



## AVIS SCIENTIFIQUE SUR LES SÉQUENCES DES EFFETS POUR LA NAVIGATION MARITIME AU CANADA : EFFETS BIOLOGIQUES ET ÉCOLOGIQUES



Navire de transport de marchandises à l'ancre dans l'est de l'Arctique canadien. Photo : Cathryn Murray



Carte régionale du Canada (Photo : MPO)

### Contexte

Les séquences des effets (SE) sont des modèles conceptuels qui décrivent les liens entre les activités humaines, les facteurs de stress qui y sont associés et les impacts sur l'environnement; ces modèles peuvent être établis de manière à être suffisamment vagues pour être applicables à une série d'environnements et de lieux. Le modèle de SE consiste en une représentation visuelle de la structure d'une activité, étayée par des textes justificatifs décrivant les liens entre les séquences (textes fondés sur littérature scientifique disponible et sur l'avis d'experts). Les modèles de SE sont des outils pratiques pour divers types d'évaluation environnementale (p. ex. évaluation des risques écologiques, évaluation de l'impact environnemental et évaluation des effets cumulatifs), car ils décrivent les facteurs de stress et les impacts possibles qui pourraient être inclus dans ces évaluations.

Des modèles de SE ont été élaborés pour cinq sous-activités liées au transport maritime. Ces modèles s'appuient sur, et remplacent, ceux développés dans un processus précédent (MPO 2015). Chaque modèle décrit les liens entre les sous-activités, les facteurs de stress et leurs effets à grande échelle. Les tableaux de preuves présentent des éléments justificatifs à l'appui. Grâce à ces modèles et aux éléments justificatifs, le Secteur des sciences du MPO a fourni un examen systématique des effets des activités de navigation sur les paramètres biologiques et écologiques marins, en réponse à une demande de Transports Canada. Les modèles de SE s'inscrivent dans la phase de définition de la portée d'une évaluation et n'incluent pas d'évaluation de l'ampleur de l'impact de ces activités sur des paramètres particuliers; cette évaluation aurait lieu lors d'une étape subséquente, comme l'étape de l'évaluation des risques, laquelle n'est pas le but des travaux actuels.

Le présent avis scientifique découle de la réunion de l'examen national par les pairs du 19 au 21 novembre 2019 sur l'Avis scientifique sur la séquence des effets liés à la navigation 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](#).

## RÉSUMÉ

- Les navires utilisés pour le transport maritime commercial au Canada permettent d'assurer le transport des marchandises ou des personnes par voie maritime sur les océans Arctique, Atlantique et Pacifique. En réponse à une demande de Transports Canada, la Direction des sciences du MPO a élaboré une série de modèles conceptuels de séquences des effets (SE) applicables à la navigation maritime au Canada.
- Ces modèles décrivent les liens entre les activités humaines, les facteurs de stress qui y sont associés et leurs effets sur les différents paramètres écologiques. Ils ont été établis de manière à être suffisamment vagues pour être applicables à une série d'environnements et de lieux. Les modèles conceptuels sont appuyés par des textes décrivant les liens entre les séquences (textes fondés sur la littérature scientifique disponible et sur l'avis d'experts). Le savoir autochtone et les connaissances traditionnelles n'ont pas été pris en compte dans le cadre de ces travaux.
- Les modèles SE sont des outils pratiques pour divers types d'évaluation environnementale, tels que l'évaluation des risques écologiques, l'évaluation de l'impact environnemental et l'évaluation des effets cumulatifs, car ils décrivent les facteurs de stress et les impacts possibles sur les paramètres ultimes. Bien que certains paramètres aient été définis dans le présent document dans le but d'illustrer la situation, l'évaluateur est chargé de définir de manière exhaustive les différents paramètres (par exemple, les composantes valorisées) et les facteurs de stress à inclure dans l'évaluation.
- Les modèles de SE ne comprennent pas d'évaluation de l'impact relatif ou absolu des activités sur des paramètres particuliers; cette évaluation aurait lieu lors d'une étape subséquente, comme l'étape de l'évaluation des risques.
- Le présent examen systématique des effets des activités liées à la navigation sur les écosystèmes marins comprend des modèles de SE pour cinq sous-activités (ancrage et amarrage, navire au repos, échouement et naufrage, circulation et rejet) et les facteurs de stress connexes. Des tableaux contenant des éléments justificatifs (fondés sur l'analyse documentaire et l'avis d'experts) sont fournis pour décrire les effets à grande échelle sur les paramètres écologiques génériques.
- Chaque sous-activité a été décrite en utilisant un ou plusieurs modèles de SE, afin de faciliter la gestion et la compréhension de ses différentes composantes. Toutefois, malgré ce découpage à des fins pratiques, il peut y avoir de nombreuses interactions et de nombreux chevauchements entre les activités. Le fait d'examiner chaque modèle de sous-activité de manière distincte, sans tenir compte des liens entre les éléments de la série de modèles, serait beaucoup trop réducteur.
- Les sous-activités et les facteurs de stress ont été établis en regroupant les données relatives aux activités et aux facteurs de stress établis dans le cadre du processus d'évaluation des risques du MPO et en établissant des références croisées avec l'initiative nationale d'engagement en ligne de Transports Canada, laquelle a été lancée au début de l'initiative d'évaluation des effets cumulatifs du transport maritime de Transports Canada. Des catégories générales ont été établies pour ce qui est des effets des facteurs de stress (changement dans la condition physique, mortalité et changement dans l'habitat) pour faire en sorte que la structure soit cohérente et puisse être appliquée dans toutes les régions. Les paramètres ultimes utilisés sont des exemples de paramètres écologiques généraux qui se fondent sur les groupes utilisés pour l'évaluation de la vulnérabilité de la région du Pacifique du MPO.

- Les facteurs de stress et leurs effets à grande échelle sont au centre du présent document. Les exemples de paramètres fournis ne sont pas exhaustifs et ont été choisis pour illustrer la manière dont les facteurs de stress peuvent interagir avec les caractéristiques du milieu marin. La prudence est de mise lors de l'interprétation des paramètres décrits. Dans une évaluation, les utilisateurs choisissent parmi de nombreux paramètres possibles, qui peuvent être propres à une région précise ou à une zone d'intérêt donnée. L'objectif de l'élaboration de ces paramètres était de décrire adéquatement les effets d'un facteur de stress tout en demeurant suffisamment vague pour qu'ils puissent être appliqués dans toutes les régions du Canada.
- Compte tenu du temps et des ressources dont on dispose, il n'a pas été possible, pour un petit nombre d'effets décrits dans les modèles de SE, de trouver de preuves scientifiques confirmant les répercussions possibles sur les paramètres. L'absence de preuves ne signifie pas qu'il n'y a pas d'effet. Quelles que soient les preuves disponibles, tout lien potentiel pouvant être étayé par la littérature ou l'avis d'experts a été inclus dans la SE, par souci de précaution.
- Le présent document vise le transport maritime national et international dans les eaux marines et côtières (y compris les milieux estuariens et intertidaux) des océans Arctique, Atlantique et Pacifique du Canada. Chacun de ces océans comprend trois biorégions (lesquelles se distinguent par des différences biogéographiques associées aux conditions et à la profondeur des océans). La couverture de glace n'est présente que dans l'Atlantique (de façon saisonnière) et dans l'Arctique (de façon saisonnière et pendant toute l'année). La grande industrie du transport maritime en eau douce du Canada n'est prise en compte que dans la mesure où les navires interagissent avec l'environnement marin.
- Les activités entreprises par les navires autres que le transport de marchandises ou de personnes (pêche, études sismiques, dragage, opérations portuaires [par exemple, lors de l'accostage et du mouillage]) ne sont pas prises en compte dans ce document. Les navires non commerciaux (par exemple, les embarcations de plaisance) ne sont pas non plus expressément inclus dans les modèles. Le présent document n'examine pas les effets des activités du transport maritime et des facteurs de stress sur le bien-être des êtres humains; il se limite aux biotes marins et aux habitats dans les environnements côtiers.
- Les effets cumulatifs de multiples facteurs de stress, les interactions entre les facteurs de stress et les effets indirects (tels que ceux associés au changement climatique) ne sont pas pris en compte; cependant, il ne fait aucun doute qu'il y a bel et bien des effets cumulatifs. Ceux-ci doivent être pris en compte lorsqu'on utilise les modèles de SE dans le cadre d'une évaluation ou lorsqu'on met en œuvre une approche de gestion axée sur les écosystèmes.
- Les conditions (p. ex. les niveaux de base utilisés pour mesurer le changement) n'ont pas été définies, mais doivent être clairement précisées et définies au cours de la phase d'évaluation.
- Ce document décrit les séquences d'effets possibles liées au transport maritime et fait la synthèse des éléments de preuve associés aux effets en fonction du niveau actuel de connaissance et de la réglementation. Au fur et à mesure que des preuves supplémentaires seront obtenues, notre niveau de compréhension à l'égard des effets et des impacts changera, ainsi que les pressions environnementales (par exemple, le climat), technologiques et sociales (par exemple, les mesures de gestion, la législation et la réglementation) qui les influencent. Les modèles de SE pour le transport maritime doivent être considérés comme des documents « évolutifs » et doivent être révisés et mis à jour lorsque notre compréhension des facteurs de stress change.

- Les modèles de SE ont été établis en tant qu'outil pour examiner les répercussions sur les paramètres écologiques. Cet outil peut être adapté aux paramètres sociaux, culturels et économiques.

## INTRODUCTION

Les modèles conceptuels des SE sont utilisés pour structurer et décrire la manière dont les effets d'une activité sur l'environnement se manifestent à travers une série de facteurs de stress. Ils sont établis de manière à être suffisamment vagues pour être applicables dans une série d'environnements et de lieux. Les modèles de SE sont des outils pratiques pour divers types d'évaluation environnementale, tels que l'évaluation des risques écologiques, l'évaluation de l'impact environnemental et l'évaluation des effets cumulatifs, car ils décrivent les facteurs de stress et les impacts possibles qui pourraient être inclus dans ces évaluations. Toutefois, ils ne comprennent pas d'évaluation de l'impact relatif ou absolu, de l'ampleur du changement ou du risque.

Transports Canada a demandé au Secteur des sciences du MPO d'élaborer une série de modèles de SE fondés sur les activités pour le transport maritime. Pour élaborer ces modèles, il a fallu identifier et examiner des sous-activités précises associées à la navigation commerciale dans les eaux marines canadiennes, et identifier et décrire les effets à grande échelle des facteurs de stress qui en résultent sur les paramètres écologiques globaux des écosystèmes marins. Les modèles conceptuels développés comprennent des éléments justificatifs (basés sur les connaissances scientifiques ou les avis d'experts) pour toutes les composantes (c'est-à-dire les activités, les facteurs de stress, les effets) et des liens (c'est-à-dire les activités, les facteurs de stress et l'effet des facteurs de stress), ce qui a permis d'élaborer une série de modèles qui représentent les activités, les facteurs de stress et leurs effets à grande échelle du transport maritime dans le cadre décrit.

## MÉTHODES

### Modèles des séquences des effets

Le modèle de SE consiste en une représentation visuelle de la structure d'une activité, étayée par des textes justificatifs décrivant les liens entre les séquences (fondés sur la littérature scientifique disponible). La structure du modèle, ainsi que la forme et les couleurs des composants utilisés, s'appuient sur les directives nationales du gouvernement du Canada (gouvernement du Canada 2012), qui définissent quatre niveaux principaux de composants pour un modèle conceptuel basé sur les activités : (i) activité et sous-activité d'intérêt ; (ii) facteur(s) de stress associé(s) à la sous-activité ; (iii) effet(s) du facteur de stress sur le milieu marin et (iv) liens avec les résultats (tableau 1 ; figure 1). Les liens sont les connexions entre les composants d'un modèle et sont numérotés pour permettre aux utilisateurs de localiser les justifications qui l'accompagnent.

Tableau 1 : Définitions des composantes des séquences des effets utilisées dans l'étude.

Composante	Définition	Source
Activité/Sous-activité	[traduction] Une action qui peut soumettre l'écosystème évalué à un ou plusieurs facteurs de stress	O <i>et al.</i> 2015
Facteur de stress	[traduction] Tout élément physique, chimique ou biologique qui, à un certain niveau d'intensité, est susceptible de modifier un écosystème ou un ou plusieurs de ses composants	O <i>et al.</i> 2015
Effets	[traduction] La vaste gamme de changements possibles et mesurables qui peuvent être observés	Boehlert et Gill 2010

Composante	Définition	Source
Paramètre ultime	[traduction] Attribut valorisé des entités écologiques	EPA 1998
Impacts	[traduction] Effets qui, avec un certain degré de certitude, atteignent un niveau d'importance écologique délétère	Boehlert et Gill 2010

Les activités et les facteurs de stress ont été définis en regroupant les données relatives aux activités et aux facteurs de stress établis dans le cadre du processus d'évaluation des risques du MPO. Les données relatives aux facteurs de stress ont fait l'objet de comparaisons avec les résultats du processus d'engagement de Transports Canada, par souci de cohérence et d'exhaustivité.

Les effets et les impacts ont été soigneusement définis (tableau 1); on souligne que la présence d'un effet potentiel dans un modèle n'indique pas nécessairement un impact significatif. Afin d'assurer la cohérence de la structure et de l'applicabilité des modèles dans les différentes régions, trois catégories d'effets ont été utilisées dans chaque modèle pour représenter les effets à grande échelle que les facteurs de stress peuvent avoir : changement de la condition physique, mortalité et changement de l'habitat. Seuls les effets directs ont été pris en compte, les effets indirects étant au-delà de la portée des travaux actuels.

Les exemples de paramètres sélectionnés se fondent sur des catégories de paramètres généraux utilisés dans les groupes d'évaluation de la vulnérabilité de la région Pacifique du MPO, lesquels ont été élaborés pour la planification et l'intervention en cas de déversement d'hydrocarbures (Hannah *et al.* 2017).

L'approche utilisée pour développer les modèles consistait à inclure toutes les séquences potentielles, d'abord au moyen de l'avis d'experts, puis en effectuant des recherches systématiques dans la littérature scientifique pour trouver des preuves mesurables des effets. Si les preuves à l'appui de la séquence n'étaient pas disponibles, les liens ont été conservés dans le diagramme et l'absence de preuves a été signalée dans le tableau connexe.

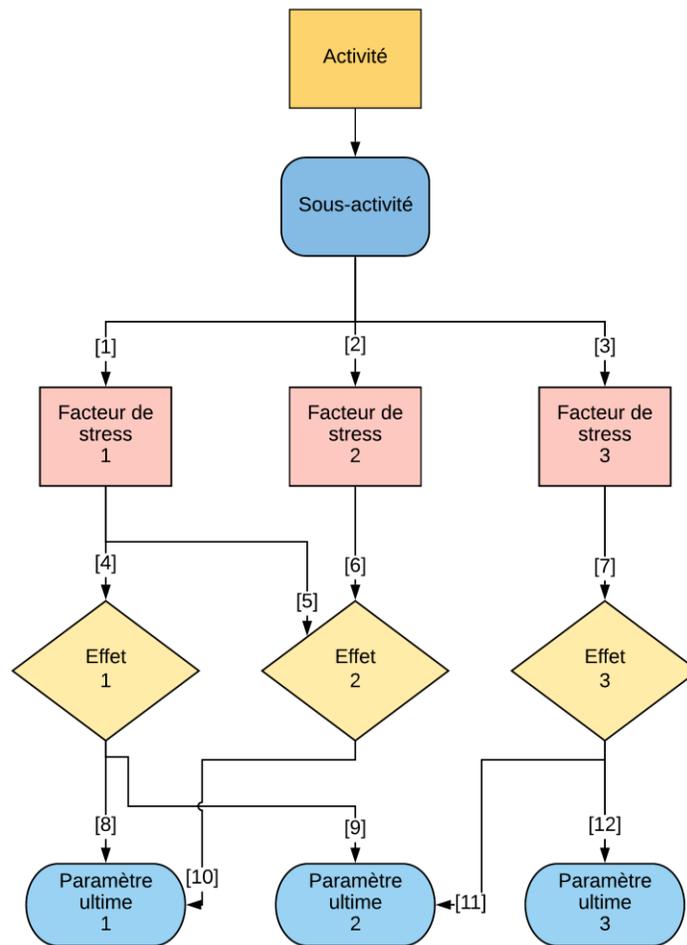


Figure 1 : Exemple de diagramme — Modèle de séquence des effets (SE) générique. Les flèches indiquent les liens entre les composants; les numéros correspondent aux liens vers les textes justificatifs.

## ÉVALUATION

### Modèles de séquences des effets pour le transport maritime

Les cinq sous-activités décrites dans les modèles (présentées dans la figure 2) s'inscrivent toutes dans le domaine du transport maritime. Ensemble, elles offrent un portrait global des SE pour le transport maritime. Des modèles distincts ont toutefois été établis pour chacune des sous-activités afin de faciliter la gestion et la compréhension des différentes composantes : ancrage et amarrage (figure 2a), navire au repos (figure 2 b), échouement et naufrage (figure 2c), circulation (figure 2 d) et rejet (figure 2e). Malgré ce découpage à des fins pratiques, il peut y avoir de nombreuses interactions et de nombreux chevauchements. Le fait d'examiner chaque modèle de sous-activité de manière distincte, sans tenir compte des liens entre les éléments de la série de modèles, serait beaucoup trop réducteur.

## a. Ancrage et amarrage

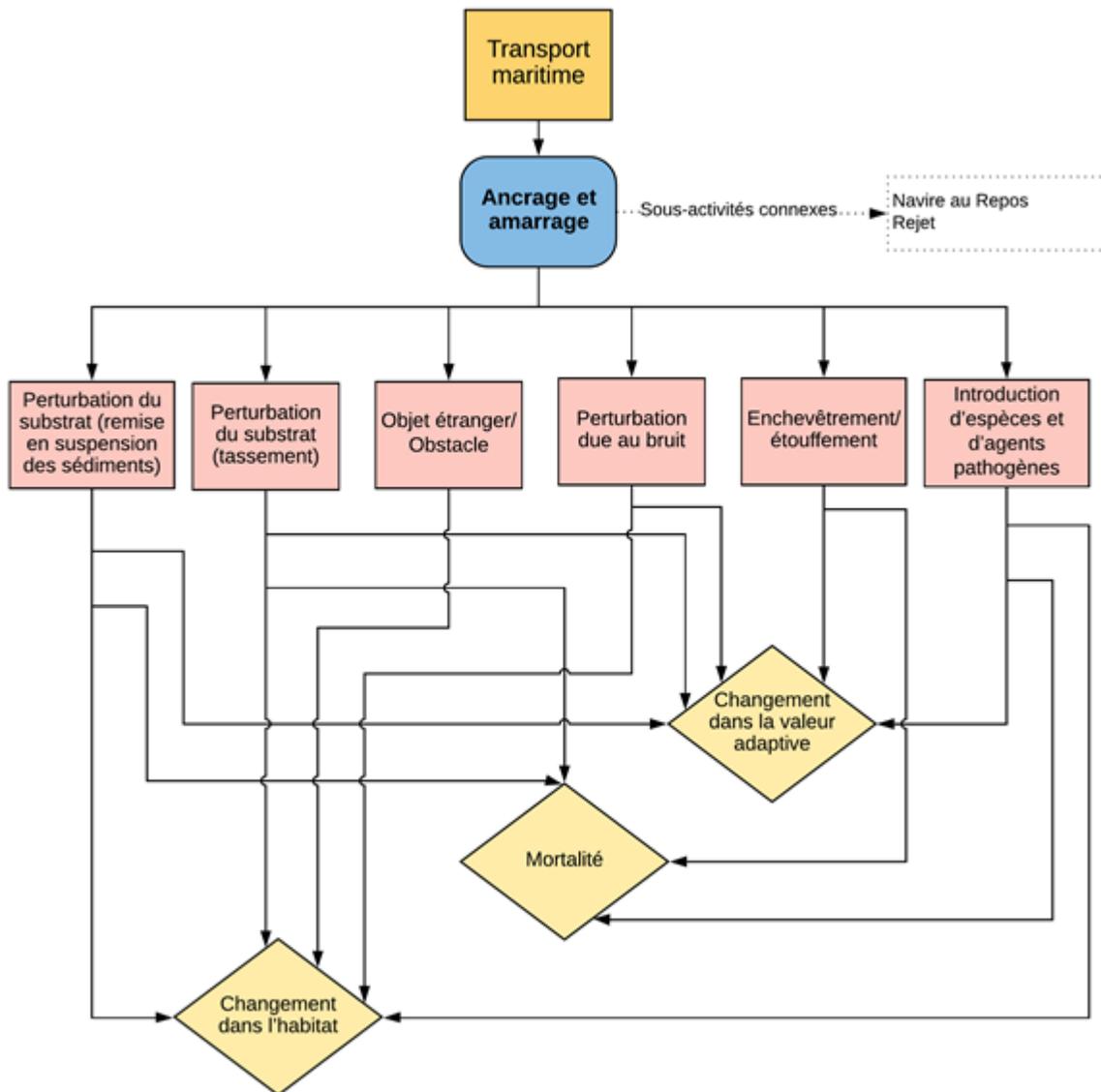


Figure 2 : Diagrammes du modèle des SE pour les sous-activités de navigation : a) ancrage et amarrage, b) navire au repos, c) échouement et naufrage, d) circulation et e) rejet. Les diagrammes comprennent des références aux sous-activités connexes afin d'identifier celles qui sont liées (encadré en pointillés). Par souci de simplification, ces diagrammes sont présentés sans liens numérotés (numéros utilisés pour établir des liens aux textes de justification à l'appui dans un modèle de SE complet).

**b. Navire au repos**

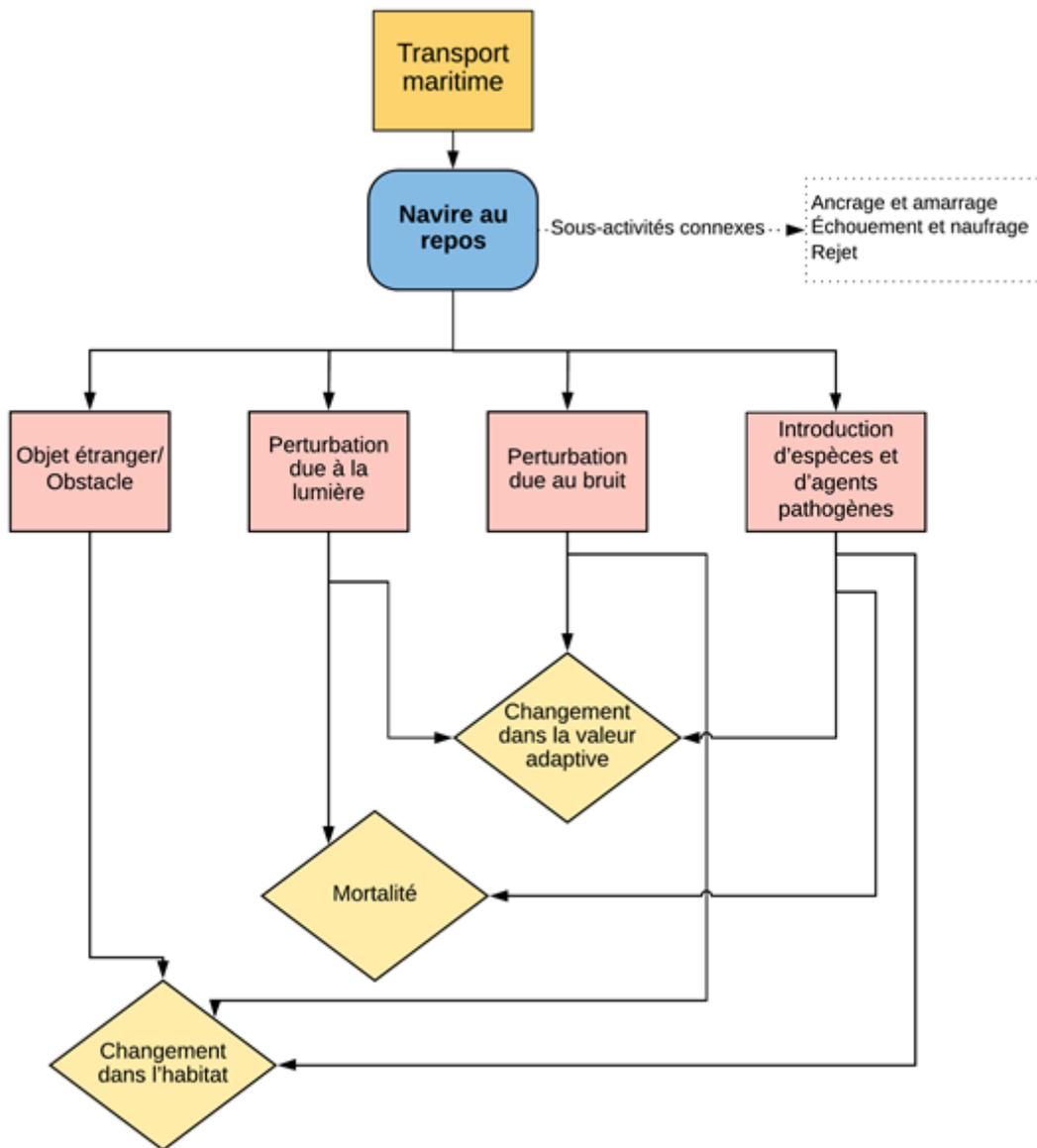


Figure 2 : Suite.

### c. Échouement et naufrage

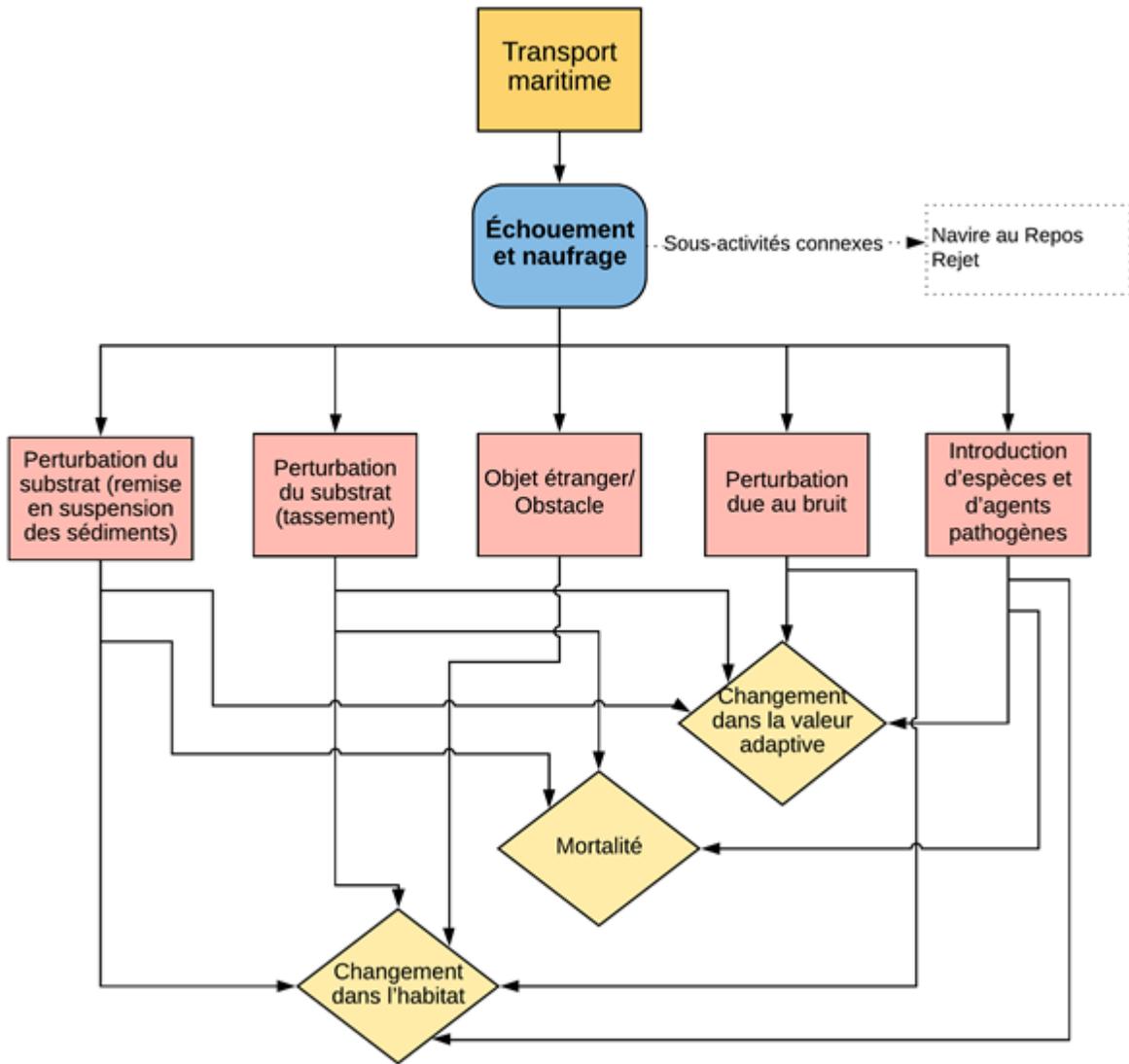


Figure 2 : Suite.

**d. Circulation**

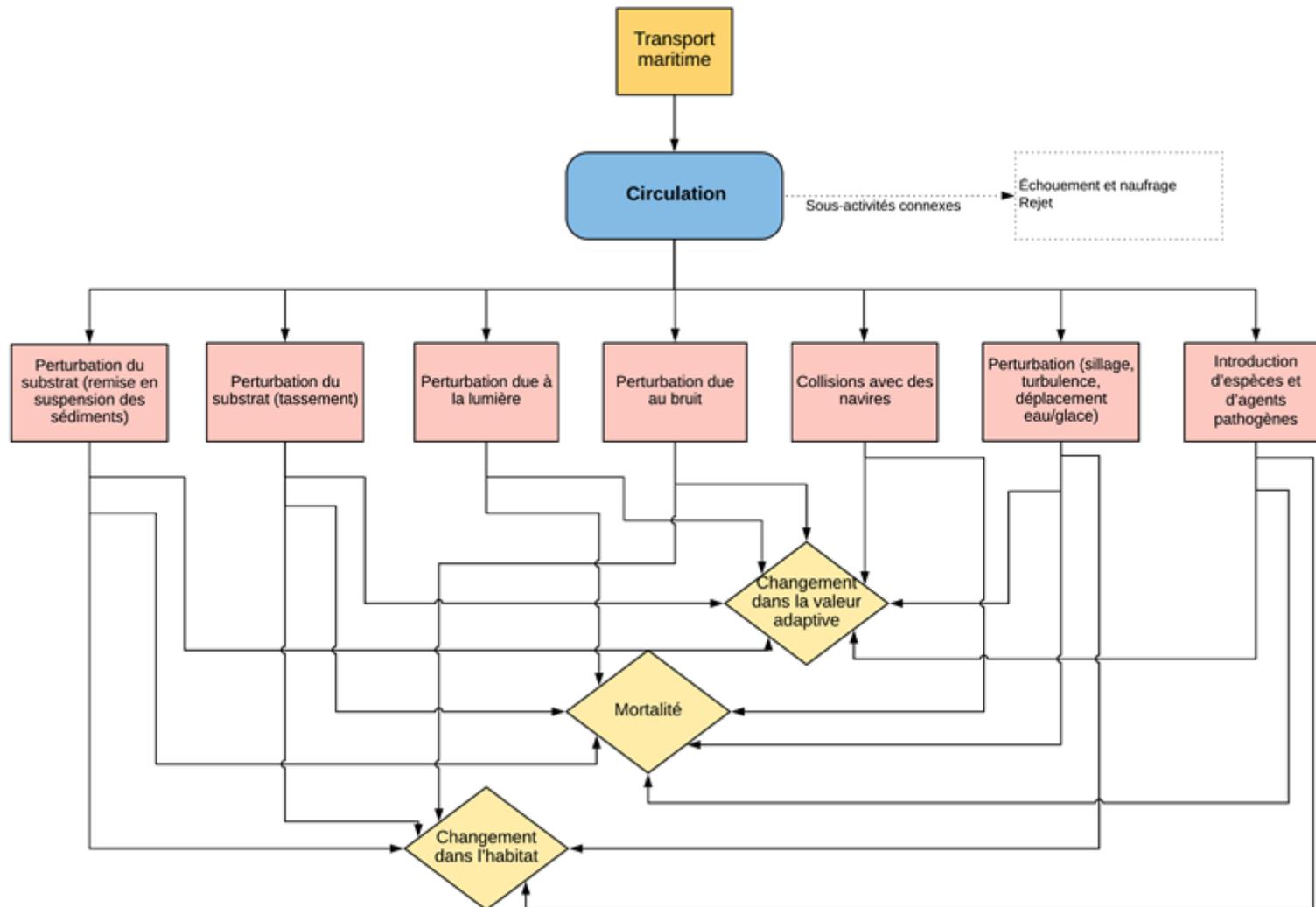


Figure 2 : Suite.

**e. Rejet**

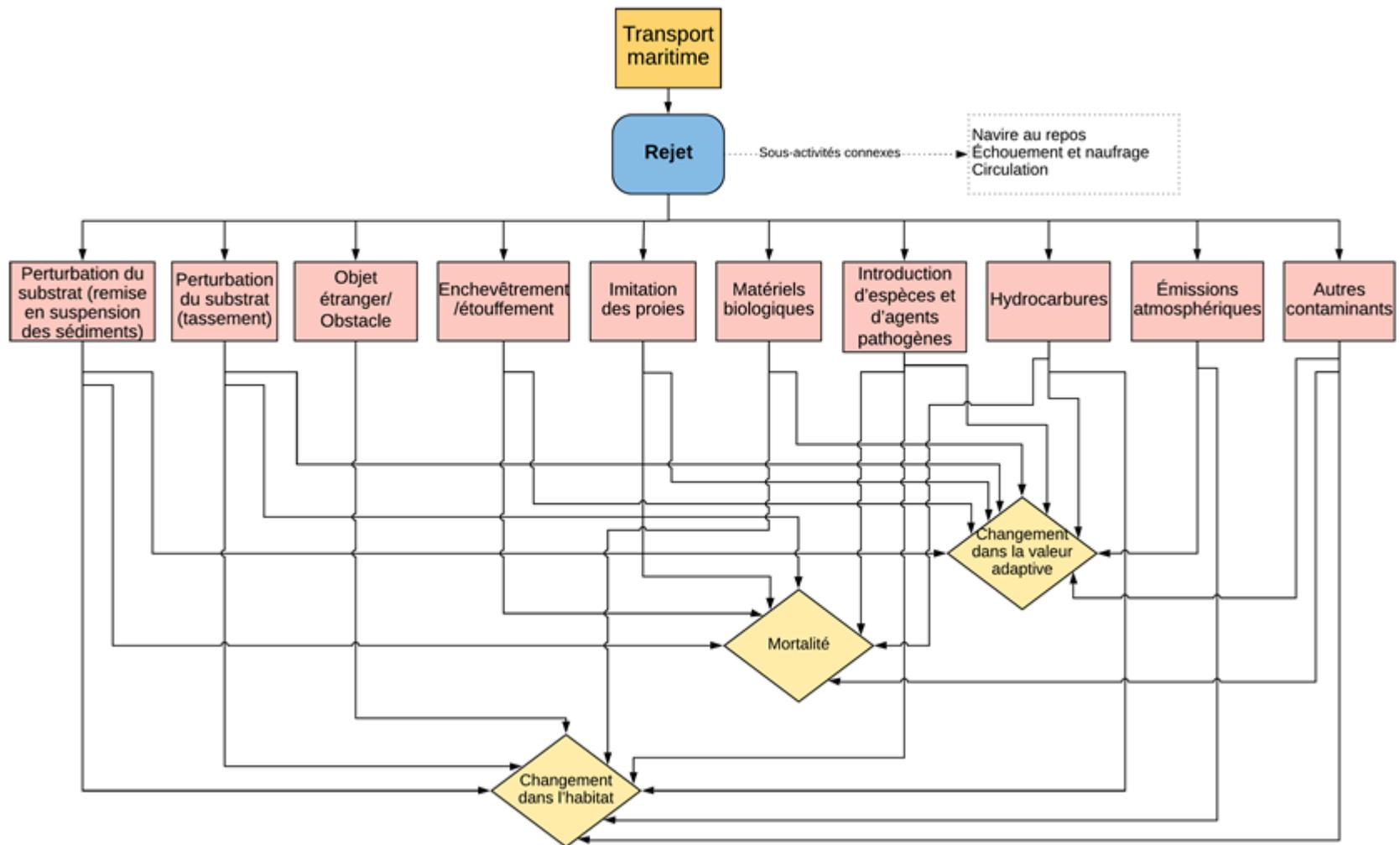


Figure 2 : Suite.

Les sous-activités, les facteurs de stress et les effets à grande échelle saisis dans chacun des modèles sont résumés dans le tableau 2.

Tableau 2 : Vue d'ensemble des sous-activités et de leurs composantes connexes (facteurs de stress et effets) dans les modèles de SE pour le transport maritime (effets : F=changement dans la valeur adaptative, M=mortalité, H=changement dans l'habitat).

Sous activité	Facteurs de stress	Effets			
		F	M	H	
Ancrage et amarrage	Perturbation du substrat (remise en suspension des sédiments)	✓	✓	✓	
Sous-activités connexes : <i>Navire au repos</i> <i>Rejet</i>	Perturbation du substrat (tassement)	✓	✓	✓	
	Objet étranger/Obstacle			✓	
	Perturbation due au bruit	✓		✓	
	Enchevêtrement/étouffement	✓	✓		
	Introduction d'espèces et d'agents pathogènes	✓	✓	✓	
Navire au repos	Objet étranger/Obstacle			✓	
	Perturbation due à la lumière	✓	✓		
	Perturbation due au bruit	✓		✓	
	Introduction d'espèces et d'agents pathogènes	✓	✓	✓	
Échouement et naufrage	Perturbation du substrat (remise en suspension des sédiments)	✓	✓	✓	
	Perturbation du substrat (tassement)	✓	✓	✓	
	Sous-activités connexes : <i>Navire au repos</i> <i>Rejet</i>	Objet étranger/Obstacle			✓
		Perturbation due au bruit	✓		✓
		Introduction d'espèces et d'agents pathogènes	✓	✓	✓
Circulation	Perturbation du substrat (remise en suspension des sédiments)	✓	✓	✓	
	Sous-activités connexes : <i>Échouement et naufrage</i> <i>Rejet</i>	Perturbation du substrat (tassement)	✓	✓	✓
		Perturbation due à la lumière	✓	✓	
		Perturbation due au bruit	✓		✓
		Collisions avec des navires	✓	✓	
		Perturbation (sillage, turbulence, déplacement eau/glace)	✓	✓	✓
		Introduction d'espèces et d'agents pathogènes	✓	✓	✓
Rejet	Perturbation du substrat (remise en suspension des sédiments)	✓	✓	✓	
	Sous-activités connexes : <i>Navire au repos</i> <i>Circulation</i> <i>Échouement et naufrage</i>	Perturbation du substrat (tassement)	✓	✓	✓
		Objet étranger/Obstacle			✓
		Enchevêtrement/étouffement	✓	✓	
		Imitation des proies	✓	✓	
		Matériels biologiques	✓		✓
		Introduction d'espèces et d'agents pathogènes	✓	✓	✓
		Hydrocarbures	✓	✓	✓
		Émissions atmosphériques	✓		✓
		Autres contaminants	✓	✓	✓

## Sources d'incertitude

- Les éléments inconnus sont identifiés dans la description de chaque modèle et sont également saisis dans des tableaux de preuves, où les données connues (ou inconnues) pour un lien donné sont décrites.
- Les effets d'un déversement accidentel de marchandise ou de carburant dépendent grandement du type de marchandise, du carburant, de son volume et de l'écosystème local touché. Le facteur de stress « autres contaminants » dans le modèle de SE pour les rejets présenté ici comprend différents types de marchandises et de combustibles ayant des effets et des impacts différents sur les paramètres écologiques. Il devrait être examiné plus en détail lors d'une évaluation.
- Compte tenu du temps et des ressources dont on dispose, il n'a pas été possible, pour un petit nombre d'effets décrits dans les modèles, de trouver de preuves scientifiques confirmant les répercussions possibles sur les paramètres. L'absence de preuves ne signifie pas qu'il n'y a pas d'effet. Quelles que soient les preuves disponibles, tout lien potentiel pouvant être étayé par la littérature ou l'avis d'experts a été inclus dans la SE, par souci de précaution.
- On sait que certains facteurs de stress associés au transport maritime (par exemple, les émissions atmosphériques) ont des effets indirects sur le climat; toutefois, les effets complexes et variés du changement climatique mondial n'ont pas été pris en compte dans les modèles.
- La définition des niveaux de base en matière d'environnement (par exemple, les niveaux de base historiques [un point de référence temporel] ou des niveaux de base écologiques [un système « vierge » ou « modifié »]), ainsi que les niveaux de base changeants, créent une incertitude tant pour le modèle de SE que pour son application dans les évaluations (par exemple, si on compare les effets de l'ancrage dans des zones d'ancrage très fréquentées et utilisées depuis longtemps, par rapport à des zones plus récentes et moins fréquentées). Lorsqu'on applique les modèles de SE dans un contexte spécifique, il est important de définir clairement les conditions de base en fonction desquelles les changements seront mesurés.
- Les effets cumulatifs de multiples facteurs de stress, les interactions entre les facteurs de stress et leurs effets indirects (par exemple, les effets associés au changement climatique) n'ont pas été inclus dans les modèles; il ne fait aucun doute que ces effets sont réels et peuvent constituer des éléments importants à prendre en compte dans une évaluation ou lors de la mise en œuvre d'une approche de gestion axée sur les écosystèmes.
- Les preuves justificatives fournies dans le présent document ne comprennent pas les connaissances indigènes, traditionnelles ou locales, car celles-ci n'entraient pas dans le cadre de la demande du présent travail. Ces sources de connaissances fourniront des preuves ou une compréhension accrue des conditions existantes, notamment des références environnementales pour les évaluations ultérieures.
- Ce document décrit les séquences d'effets possibles liées au transport maritime et fait la synthèse des éléments de preuve associés aux effets en fonction du niveau actuel de connaissance et de la réglementation. Au fur et à mesure que des preuves supplémentaires seront obtenues, notre niveau de compréhension à l'égard des effets et des impacts changera, ainsi que les facteurs environnementaux (par exemple, le climat), technologiques et sociaux (par exemple, les mesures de gestion, la législation et la réglementation) qui les influencent. Les modèles de SE pour le transport maritime doivent être considérés comme

des documents « évolutifs » et doivent être révisés et mis à jour lorsque notre compréhension des facteurs de stress change.

## CONCLUSIONS ET CONSEILS

Les modèles SE permettent à l'utilisateur de définir un système particulier de manière claire et structurée au moyen de représentations graphiques et de preuves scientifiques connexes (Canada 2012). La série de modèles établis pour le transport maritime dans le cadre du présent document permet d'identifier les composantes connues et les liens entre les différentes séquences. Ceux-ci décrivent comment les facteurs de stress associés aux cinq sous-activités peuvent entraîner des effets à grande échelle sur des paramètres génériques. Chaque composante est appuyée par des éléments de preuve scientifiques et/ou des avis d'experts; les zones d'incertitude sont identifiées. L'établissement de modèles constitue la première étape de la phase de définition de la portée d'une évaluation et sert principalement à s'assurer que toutes les activités et tous les facteurs de stress ont été bien recensés et décrits, et que toutes les séquences des effets sont prises en compte. Une fois que les paramètres spécifiques de l'évaluation (qui peuvent être constitués d'une ou plusieurs composantes valorisées) sont identifiés, l'utilisateur peut déterminer les types de facteurs de stress et d'effets qui peuvent être applicables à ce paramètre spécifique. La création de modèles de SE a été recommandée comme première étape de l'évaluation des risques (O et al. 2015) et est utilisée explicitement dans les évaluations des effets cumulatifs (Murray et al. 2019). Il est important de faire preuve de prudence lors de l'application de ces modèles relatifs au transport maritime au cours d'une évaluation, car les effets indirects et les effets cumulatifs (interactions) n'ont pas été pris en compte.

- Les conditions (p. ex. les niveaux de base utilisés pour mesurer le changement) n'ont pas été définies dans les modèles, mais doivent être clairement précisées et définies au cours d'une phase d'évaluation.
- Les effets cumulatifs de multiples facteurs de stress, les interactions entre les facteurs et leurs effets indirects (par exemple les effets associés au changement climatique) n'ont pas été inclus; il ne fait aucun doute que ces effets sont réels et peuvent constituer des éléments importants à prendre en compte dans une évaluation ou lors de la mise en œuvre d'une approche de gestion axée sur les écosystèmes.
- Les facteurs de stress et leurs effets à grande échelle sont au centre du présent document. Les exemples de paramètres fournis ne sont pas exhaustifs et ont été choisis pour illustrer la manière dont les facteurs de stress peuvent interagir avec les caractéristiques du milieu marin. La prudence est de mise lors de l'interprétation des paramètres décrits. Dans une évaluation, les utilisateurs choisissent parmi de nombreux paramètres possibles, qui peuvent être propres à la région précise ou à la zone d'intérêt donnée. L'objectif de l'élaboration de ces paramètres était de décrire adéquatement les effets d'un facteur de stress tout en demeurant suffisamment vague pour qu'ils puissent être appliqués dans toutes les régions du Canada.
- Les modèles de SE pourraient être utilisés pour divers processus et évaluations, notamment l'évaluation de l'impact environnemental, l'évaluation des effets cumulatifs, l'évaluation des risques, et dans un certain nombre de contextes de gestion (par exemple, gestion des espèces en péril, planification spatiale marine et gestion des écosystèmes).
- Ce document décrit les séquences possibles liées au transport maritime et fait la synthèse des éléments de preuve associés aux effets en fonction du niveau actuel de connaissance et de la réglementation. Au fur et à mesure que des preuves supplémentaires seront

obtenues, notre niveau de compréhension à l'égard des effets et des impacts changera, ainsi que les facteurs environnementaux (par exemple, le climat), technologiques et sociaux (par exemple, les mesures de gestion, la législation et la réglementation) qui les influencent. Les modèles de SE pour le transport maritime doivent être considérés comme des documents « évolutifs » et doivent être révisés et mis à jour lorsque notre compréhension des facteurs de stress change.

## AUTRES CONSIDÉRATIONS

- Pour bien comprendre les effets de l'industrie maritime dans un secteur donné, il faut inclure d'autres activités connexes, telles que les activités portuaires et la construction d'infrastructures.
- Bien que les paramètres sociaux, culturels et économiques dépassent la portée des présents travaux, les modèles de SE pourrait être élargis pour tenir compte de ces types de paramètres.
- La présentation des émissions atmosphériques comme un facteur de stress unique dans le modèle de SE pour la sous-activité de rejet pourrait empêcher de bien saisir les diverses façons dont les émissions atmosphériques peuvent se manifester et affecter les écosystèmes marins. Dans une évaluation, il est notamment important de prendre en compte les effets indirects des émissions atmosphériques et leur contribution à des processus plus vastes tels que le changement climatique et l'acidification des océans. De même, les contaminants (autres que les produits pétroliers) sont représentés par un seul facteur de stress malgré la diversité des types de contaminants (par exemple, les biphényles polychlorés [BCP], les hydrocarbures aromatiques polycycliques [HAP], les métaux, etc.) et leurs effets spécifiques.
- La prochaine étape logique serait d'adapter les modèles à une échelle régionale ou locale pour les utiliser dans les évaluations. Ce processus comprendrait l'identification de paramètres spécifiques et la sélection de sous-activités et de facteurs de stress appropriés, ainsi que l'intégration des connaissances indigènes et locales dans le processus.
- Les modèles ne sont qu'une partie de la phase de définition de la portée d'une évaluation; l'autre aspect principal est l'identification et la sélection des principaux paramètres écologiques, sociaux ou culturels (composantes valorisées- CV); ceux-ci pourront être choisis et évalués à l'aide des critères appropriés associés à ces composantes.
- Les facteurs de stress identifiés dans les modèles peuvent être comparés aux composantes valorisées pour déterminer où se produisent les interactions afin d'aider à déterminer ce qui doit être inclus dans une évaluation.
- Les modèles sont destinés à être utilisés au cours de la phase de définition de la portée des évaluations (p. ex. l'initiative d'évaluation des effets cumulatifs de la navigation maritime de Transports Canada). En effet, les modèles sont un des éléments qui s'inscrivent dans la phase de définition de la portée des évaluations. L'évaluation subséquente à la phase de définition de la portée peut ensuite permettre d'évaluer les effets de l'activité et des facteurs de stress sur des éléments précis présentant un intérêt. À titre d'exemple, au moment de la rédaction du présent document, un cadre national d'évaluation des effets cumulatifs pour le transport maritime est en cours d'élaboration dans le cadre de l'initiative susmentionnée de Transports Canada. Ce cadre décrit dans les grandes lignes les différentes phases et étapes prévues, y compris les étapes supplémentaires de définition de la portée identifiées ci-dessus, et peut être utilisé pour entreprendre les évaluations.

- Une phase d'évaluation viserait à évaluer les répercussions des facteurs de stress sur les composantes valorisées, individuellement et/ou de manière combinée; cette évaluation pourrait être qualitative, semi-quantitative ou entièrement quantitative. Les facteurs de stress peuvent être évalués en fonction de caractéristiques telles que l'intensité, la fréquence et l'échelle spatiale et peuvent être classés, estimés ou modélisés pour la région concernée. Les conséquences sur les CV sont évaluées à l'aide de variables telles que le degré d'effet sur événements (condition physique, mortalité et habitat), la durée de l'effet et le degré des répercussions (individu, population, espèce). Les conséquences indirectes peuvent être introduites dans la phase d'évaluation afin de prendre pleinement en compte les effets d'une activité sur les composantes valorisées d'intérêt.

## LISTE DES PARTICIPANTS DE LA RÉUNION

Nom	Prénom	Organisation
Burton	Sara	Transports Canada
Clarke	Keith	MPO, Secteur des sciences, Terre-Neuve et Labrador
Doucette	Paula	Transports Canada
Galbraith	Lindsay	Conseil de la nation Haïda
Hannah	Lucie	MPO, Secteur des sciences, Pacifique
Herbert	James	Première Nation Gitxaala
Herborg	Matthias	MPO, Secteur des sciences, Pacifique
Houston	Kim	MPO, Secteur des sciences, Pacifique
Klaver	March	MPO, Secteur des sciences, Pacifique
Lawson	Jack	MPO, Secteur des sciences, Terre-Neuve et Labrador
Lemieux	Jeffrey	MPO, Secteur des sciences
Locke	Andrea	MPO, Secteur des sciences, Pacifique
Mortimor	James	MPO, Secteur des sciences, Pacifique
Murray	Cathryn	MPO, Secteur des sciences, Pacifique
Nelson	Jocelyn	MPO, Secteur des sciences, Pacifique
O	Miriam	MPO, Secteur des sciences, Pacifique
Paslawski	Darcy	Administration portuaire Vancouver-Fraser
Paul	Maya	Société d'intendance des Premières nations Skeena et de la côte du nord/parteneriat pour le plan marin/Programme sur les effets cumulatifs sur la côte Nord
Paulic	Joclyn	MPO, Secteur des sciences, Région du Centre et de l'Arctique
Rear	Scott	Garde côtière canadienne
Reid	Dan	Transports Canada
Salter	Natasha	MPO, Secteur des sciences, Pacifique
Scherr	Jason	Administration portuaire de Prince Rupert

Nom	Prénom	Organisation
Taft	Spencer	Nation des Tsleil-Waututh
Templeman	Nadine	MPO, Secteur des sciences, Région de la capitale nationale
Trounce	Krista	Administration portuaire Vancouver-Fraser
Vagle	Svein	MPO, Secteur des sciences, Pacifique

## SOURCES DE RENSEIGNEMENTS

Le présent avis scientifique découle de la réunion de l'examen national par les pairs du 19 au 21 novembre 2019 sur l'Avis scientifique sur la séquence des effets liés à la navigation 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](#).

Boehlert, G.W., et Gill, A.B. 2010. Environmental and ecological effects of ocean renewable energy development : a current synthesis. *Oceanography* 23: 68–81. [document en anglais seulement]

EPA. 1998. Guidelines for Ecological Risk Assessment, Washington, DC. [document en anglais seulement]

Gouvernement du Canada, 2012. Effets cumulatifs du transport maritime. Pêches et Océans Canada. 32 pp.

Hannah, L., St. Germain, C., Jeffery, S., Patton, S., et O, M. 2017. Évaluation de la demande de la Région du Pacifique pour un Cadre national d'évaluation de la vulnérabilité des composantes biologiques du milieu marin aux déversements d'hydrocarbures provenant de navires. Secr. can. de consult. sci. du MPO - Document de recherche 2017/057 : 143. [document en anglais seulement]

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

Murray, C., Mach, M.E., et O, M. 2016. Évaluation pilote des risques pour l'écosystème en vue d'évaluer les risques cumulatifs pour les espèces dans la zone de gestion intégrée de la côte nord du Pacifique. Secr. can. de consult. sci. du MPO - Document de recherche 2016/049. vii + 59 p. [document en anglais seulement]

Murray, C., Hannah, L., Doniol-Valcroze, T., Wright, B., Stredulinsky, E., Locke, A., et Lacy, R. 2019. Évaluation des effets cumulatifs sur les populations d'épaulards résidents du nord et du sud dans le Pacifique Nord-Est. Secr. can. de consult. sci. du MPO - Document de recherche 2019/056 : 88.

O, M. Martone, R., Hannah, L., Greig, L., Boutillier, J., et Patton, S. 2015. Cadre d'évaluation du risque écologique pour la gestion écosystémique des océans dans la région du Pacifique. Secr. can. de consult. sci. du MPO - Document de recherche 2014/072.vii + 59 p. [document en anglais seulement]

**CE RAPPORT EST DISPONIBLE AUPRÈS DU :**

Centre des avis scientifiques (CAS)  
Région de la capitale nationale  
Pêches et Océans Canada  
200, rue Kent  
Ottawa (Ontario) K1A 0E6  
Téléphone : 613-990-0194  
Courriel : [csas-sccs@dfo-mpo.gc.ca](mailto:csas-sccs@dfo-mpo.gc.ca)  
Site Web : [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, 2020



La présente publication doit être citée comme suit :

MPO. 2020. Avis scientifique sur les séquences des effets pour la navigation maritime au Canada : Effets biologiques et écologiques. Secr. can. de consult. sci. du MPO, Avis sci. 2020/030.

*Also available in English:*

*DFO. 2020. Science Advice for Pathways Of Effects for Marine Shipping In Canada: Biological and Ecological Effects. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Sci. Advis. Rep. 2020/030*