



## SÉQUENCES DES EFFETS DU TRANSPORT MARITIME : UN APERÇU

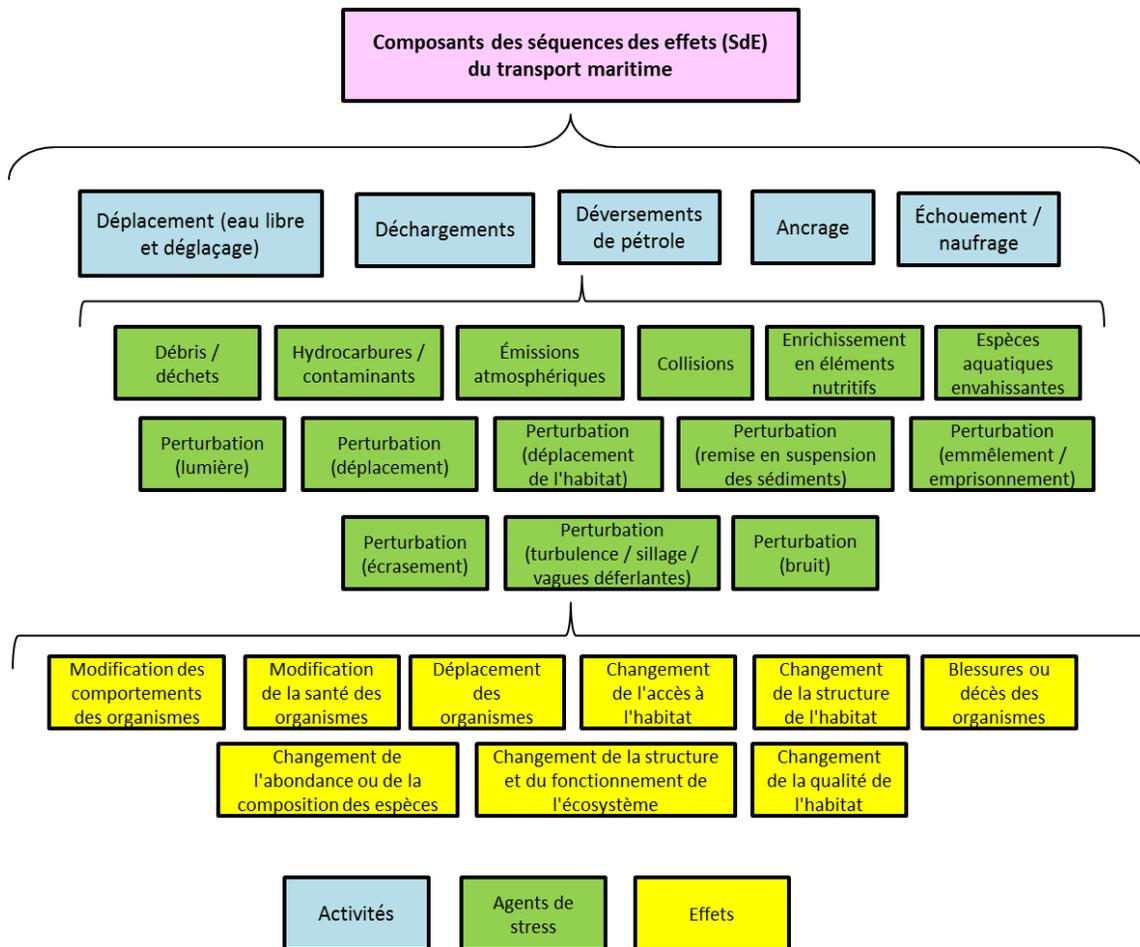


Figure 1. Composants des séquences des effets du transport maritime : activités, agents de stress et effets.

### Contexte :

Le Canada s'est engagé, à l'échelle nationale et à l'échelle internationale, à atténuer les incidences potentielles des activités humaines sur l'environnement. Les modèles de séquences des effets (SdE) sont un outil important permettant d'illustrer les liens entre les activités et leurs incidences potentielles sur divers aspects de l'écosystème. De plus, les SdE sont essentielles à l'élaboration d'évaluations des menaces et des risques.

Le présent avis scientifique fournit un aperçu des SdE du transport maritime (p. ex., ancrage, échouement, déplacement, déversement de pétrole et rejet) et de leurs incidences potentielles sur les écosystèmes aquatiques. Le présent avis scientifique se veut un outil de communication et il fournit des directives générales pour orienter les évaluations de risques plus détaillées liées au transport maritime dans les eaux canadiennes.

Le présent avis scientifique résume les résultats de la réunion d'examen par les pairs à l'échelle nationale tenue du 1<sup>er</sup> au 3 octobre 2013 à Ottawa intitulée Avis scientifiques pour les séquences des effets du transport maritime. Toute autre publication découlant de cette réunion sera publiée, lorsqu'elle sera disponible, sur le [calendrier des avis scientifiques de Pêches et Océans Canada](#).

## SOMMAIRE

- Le présent avis scientifique vise à fournir des conseils généraux à propos de la façon dont les activités de transport maritime peuvent avoir des incidences potentielles sur l'environnement marin et d'eau douce. Les modèles de séquences des effets (SdE) compris dans le présent avis sont généraux et illustrent simplement des liens qui pourraient ne pas être universellement applicables. Les incidences potentielles du transport maritime peuvent s'étendre à grande échelle ou être localisées, et peuvent être chroniques ou aiguës.
- Les composants des SdE compris dans le présent avis (c.-à-d., déplacement, rejet, déversements de pétrole, ancrage et échouement) sont indépendants des contraintes spatiales ou temporelles et ne tiennent pas compte de la fréquence, de la probabilité de réalisation et de l'ampleur des incidences potentielles sur un écosystème. D'aucune façon le présent avis ou les composants des SdE ne devraient être interprétés comme des évaluations des menaces ou des risques.
- Une série d'agents de stress découlant du déplacement (p. ex., mélange des eaux, perturbation du substrat, émissions de bruit, déglacage, collisions, sillage et émission de lumière) peuvent entraîner des modifications de l'habitat, de la structure des communautés ainsi que de la santé (valeur adaptative) et de la survie (mortalité) des organismes.
- Les rejets opérationnels, fortuits ou accidentels liés au transport maritime peuvent entraîner le déversement accidentel d'espèces aquatiques envahissantes, de débris, d'hydrocarbures et d'autres contaminants aquatiques ou atmosphériques ainsi que de nutriments (p. ex., par les eaux grises et les eaux usées). De tels déversements peuvent entraîner des modifications de l'habitat, de la structure des communautés, de la valeur adaptative, de la mortalité et de la fonction des organismes aquatiques.
- Les déversements de pétrole constituent un des événements les plus dommageables dans l'environnement aquatique, touchant de nombreuses espèces et de nombreux habitats. Les mesures de récupération des déversements sont souvent largement inefficaces; on observe donc souvent des incidences chroniques à long terme sur les écosystèmes.
- L'ancrage peut créer des obstructions verticales dans la colonne d'eau et peut entraîner des modifications importantes à la composition et à la structure du substrat en raison d'écrasements ou de la remise en suspension des sédiments. Les modifications du substrat causées par l'ancrage peuvent altérer les habitats benthiques et peuvent entraîner des répercussions sublétales ou une mortalité accrue chez les organismes benthiques.
- L'échouement des navires peut avoir des répercussions sur le substrat, l'habitat et les organismes benthiques. Les échouements sont plus probables près de la côte, à l'approche des ports, mais ils peuvent également se produire au large (p. ex., là où se trouvent des monts ou des crêtes sous-marins peu profonds).
- Les effets environnementaux du transport maritime comportent plusieurs facettes, et peuvent avoir des répercussions sur toutes les structures et tous les composants de l'écosystème. Par conséquent, les modèles des SdE peuvent être étroitement interreliés ce qui entraîne donc des recoupements à différents niveaux. Toutefois, étant donné que de nombreux liens sont peu documentés tant sur le plan de la quantité que de la qualité, la prévision des SdE représente un défi. Les composants des SdE compris dans le présent avis ont été élaborés selon l'état actuel des connaissances; de nombreux liens possibles doivent encore être quantifiés de façon approfondie.

## INTRODUCTION

Le présent avis fournit des conseils sur les incidences potentielles du transport maritime sur les écosystèmes aquatiques canadiens, y compris les océans, les principaux lacs et les fleuves (p. ex., les Grands Lacs, le fleuve Mackenzie, le fleuve Saint-Laurent, etc.). Les composants des SdE dans le présent avis sont de nature générale, et les liens illustrés pourraient ne pas être universellement applicables. Il sera nécessaire d'envisager des points finaux plus précis lors de la réalisation d'évaluations des risques pour des zones ou des situations particulières.

Dans le présent avis, on considère que le « transport maritime » comprend tous les navires, peu importe leur type et leur taille. Les « activités de transport maritime » comprennent les activités normales des navires (p. ex., déplacement, rejet, ancrage) ainsi que les accidents potentiels (p. ex. déversements de pétrole, échouement). La variabilité des incidences potentielles et les différentes tailles ou les différents types des navires ne sont pas compris dans le présent avis.

On considère que les incidences potentielles du transport maritime comprises dans le présent avis sont indépendantes du temps et de l'espace; elles visent simplement à illustrer les liens possibles entre les activités et les incidences. De plus, les SdE dans le présent avis ne tiennent pas compte de la fréquence, de la probabilité ni de l'ampleur des incidences potentielles sur un écosystème. De telles estimations ne peuvent être déterminées qu'au moyen d'une évaluation de risques approfondie. Davantage d'évaluations axées sur les zones/propres aux régions devraient tenir compte de tous les règlements en vigueur qui pourraient atténuer les incidences potentielles.

## ÉVALUATION

Les SdE générales de cinq activités de transport maritime sont présentées ci-dessous dans l'ordre dans lequel elles ont fait l'objet d'une discussion à la réunion d'examen par les pairs (c.-à-d., déplacement, rejet, déversements de pétrole, ancrage et échouement). Le contenu du présent avis scientifique est tiré des discussions de la réunion d'examen par les pairs, des avis d'experts des participants au présent processus d'avis et d'une revue de la littérature.

Les SdE générales pour les activités de transport maritime sont les suivantes :

### 1. Déplacement

#### Séquences des effets

Les navires qui se déplacent dans la colonne d'eau créent un sillage et un remous causé par l'hélice, émettent une variété de sons et d'intensités de lumière dans le milieu environnant et peuvent interagir avec la glace et les organismes (si présents).

#### État des connaissances sur les liens entre agents de stress et effets

Le sillage et le remous causé par l'hélice des navires en mouvement peuvent avoir des répercussions sur la composition et l'abondance d'une communauté, en particulier celle des organismes benthiques. Le sillage et le remous causé par l'hélice peuvent également modifier la structure physique des rivages et des habitats de fond en raison de la perturbation ou de l'érosion des sédiments, qui peuvent les rendre potentiellement inutilisables par les organismes. Ces agents de stress peuvent également causer le mélange de l'eau qui peut entraîner des modifications des caractéristiques physiques de l'environnement local (p. ex., température, turbidité, nutriments).

Les collisions entre les navires et les organismes aquatiques de façon directe avec la coque ou les pales d'hélice peuvent causer des blessures et la mort, en particulier chez les grands cétacés à fanons. Les collisions sont susceptibles de se produire davantage là où l'on observe des concentrations

d'espèces dans le temps et l'espace ainsi qu'une concentration du trafic maritime; la probabilité qu'une collision avec un navire soit mortelle augmente en fonction de la vitesse du navire.

Le déglacage par les navires peut modifier la structure de la plateforme de glace, peut modifier le comportement des organismes, peut séparer les petits de leur mère et peut avoir une incidence sur la mobilité sur la glace de certaines espèces (p. ex., caribou, ours polaire). La perturbation de l'habitat de glace peut également déplacer des organismes ou causer des emprisonnements, des blessures ou la mort des espèces associées à la glace. Les impacts sur la banquise peuvent être temporaires (c.-à-d., le canal ouvert regèle après le passage du navire); toutefois, les impacts sur la banquise côtière et la glace de plusieurs années ont tendance à être chroniques (à persister) pendant la durée de la période du couvert de glace.

Le transport maritime est la principale source de bruit à large bande d'origine humaine dans les milieux aquatiques, et les fréquences basses peuvent rayonner sur de grandes distances et profondeurs. Dans les zones de trafic plus élevé, la communauté scientifique considère ce type de bruit comme un son continu (chronique) qui modifie les caractéristiques acoustiques naturelles des habitats benthiques et pélagiques (c.-à-d., paysages sonores). Une variété d'organismes utilisent les sons produits naturellement dans leurs activités vitales qui peuvent être compromises par le bruit des navires et ainsi avoir des effets sur la santé et la viabilité des organismes.

La nuit, la lumière artificielle des navires peut être détectée par les organismes dans la colonne d'eau et au-dessus de celle-ci. Cette lumière peut amener une modification du comportement, une désorientation ou le déplacement des espèces hors de leur habitat, en particulier les mammifères et les oiseaux marins.

### **Lacunes dans les connaissances**

- Les effets aigus et chroniques du bruit sur les poissons et les invertébrés (y compris les espèces commerciales).
- La capacité des organismes à s'habituer (ignorer) ou à s'adapter (modifier leur comportement) au bruit des navires, et le degré auquel ils peuvent s'habituer ou s'adapter à une nouvelle source.
- Les effets chroniques et aigus du bruit des navires sur les composants sensibles de l'écosystème.
- La caractérisation du bruit des navires de conception plus moderne; les modèles de prévision précédents pourraient être désuets.
- Les conséquences écologiques potentielles du déglacage accru dans l'Arctique, en particulier sur la faune associée à la glace et l'étendue des polynies et le moment où elles se produisent.
- Les incidences de la présence répétée de navires dans une zone.
- Les modifications possibles de la santé d'un organisme en raison du mélange vertical.

## **2. Rejets**

### **Séquences des effets**

Une variété de rejets sont associés au transport maritime, y compris les rejets opérationnels (p. ex., eau de ballast, élimination des déchets, émissions atmosphériques, eaux grises/usées, résidus de marchandises transportés en vrac et eau de cale) et les rejets fortuits ou accidentels (p. ex., cargaison perdu, salissure des coques, hydrocarbures et autres contaminants). La section (3) ci-dessous examine les déversements de pétrole catastrophiques qui sont des incidents de pollution aiguë entraînant le rejet accidentel de quantités importantes de pétrole considérées comme des incidences chroniques.

### État des connaissances sur les liens entre agents de stress et effets

Les rejets peuvent avoir une incidence sur les écosystèmes aquatiques par le rejet dans l'environnement d'espèces aquatiques envahissantes, de débris, d'hydrocarbures, de contaminants atmosphériques et aquatiques, de gaz à effet de serre, de carbone noir et de nutriments ou par l'introduction de matières biologiques (p. ex., par l'eau grise et les eaux usées).

Même si les règlements en matière d'échange d'eau de ballast se sont révélés une stratégie d'atténuation efficace, le transport maritime est considéré comme l'une des principales voies d'introduction des espèces aquatiques envahissantes par l'eau de ballast ou la salissure des coques. Les espèces aquatiques envahissantes peuvent modifier la structure et le fonctionnement de l'écosystème en raison de la modification de l'abondance et de la répartition des espèces causées par la prédation ou la concurrence pour les ressources (p. ex., nourriture, habitat).

Les débris provenant du transport maritime peuvent avoir une incidence sur la valeur adaptative et la mortalité des organismes s'ils sont ingérés (en particulier les plastiques), s'ils causent un écrasement (habitats ou espèces de fond) ou l'emmêlement d'espèces telles que les mammifères marins, les tortues de mer ou les oiseaux. Dans certains cas, les débris peuvent créer de nouveaux habitats qui peuvent être colonisés par des espèces (p. ex., les invertébrés).

Des contaminants provenant du transport maritime peuvent être rejetés dans l'environnement aquatique (p. ex., fuites chroniques), et ils peuvent avoir différentes incidences sur la valeur adaptative des organismes et même causer la mort selon leur niveau de toxicité. Les émissions atmosphériques représentent une autre source potentielle de contaminants qui peuvent modifier la qualité de l'air, à l'échelle locale comme sur de grandes distances géographiques, et qui peuvent créer des dépôts de carbone noir pouvant accélérer la fonte de la glace à l'échelle locale.

Les rejets du transport maritime peuvent comprendre des nutriments qui peuvent réduire la qualité de l'eau, créer des proliférations d'algues et même avoir des incidences potentielles sur la santé des organismes. Dans certains cas, le rejet de nutriments peut entraîner une augmentation de la productivité locale.

#### Lacunes dans les connaissances

- La quantification des fuites de pétrole et des autres rejets non intentionnels des navires.
- La quantification de la relation entre le nombre d'espèces aquatiques envahissantes rejetées dans un nouvel environnement et la probabilité de l'établissement de populations.

## 3. Déversements de pétrole

### Séquences des effets

Du pétrole peut être rejeté dans l'environnement par des rejets fortuits ou accidentels, comme le mentionne la section (2) ci-dessus, ou il peut entrer dans l'environnement lors d'un événement catastrophique en raison d'un accident de navigation (p. ex., collision, échouement). La présente section examine les incidences potentielles d'un déversement catastrophique de pétrole.

### État des connaissances sur les liens entre agents de stress et effets

Les déversements de pétrole sont possiblement l'un des événements les plus dommageables qui peuvent survenir dans un environnement aquatique, et ils auront probablement une incidence sur toute espèce ou tout habitat qui interagit avec le déversement. Les déversements de pétrole peuvent entraîner des incidences nuisibles à long terme sur l'écosystème en fonction de leur volume et de leur étendue.

Les déversements de pétrole peuvent avoir des répercussions importantes sur la valeur adaptative des organismes si les individus y sont exposés de façon interne par ingestion ou respiration. De même, la santé des organismes est influencée par l'exposition externe, p. ex., le pétrole s'attache à la fourrure ou les plumes et l'étouffement. Les voies d'exposition internes et externes peuvent finalement entraîner la mortalité et des modifications de la structure et du fonctionnement de l'écosystème.

Les déversements de pétrole peuvent également avoir une incidence sur les habitats en raison de leur étouffement; ils peuvent modifier la composition des sédiments par l'augmentation des hydrocarbures et d'autres produits chimiques, ce qui peut rendre l'habitat toxique ou inutilisable par les organismes.

### **Lacunes dans les connaissances**

- La dynamique du pétrole dans des conditions de couverture de glace; en particulier les quantités qui seraient considérées comme un « déversement ».
- Le sort et le comportement de différents hydrocarbures dans l'eau et les sédiments dans différentes conditions.
- Le suivi et l'établissement de niveaux de référence pour déterminer l'état des écosystèmes aquatiques avant le déversement.
- Les incidences chroniques du pétrole sur différents organismes.
- Les incidences potentielles des dispersants et d'autres mesures de nettoyage.

## **4. Ancrage**

### **Séquences des effets**

Un navire ancré peut créer des obstructions verticales dans la colonne d'eau ou des modifications du substrat par de l'abrasion physique ou la remise en suspension des sédiments. Les navires ancrés peuvent également augmenter l'émission de bruit et de lumière dans la zone où ils sont situés (consulter la section précédente sur les rejets) ou introduire des espèces aquatiques envahissantes dans l'environnement.

### **État des connaissances sur les liens entre agents de stress et effets**

Les obstructions verticales causées par la chaîne de l'ancre sont particulièrement préoccupantes pour les mammifères marins et les gros poissons (p. ex., les requins). De nombreux navires ancrés dans la même zone côtière (p. ex., en attendant de s'amarrer à un port) peuvent créer une « forêt » de telles obstructions. Ces obstructions verticales peuvent entraîner des blessures par des collisions, une modification du comportement et un déplacement potentiel. Les ancres et les chaînes peuvent également agir comme vecteurs pour les espèces aquatiques envahissantes en fournissant un habitat à ces organismes.

Si un navire n'est pas bien ancré, l'action du vent et des vagues peut faire bouger le navire, tirant ainsi l'ancre et sa chaîne le long du fond. Cette activité peut entraîner la mort des organismes ou leur causer des blessures le long du chemin parcouru par l'ancre, en particulier chez les organismes statiques (p. ex., végétation, coraux, éponges). Le substrat lui-même peut être modifié par le mouvement d'une ancre ou de sa chaîne qui peut détruire l'habitat benthique ou le rendre inutilisable par les organismes benthiques. De plus, les sédiments peuvent être mis en suspension dans la colonne d'eau, ce qui peut réduire la santé des organismes par l'étouffement. La perte d'habitat entraîne généralement une abondance réduite et souvent le déclin de l'abondance ou de la composition des espèces.

### Lacunes dans les connaissances

- En général, les incidences potentielles de l'ancrage font l'objet de moins d'études que les autres aspects du transport maritime.
- La quantification des effets de l'ancrage dépend de la taille et de la longueur des ancres et des chaînes, de la distance qui sépare les navires ancrés et du taux de répétition et de l'intervalle entre différents ancrages.
- Une compréhension plus poussée de l'ancrage ou des chaînes de l'ancre comme vecteur pour les espèces aquatiques envahissantes.
- Les effets de l'ancrage sur la faune et la flore benthique et les façons de les atténuer.

## 5. Échouement

### Séquences des effets

L'échouement d'un navire se produit lorsque la coque entre en contact avec le fond, ce qui crée généralement une perturbation du substrat ou le rejet de matières (y compris des espèces aquatiques envahissantes) par le navire dans l'environnement.

### État des connaissances sur les liens entre agents de stress et effets

L'échouement entraîne le plus souvent la modification du substrat (p. ex., l'écrasement ou le creusage du fond), des dommages au biote ou son déplacement ou la remise en suspension des sédiments. Cependant, dans certains cas, les navires coulés peuvent fournir un nouvel habitat ou un habitat supplémentaire. Seuls ou combinés, ces effets peuvent entraîner des modifications de l'abondance ou de la composition des espèces.

Les rejets accidentels (p. ex., carburant, pétrole, ballast, contaminants) ou les déversements de cargaisons causés par l'échouement peuvent avoir des impacts sur l'environnement (consulter la section précédente sur les rejets).

### Lacunes dans les connaissances

- Les incidences du déversement de marchandises et de contaminants par les navires coulés ou échoués.

## Sources d'incertitude

Les renseignements sur les effets environnementaux du transport maritime comportent plusieurs facettes, et peuvent avoir des répercussions sur toutes les structures et tous les composants de l'écosystème. Par conséquent, les modèles de SdE pour les activités de transport maritime peuvent être étroitement interreliés. Même si le présent avis est axé sur les liens potentiels entre le transport maritime et l'environnement aquatique, le transport maritime peut avoir des incidences sur les composants des écosystèmes terrestres.

Bon nombre de ces liens sont peu documentés et ne permettent pas de prédire les incidences potentielles. Par conséquent, les modèles de SdE ont été élaborés à partir de l'état actuel des connaissances, y compris de nombreux liens possibles nécessitant encore une documentation plus approfondie. Peu importe les preuves disponibles, tout lien possible qui peut être soutenu par la documentation ou les avis d'experts a été inclus dans les aperçus des SdE.

Même si le présent avis n'en tient pas compte, des effets cumulatifs résultent sans aucun doute des nombreuses pressions qui devraient être prises en considération lors de la mise en place d'une approche de gestion axée sur l'écosystème.

Des lacunes précises dans les connaissances relatives à chaque composant des SdE sont évoquées dans les sections précédentes.

## CONCLUSIONS

Le présent avis scientifique fournit des conseils généraux à propos de la façon dont les activités de transport maritime peuvent avoir des incidences potentielles sur l'environnement marin et d'eau douce. Les incidences potentielles du transport maritime peuvent s'étendre à grande échelle ou être localisées, et peuvent être chroniques ou aiguës. Les effets environnementaux du transport maritime comportent plusieurs facettes, et peuvent avoir des répercussions sur toutes les structures et tous les composants de l'écosystème. Par conséquent, les modèles des SdE peuvent être étroitement interreliés ce qui entraîne donc des liens à différents niveaux. Toutefois, étant donné que la documentation de nombreux liens varie en qualité et en quantité, la prévision des SdE représente un défi. Les composants des SdE compris dans le présent avis ont été déterminés selon l'état actuel des connaissances; de nombreux liens possibles doivent encore être quantifiés de façon approfondie.

On a considéré que les composants des SdE compris dans le présent avis (c.-à-d., déplacement, rejet, déversements de pétrole, ancrage et échouement) sont indépendants des contraintes spatiales ou temporelles, et ils ne tiennent pas compte de la fréquence, de la probabilité de réalisation et de l'ampleur des incidences potentielles sur un écosystème. D'aucune façon, le présent avis ne devrait être interprété comme une évaluation des menaces ou des risques.

## AUTRES CONSIDÉRATIONS

Il existe des règlements à l'échelle nationale et internationale qui pourraient fournir de l'orientation lors de la réalisation des évaluations des risques du transport maritime ou pour choisir des mesures d'atténuation des incidences potentielles. En général, les règlements diffèrent selon la taille des navires, les plus grands navires étant souvent soumis à des règlements plus stricts que les navires plus petits.

D'autres activités anthropiques que celles associées au transport maritime peuvent avoir une incidence sur différents aspects d'un écosystème. On reconnaît que la combinaison de toutes ces activités, en plus des possibles facteurs de confusion de source naturelle, peut entraîner des incidences cumulatives sur un écosystème.

On remarque que des incidences associées aux activités de sauvetage ou d'intervention à la suite d'un déversement (p. ex., sauvetage, déploiement de barrières flottantes et de récupérateurs, etc.), qui ne sont pas compris dans le présent avis, peuvent avoir des conséquences environnementales.

Même si des engins de pêche peuvent être déployés lorsqu'un navire soit en activité, les répercussions potentielles des engins de pêche sur un écosystème ne sont pas incluses dans le présent avis. Deux processus d'avis scientifique ont précédemment été réalisés pour évaluer les incidences potentielles des engins de pêche sur les composants de l'écosystème.

Les titres de ces réunions sont les suivants :

- (i) Effets des engins de chalutage et des dragues à pétoncles sur les habitats, les populations et les communautés benthiques (2006);
- (ii) Impacts potentiels des engins de pêche (à l'exception des engins mobiles entrant en contact avec le fond) sur les communautés et les habitats marins (2010).

De même, un processus d'avis scientifique pour examiner les renseignements scientifiques sur les incidences potentielles des ondes sismiques sur les poissons, les invertébrés, les tortues de mer et les mammifères marins a été réalisé en 2004.

## SOURCES DE RENSEIGNEMENTS

Le présent avis scientifique découle du processus national d'examen par les pairs sur l'Avis scientifique sur les séquences des effets du transport maritime tenu du 1<sup>er</sup> au 3 octobre 2013 à Ottawa. Le compte rendu de cette réunion est accessible sur le [calendrier des avis scientifiques de Pêches et Océans Canada](#).

## CE RAPPORT EST DISPONIBLE AUPRÈS DU :

Secrétariat canadien de consultation scientifique (SCCS)  
Région de la capitale nationale  
Pêches et Océans Canada  
200, rue Kent, Ottawa (Ontario) K1A 0E6  
Téléphone : 613-990-0293  
Courriel : [csas-sccs@dfo-mpo.gc.ca](mailto:csas-sccs@dfo-mpo.gc.ca)  
Adresse Internet : [www.dfo-mpo.gc.ca/csas-sccs/](http://www.dfo-mpo.gc.ca/csas-sccs/)

ISSN 1919-5117

© Sa Majesté la Reine du chef du Canada, 2015



La présente publication doit être citée comme suit :

MPO. 2015. Séquences des effets du transport maritime : un aperçu. Secr. can. de consult. sci. du MPO, Avis sci. 2014/059.

*Also available in English:*

DFO. 2015. *Pathways of Effects for Shipping: An Overview*. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Sci. Advis. Rep. 2014/059.