$400M ». *The Maritime Executive* (19 septembre).
- The White House Council on Environmental Quality, 2010 – THE WHITE HOUSE COUNCIL ON ENVIRONMENTAL QUALITY. *Final Recommendations of the Interagency Ocean Policy Task Force*, Washington, DC, The White House Council on Environmental Quality.
- Vaughan et al., 2013 – VAUGHAN, D. G., J. C. COMISO, I. ALLISON, J. CARRASCO, G. KASER, R. KWOK, ... T. ZHANG, 2013. « Observations: Cryosphere », dans, Stocker, T. F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S. K. Allen, J. Boschung, ... P. M. Midgley (éd.), *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, New York, NY, Cambridge University Press.
- Walters et Bailey, 2013 – WALTERS, D. et N. BAILEY. *Lives in Peril: Profit or Safety in the Global Maritime Industry?* Londres, Royaume-Uni, Palgrave Macmillan United Kingdom.
- Wiese et Ryan, 2003 – WIESE, F. K. et P. C. RYAN. « The extent of chronic marine oil pollution in southeastern Newfoundland waters assessed through beached bird surveys 1984–1999 », *Marine Pollution Bulletin*, vol. 46, n°9, p. 1090-1101.
- Wiese et al., 2004 – WIESE, F. K., G. J. ROBERTSON et A. J. GASTON. « Impacts of chronic marine oil pollution and the murre hunt in Newfoundland on thick-billed murre *Uria lomvia* populations in the eastern Canadian Arctic », *Biological Conservation*, vol. 116, n°2, p. 205-216.

- WSP Canada Inc., 2014 – WSP CANADA INC. *Analyse de risques liés aux déversements dans les eaux canadiennes. Phase 1 : Déversement d'hydrocarbures au sud du 60^e parallèle*, Montréal, QC, WSP Canada Inc.
- WSP Canada Inc., 2014 – WSP CANADA INC. *Analyse des risques liés aux déversements dans les eaux canadiennes. Phase 2, Partie A : Certaines substances nocives et potentiellement dangereuses transportées en vrac au sud du 60^e parallèle*, Montréal, QC, WSP Canada Inc.
- Zock *et al.*, 2007 – ZOCK, J.-P., G. RODRÍGUEZ-TRIGO, F. POZO-RODRÍGUEZ, J. A. BARBERÀ, L. BOUSO, Y. TORRALBA,...H. VERA. « Prolonged respiratory symptoms in clean-up workers of the Prestige oil spill », *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, vol. 176, n°6, p. 610-616.



Appendices



Appendice A – Glossaire

Accident	Les <i>accidents</i> maritimes sont des événements, comme les collisions, les naufrages, les échouements ou les incendies/explosions, susceptibles de provoquer des décès, des blessures graves, des avaries aux navires ou leur perte totale.
Barge	Navire à fond plat principalement utilisé sur les fleuves ou les canaux. Certaines barges sont autopropulsées et celles qui ne le sont pas doivent être poussées ou tractées (généralement par un remorqueur) (Brodie, 2013).
Combustible de soute	« Combustible utilisé par les moteurs du navire pour leur fonctionnement pendant le voyage, mais pas chargé à bord comme cargaison » [traduction libre] (AMUSF, 2002). Il existe quatre catégories générales de combustibles de soute, chacune de viscosité différente. Le plus lourd est le Bunker C, aussi appelé mazout n° 6 (Brodie, 2013).
Conteneur	Un conteneur est une boîte, habituellement en acier, qui peut être transférée d'un mode de transport à un autre (p. ex. navire, train, camion) pendant un même voyage. Plusieurs tailles standard de conteneurs sont utilisées dans le monde (Brodie, 2013). Les produits qui ne sont pas en vrac, comme les biens de consommation (p. ex. jouets, appareils technologiques personnels, vêtements) et, de plus en plus, les produits agricoles sont transportés de cette manière.
Culture de sécurité	Façons dont les problèmes de sécurité sont perçus et traités dans un milieu de travail, par exemple, dans une compagnie de transport maritime.
Équivalent vingt pieds (EVP)	« Unité de mesure équivalente à un conteneur de transport de 20 pieds. Par conséquent, un conteneur de 40 pieds est égal à 2 EVP » (Brodie, 2013).
Gaz naturel liquéfié (GNL)	Gaz naturel qui a été refroidi à -160 °C à la pression atmosphérique pour être liquéfié.
Hydrocarbures raffinés	Pétrole brut raffiné (p. ex. propane, diesel).
Incident	Les <i>incidents</i> maritimes sont des événements qui menacent la sécurité, mais qui n'ont pas de conséquences (p. ex. panne mécanique ou talonnage sans échouement) ou des événements qui auraient pu avoir des conséquences plus graves dans d'autres conditions (p. ex. échouage pour éviter un accident) (BST, 2015a).
Mouvement de navire	L'arrivée d'un navire dans un port canadien et son départ sont comptabilisés comme un mouvement. Dans ce rapport, les mouvements de navires incluent les mouvements comportant un chargement ou un déchargement de cargaison et les mouvements qui n'en comportent pas (voir <i>Mouvement sur lest</i>)
Mouvement sur lest	Le lest est « une masse lourde, souvent de l'eau de mer, qui apporte de la stabilité au navire et améliore sa manœuvrabilité quand il est à vide » [traduction libre] (Brodie, 2013). L'arrivée à un port ou le départ sans déchargement ou chargement de cargaison, respectivement, est comptabilisé comme un mouvement sur lest (StatCan, 2012b).
Navire faisant route avec ou sans pilote	Étapes durant lesquelles un navire est gouverné l'aide d'un pilote s'il se trouve dans un port ou des voies navigables achalandées ou par un capitaine s'il se trouve en dehors d'une zone de pilotage obligatoire.
Navire faisant route avec remorqueur	Étape durant laquelle un navire est escorté ou toué par un remorqueur.
Opérations sur la cargaison à couple/à l'ancre	Chargement et déchargement de cargaison dans ou depuis un navire lorsque ce dernier est à quai ou ancré.
Permis social	Les entreprises et les industries obtiennent un permis social tacite quand elles sont considérées comme légitimes par la société, quand elles suscitent la confiance des parties prenantes et quand les parties touchées consentent à leurs activités (Morrison, 2014).
Pilotage	Action effectuée par un pilote et consistant à aider le capitaine du navire à naviguer quand il entre dans un port ou quand il le quitte ou dans des eaux confinées (Brodie, 2013).
Ravitaillement à couple/à l'ancre	Approvisionnement en combustible d'un navire lorsque ce dernier est à quai ou ancré.
Remorqueur	« Navire conçu pour touer ou pousser des navires ou d'autres structures flottantes. Il peut aussi servir à des opérations de récupération, à la lutte contre les incendies ou à des travaux d'ordre général » (BST, 2014b).
Risque	« Potentiel de souffrir d'un préjudice ou d'une perte » [traduction libre] (Hightower <i>et al.</i> , 2004), où le potentiel de préjudice est déterminé par la probabilité de survenue d'un incident ou d'un accident de transport maritime et par la nature et la gravité de ses répercussions.
Roulier	Navire conçu pour la manutention de cargaison pouvant être conduite pour y entrer ou en sortir par l'intermédiaire de rampes (Brodie, 2013).
Substances nocives et potentiellement dangereuses (SNPD)	Aux fins du sondage, les SNPD comprennent les substances <i>autres</i> que le pétrole brut, le GNL et les hydrocarbures raffinés susceptibles de nuire à l'être humain ou à la faune et la flore marines. Il s'agit notamment de substances organiques (p. ex. méthanol, xylène) ou inorganiques (p. ex. fertilisants, acide sulfurique) et d'huiles végétales ou animales (WSP Canada Inc., 2014a).
Transporteur de colis lourds	Cargo spécialement conçu pour transporter des marchandises lourdes ou surdimensionnées, sur le pont ou en soute. Ces navires peuvent être munis de rampes de roulage pour le chargement.
Vrac sec	Marchandises sèches non emballées (c.-à-d. non séparées), comme les céréales, le charbon ou le sel, qui sont transportées directement dans les cales et qui peuvent être chargées et déchargées par déversement, pelletage, aspiration, pompage et autre à des terminaux spécialisés (GlobalSecurity, 2011).

Appendice B – Fonctionnement de l'atelier et méthodologie du sondage

L'atelier de deux jours tenu les 29 et 30 octobre 2015 à Toronto visait à favoriser l'atteinte d'un consensus sur les risques dans le transport maritime commercial (en ce qui concerne leur importance et leur mesurabilité) et sur un cadre de caractérisation de ces risques. La première journée a été animée par Erik Lockhart, de l'Executive Decision Centre de la School of Business de l'Université Queen's, qui a utilisé le système GDSS (Group Decision Support System) pour engager les participants à l'atelier dans un exercice de remue-méninges et d'établissement des priorités. Le GDSS est un système interactif informatisé qui permet aux groupes de partager des idées simultanément au moyen d'un réseau informatique et de prioriser et d'étayer les décisions au moyen d'outils décisionnels qui reflètent la théorie du soutien à la prise de décision en groupe. Pour en savoir plus, voir Frey et Cissna (2009).

Les séances de l'atelier étaient organisées autour de questions posées aux participants et portant sur les facteurs contributifs des accidents de transport maritime, sur les types de répercussions environnementales et de répercussions sociales et économiques et sur les types de risques que comportent les diverses étapes du transport maritime. Les résultats du sondage, décrits plus bas, leur avaient été fournis à l'avance et étaient exploités à chaque séance. Le deuxième jour, les participants à l'atelier, guidés par le président, ont recherché un consensus sur un cadre de caractérisation des risques et ont cerné un ensemble de problèmes qui influencent les risques et la mesure des risques. À la suite de l'atelier, un rapport a été rédigé sous la direction du comité directeur et avec les indications des participants et de cinq pairs chargés de son examen.

Tableau B.1

Réponses au sondage

A – Réponses au sondage par secteur d'expertise

Réponses par secteur d'expertise	% de réponses
Universités	28
Industrie	25
Gouvernement	22
Autres (p. ex. consultant, organisation maritime internationale, organisme non gouvernemental, secteur des services)	8
Administration portuaire	2
Pas de réponse	15
Total	100

Objectif et portée du sondage

Le sondage visait à rejoindre l'ensemble des parties prenantes du transport maritime au Canada, afin de recueillir leur opinion sur les risques du transport maritime commercial. Son objectif était d'éclairer l'atelier et de donner aux participants une meilleure idée des préoccupations concernant le transport maritime selon la région et d'autres variables intéressantes (p. ex. les étapes du transport maritime, les types de cargaisons). Le sondage s'est étendu sur quatre semaines, du 2 septembre au 9 octobre 2015. Le CAC a invité plus de 600 experts du milieu universitaire, gouvernemental (y compris des administrations portuaires), industriel et des organismes sans but lucratif à remplir le sondage en ligne (en français ou en anglais) sur les risques du transport maritime dans les eaux canadiennes. Un courriel de rappel a été envoyé à la mi-septembre.

Au total, 218 réponses ont été reçues. Ce chiffre inclut les questionnaires français et anglais remplis en totalité ou partiellement; chaque réponse régionale a été comptabilisée comme une réponse distincte (c.-à-d. que si une même personne a répondu au sondage pour deux régions, deux réponses ont été comptabilisées). Le tableau B.1-A présente les pourcentages de réponses par secteur; le tableau B.1-B présente les pourcentages de réponses par domaine d'expertise. Les résultats ont été compilés par le personnel du CAC. Les questions ouvertes ont été catégorisées de manière à refléter les thèmes communs.

B – Réponses au sondage par domaine d'expertise

Réponses par domaine d'expertise	% de réponses
Économie	8
Génie	8
Sciences de l'environnement	18
Gouvernance du transport maritime	12
Industrie du transport maritime	18
Services de transport maritime (p. ex. droit, assurance)	10
Autre science sociale	5
Autres (p. ex. relations autochtones, ressources humaines, navigation)	10
Pas de réponse	11
Total	100

Appendice C – Données sur les événements maritimes du Bureau de la sécurité des transports

Le BST publie un rapport annuel sur les statistiques concernant les événements maritimes. L'édition la plus ancienne disponible de ce rapport contient des chiffres agrégés qui remontent jusqu'à 1998 (BST, 2008). Ces données ont servi à produire la figure 3.1. Le BST fournit aussi une base de données publique contenant des données brutes sélectionnées sur les accidents et les incidents maritimes de 2004 à aujourd'hui (BST, 2015c). Ces données ont servi à produire les figures 3.2 à 3.8. La base de données est mise à jour chaque mois et renferme tous les événements maritimes survenus au Canada, ainsi que ceux impliquant un navire immatriculé ou autorisé au Canada, même si l'événement s'est produit dans des eaux étrangères. Un *événement maritime* est défini comme « tout accident ou incident lié à l'utilisation d'un navire » et « toute situation

dont le Bureau a des motifs raisonnables de croire qu'elle pourrait, à défaut de mesures correctives, causer un accident ou un incident décrit ci-dessus » (BST, 2015a).

Les événements maritimes comprennent :

Accidents à bord d'un navire : Accident dans lesquels une personne subit une blessure grave ou décède du fait : i) soit de monter à bord du navire, d'être à bord du navire ou de passer par-dessus bord; ii) soit d'être en contact direct avec un élément du navire ou de son contenu.

Accidents de navigation : Accidents dans lesquels le navire : i) soit coule, sombre ou chavire; ii) soit est impliqué dans une collision ou un risque de collision; iii) soit subit un incendie ou une explosion; iv) soit s'échoue; v) soit subit des avaries qui compromettent son état de navigabilité ou le rendent inutilisable aux fins prévues; vi) soit est porté disparu ou abandonné.

Incidents maritimes : Incidents dans lesquels le navire : i) subit une panne totale de l'équipement de navigation, des machines de propulsion, de gouverne, de pont ou des machines principales ou auxiliaires qui compromet la sécurité; ii) talonne de façon imprévue sans qu'il y ait échouement; iii) s'emmêle dans une conduite ou un câble se service public ou dans un pipeline sous-marin; iv) est ancré, échoué ou à l'échouage afin d'éviter un accident; v) est en danger de collision; vi) déverse des marchandises ou des matières dangereuses; ainsi que les incidents dans lesquels un membre d'équipage i) soit passe par-dessus bord; ii) soit est incapable d'exercer ses fonctions et compromet la sécurité.

(BST, 2015a)

Les types de navires suivants sont inclus dans la base de données :

- Transporteurs de cargaisons liquides (transporteurs de produits chimiques, de produits pétroliers ou de produits chimiques et pétroliers; transporteurs de brut; transporteurs mixtes; méthaniers)
- Transporteurs de cargaisons sèches (vraquiers, porte-conteneurs; transporteurs de cargaisons solides diverses; transporteurs de colis lourds; rouliers)
- Barges
- Traversiers
- Bâtiments de pêche
- Navires militaires
- Transporteurs de passagers et cargos mixtes
- Bâtiments de recherche ou hydrographiques
- Voiliers
- Navire de service (câbliers; bateaux-pilotes; navires de sauvetage; navires de travail; dragueurs ou porteurs de déblais; baliseurs ou ravitailleurs; brise-glace; navires de garde-côte, d'intervention environnementale, de lutte contre les incendies, de recherche et sauvetage, de soutien en mer et de patrouille)
- Drôme (p. ex. bateaux de sauvetage)
- Remorqueurs

(BST, 2015a)

Paramètres d'analyse des données

Les paramètres suivants ont été utilisés pour analyser les données sur les incidents et les accidents du BST :

- Les trois types d'événements maritimes (accidents à bord d'un navire, accidents de navigation et incidents) ont été inclus. La seule exception concerne la figure 3.1, qui comprend des données plus anciennes (de 1998 à 2003) qui n'étaient accessibles que sous forme agrégée; cela limitait la façon dont ces données pouvaient être analysées.
- Seuls les transporteurs de cargaisons solides et liquides ont été inclus. Bien que les remorqueurs et les barges puissent être utilisés pour transporter des cargaisons, les

données du BST ne précisait pas, quand les événements impliquaient une barge ou un remorqueur, si ce navire était utilisé dans cette configuration; par conséquent, les incidents et les accidents concernant ces bâtiments ont été exclus, sauf quand les taux d'accidents ont été calculés au moyen des mouvements de navires. Comme il est expliqué tout au long du chapitre 3, les nombres de mouvements de navires n'étaient accessibles que sous forme agrégée et portaient aussi sur les remorqueurs et sur les barges. Pour respecter les critères de Statistique Canada relatifs aux mouvements de navires, les incidents et les accidents impliquant des remorqueurs et des barges de moins de 15 tonneaux de jauge brute ont été exclus.

- Seuls les incidents et les accidents survenus dans les eaux canadiennes ont été inclus, à l'exception de la figure 3.1, qui comprend des données agrégées empêchant d'exclure les événements survenus dans les eaux étrangères. Les incidents et les accidents dans les eaux canadiennes ont été identifiés au moyen de la latitude et de la longitude incluses dans chaque enregistrement et vérifiées par report sur la carte de chaque position.
- Les navires de tous les États du pavillon qui ont subi un incident ou un accident dans les eaux canadiennes ont été inclus. Les participants à l'atelier n'ont pas effectué d'analyse par État du pavillon, car les navires appartenant à un pays peuvent être immatriculés dans un autre. Cette pratique rend difficile la formulation de commentaires sur la sécurité maritime d'un pays donné à partir de l'État du pavillon.

Défis de l'analyse des données

Comme l'expose l'encadré 3.1, les incohérences dans les catégories utilisées pour répartir les données provenant de sources différentes ont gêné le calcul des taux d'incidents et d'accidents. L'analyse des données du BST s'est heurtée aux limites suivantes :

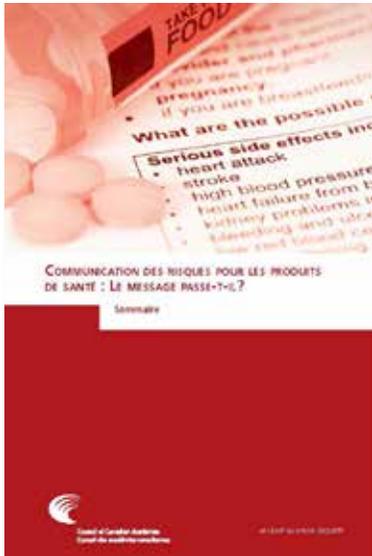
- 1) Les nombres de mouvements de navires proviennent de Statistique Canada (seulement jusqu'à 2011) et sont ventilés par région, mais pas par type de navire.
- 2) Les numéros d'immatriculation des navires proviennent de Transports Canada et sont ventilés par type de navire, mais ils ne concernent que les bâtiments immatriculés au Canada.

En raison de ces limites, les analyses des données ont été restreintes des façons suivantes :

- Pour comparer les taux d'incidents et d'accidents entre les régions, il a été nécessaire d'utiliser les nombres de mouvements de navires comme dénominateur et donc, d'inclure à la fois les navires canadiens et étrangers. Comme les données sur les incidents et les accidents n'étaient disponibles qu'à partir de 2004 et les données sur les mouvements n'étaient accessibles que jusqu'à 2011, les calculs du taux d'incidents et d'accidents avec les données de mouvements comme dénominateur ont été restreints à la période 2004-2011.
- Pour comparer les taux d'incidents et d'accidents entre les types de navires, il a été nécessaire d'utiliser les numéros d'immatriculation comme dénominateur et donc, de n'inclure que les navires canadiens. Dans ce cas, on a présumé que le nombre de navires immatriculés constituait un substitut à l'activité maritime.

Rapports du Conseil des académies Canadiennes d'intérêt

Les rapports d'évaluation ci-dessous peuvent être téléchargés depuis le site Web du CAC (www.sciencepourlepublic.ca):



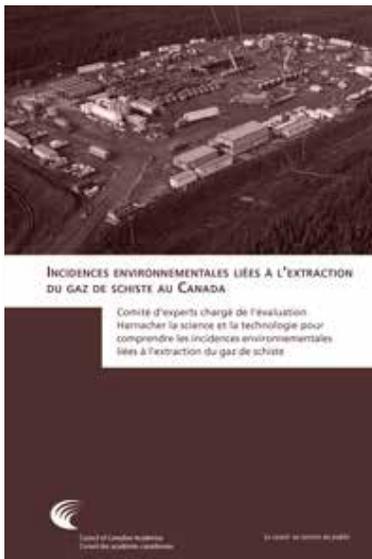
Communication des risques pour les produits de santé : Le message passe-t-il? (2015)



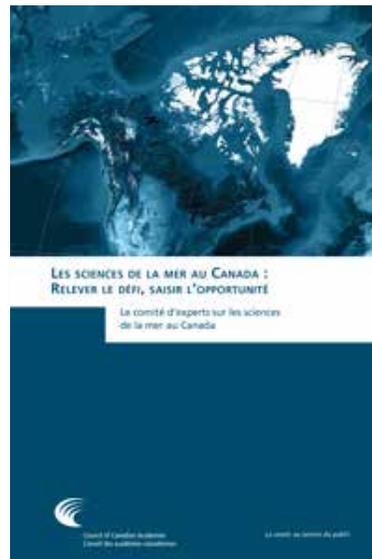
Solutions technologiques pour réduire l'empreinte Écologique de l'exploitation des sables bitumineux au Canada (2015)



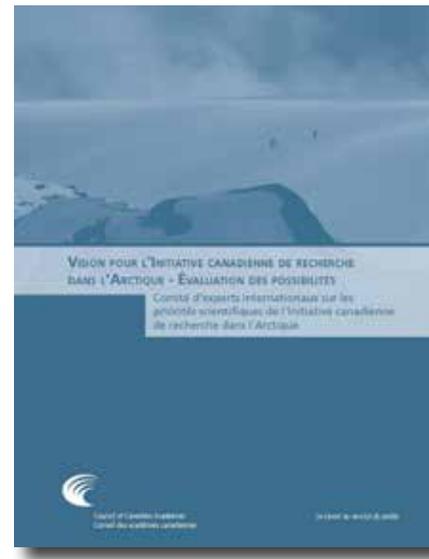
Compréhension des données : Bruit des éoliennes (2015)



Incidences environnementales de l'extraction du gaz de schiste au Canada (2014)



Les sciences de la mer au Canada : Relever le défi, saisir l'opportunité (2013)



Vision pour l'Initiative canadienne de recherche dans l'Arctique – Évaluation des possibilités (2008)

Conseil des gouverneurs du Conseil des académies canadiennes*

Margaret Bloodworth, C.M., présidente, ancienne sous-ministre au fédéral et conseillère nationale pour la sécurité (Ottawa, Ont.)

Henry Friesen, C.C., MSRC, MACSS, vice-président, professeur émérite distingué et membre principal du Centre pour le progrès de la médecine, Faculté de médecine, Université du Manitoba (Winnipeg, Man.)

Carol P. Herbert, MACSS, professeure de médecine familiale, Université Western (London, Ont.)

Claude Jean, premier vice-président et directeur général, Teledyne DALSA, Semiconducteur (Bromont, Qc)

Maryse Lassonde, O.C., O.Q., MSRC, MACSS, directrice scientifique, Fonds de recherche du Québec – Nature et technologies, et présidente, Société royale du Canada (Montréal, Qc)

Peter MacKinnon, O.C., ancien président et vice-recteur, Université de la Saskatchewan (Saskatoon, Sask.)

Richard J. Marceau, FACG, vice-président (recherche), Université Memorial de Terre-Neuve (St. John's, T.-N.)

Jeremy McNeil, MSRC, professeur Helen Battle d'écologie chimique, Département de biologie, Université Western (London, Ont.)

Axel Meisen, C.M., FACG, ancien président, Prévision, Alberta Innovates – Technology Futures (AITF) (Edmonton, Alb.)

Lydia Miljan, professeure est agrégée en sciences politiques et directrice du programme des arts et des sciences, Université de Windsor (Windsor, Ont.)

Ted Morton, chercheur principal, École des politiques publiques; professeur de sciences politiques, Université de Calgary (Calgary, Alb.)

Linda Rabeneck, MACSS, vice-présidente, Prévention et lutte contre le cancer, Action cancer Ontario; présidente élue, Académie canadienne des sciences de la santé (Toronto, Ont.)

* Renseignements à jour en février 2016

Comité consultatif scientifique du Conseil des académies canadiennes*

Susan A. McDaniel, MSRC, présidente, directrice de l'Institut Prentice; Titulaire de la Chaire de recherche du Canada de premier niveau sur la population mondiale et le cours de la vie; Titulaire de la chaire de recherche Prentice en démographie et économie mondiales; Professeure de sociologie, Université de Lethbridge (Lethbridge, Alb.)

Lorne Babiuk, O.C., MSRC, MACSS, vice-président à la recherche, Université de l'Alberta (Edmonton, Alb.)

Chad Gaffield, MSRC, professeur d'histoire et titulaire de chaire de recherche universitaire en version numérique, Université d'Ottawa (Ottawa, Ont.)

Jean Gray, C.M., MACSS, professeure émérite en enseignement médicale, en médecine et en pharmacologie, Université Dalhousie (Halifax, N.-É.)

John Hepburn, MSRC, vice-président à la recherche et aux affaires internationales, Université de la Colombie-Britannique (Vancouver, C.-B.)

Eddy Isaacs, FACG, président, Eddy Isaacs, Inc. (Edmonton, Alb.)

Gregory S. Kealey, MSRC, professeur émérite, Département d'histoire, Université du Nouveau-Brunswick (Fredericton, N.-B.)

Daniel Krewski, professeur d'épidémiologie et de médecine communautaire, directeur scientifique du Centre R. Samuel McLaughlin d'évaluation du risque sur la santé des populations, Université d'Ottawa (Ottawa, Ont.)

Stuart MacLeod, MACSS, professeur de pédiatrie (émérite), Université de la Colombie-Britannique (Vancouver, C.-B.); professeur auxiliaire, Département de santé communautaire et d'épidémiologie, Université Dalhousie (Halifax, N.-É.)

Norbert R. Morgenstern, C.M., MSRC, FACG, professeur émérite d'université en génie civil, Université de l'Alberta (Edmonton, Alb.)

Sarah P. Otto, MSRC, professeure et directrice du Centre de recherche sur la biodiversité, Université de la Colombie-Britannique (Vancouver, C.-B.)

Eliot A. Philipson, O.C., MACSS, professeur émérite de médecine Sir John and Lady Eaton, Université de Toronto (Toronto, Ont.); ancien président-directeur général, Fondation canadienne pour l'innovation (Ottawa, Ont.)

* Renseignements à jour en février 2016



Council of Canadian Academies
Conseil des académies canadiennes

Conseil des académies canadiennes
180 rue Elgin, bureau 1401
Ottawa, Ont. K2P 2K3
Tél.: 613-567-5000
www.sciencepourlepublic.ca