

5 ÉVALUATION DES EFFETS ÉCOLOGIQUES FONDÉE SUR LA MODÉLISATION STOCHASTIQUE DES DÉVERSEMENTS DE PÉTROLE

5.1 Concepts de modélisation stochastique

La modélisation stochastique de l'évolution et de la migration des déversements de pétrole a été effectuée par Tetra Tech EBA pour des déversements hypothétiques à la suite d'accidents liés à la navigation maritime en 33 endroits de la baie de Fundy, et de déversements au terminal maritime. La modélisation stochastique et les résultats sont décrits à l'annexe C. Les accidents de la navigation maritime se fondaient sur de potentiels échouements et collisions résultant en une gamme de volumes de pétrole déversé provenant de divers types de navires, notamment des pétroliers Aframax, Suezmax et TGTB. Les accidents au terminal maritime se fondaient sur une défaillance éventuelle de la jetée sur chevalets à la suite du heurt d'un navire, et d'une défaillance d'un bras de chargement pendant les opérations de transfert de la cargaison. Les accidents au terminal maritime comme les accidents de la navigation maritime tenaient compte de trois produits pétroliers représentatifs, pétrole brut léger (BAK), moyen (HSB) et lourd (WCS), et de deux saisons (la saison plus chaude représentant le printemps et l'été, et la saison plus froide représentant l'automne et l'hiver). Le choix des produits pétroliers bruts représentatifs est abordé à la section 3.3 et les volumes des déversements pour chaque type d'accident, navigation maritime et terminal maritime, sont abordés à la section 3.2.3. La variabilité et les conditions environnementales saisonnières dans la baie de Fundy sont décrites à la section 4.2.3.

Les sections suivantes décrivent les résultats de l'analyse stochastique concernant les divers scénarios hypothétiques de déversement de pétrole brut. La section 5.4 décrit les effets potentiels sur l'environnement d'accidents de la navigation de plus petite et plus grande envergure. La section 5.5 décrit les effets potentiels sur l'environnement de la défaillance d'un bras de chargement ou d'un endommagement de la jetée sur chevalets qui transporte le pétrole brut jusqu'à la plateforme de chargement. Les résultats dans chaque section tiennent compte des effets de la taille du déversement (c.-à-d. déversements plus petits et plus importants), de la saison (c.-à-d. saison plus chaude et saison plus froide), ainsi que de la catégorie de brut (léger, moyen ou lourd). Toute l'analyse stochastique tient compte des effets des diverses conditions météorologiques et de marée sur l'évolution du pétrole brut déversé. La section 5.6 donne les résultats de la modélisation stochastique des effets et de l'évolution du déversement.

5.2 Visualisation et interprétation des résultats de la modélisation stochastique

Comme il est indiqué à la section 4, le risque se définit souvent comme étant le produit de deux facteurs distincts :

- la probabilité ou la vraisemblance qu'un accident survienne
- l'ampleur des conséquences si un accident survient

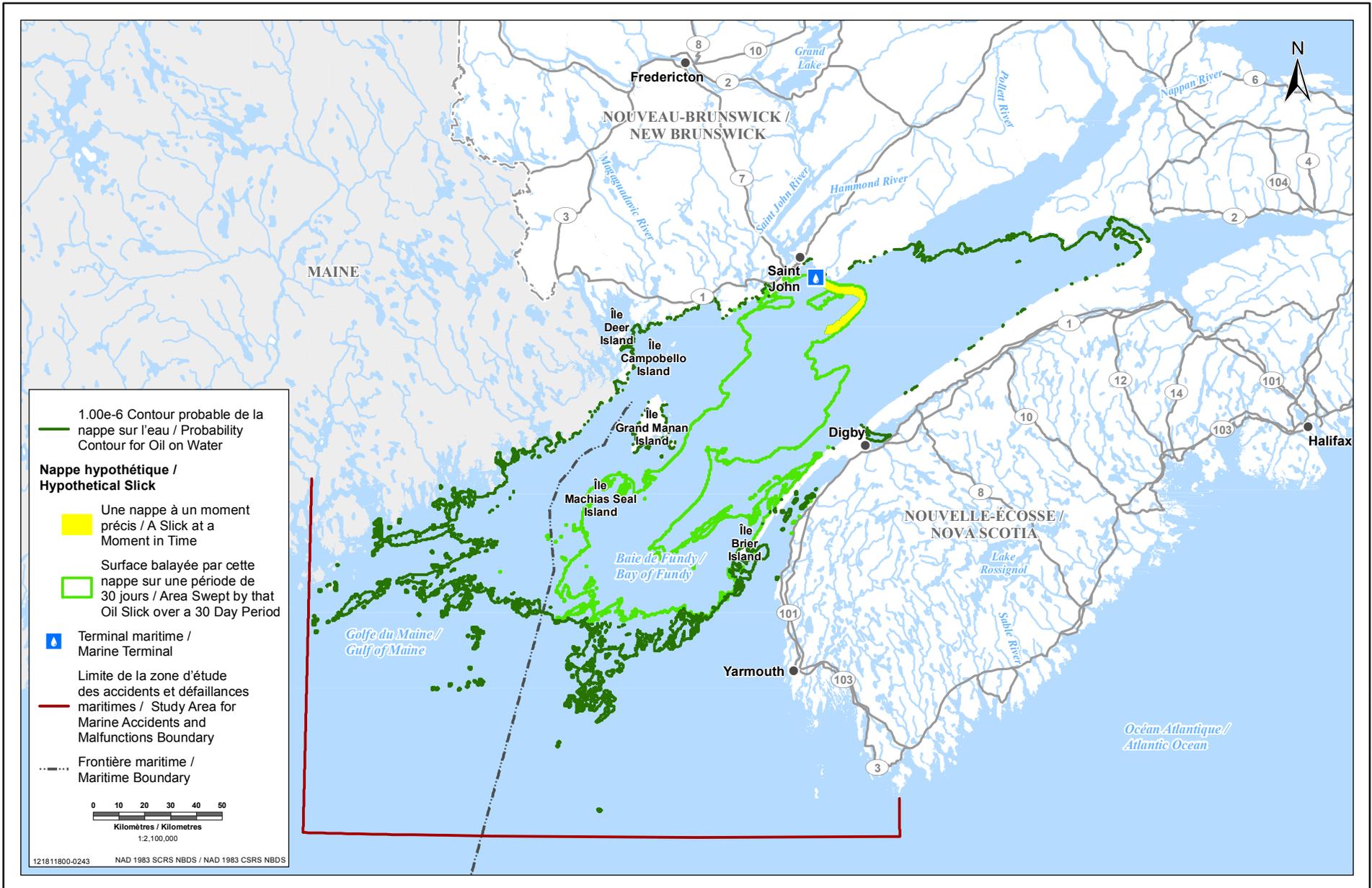
Dans la présente évaluation stochastique des risques écologiques découlant de déversements hypothétiques de pétrole brut dans la baie de Fundy, la probabilité ou vraisemblance qu'un accident survienne est tirée des travaux de DNV GL, par le biais de l'évaluation TERMPOL 3.15 des risques associés à l'exploitation d'un terminal maritime et à la circulation de pétroliers dans la baie de Fundy (DNV GL, 2015), et par les calculs additionnels des risques entrepris par DNV GL, en particulier pour appuyer l'ERSHE (annexe A). Par ces analyses, le risque d'un incident au terminal maritime ou mettant en cause un pétrolier partiellement ou totalement chargé, ce qui pourrait mener à une perte de confinement de pétrole brut, est exprimé sous la forme de la fréquence potentielle annuelle de tels événements, avec des unités d'années⁻¹. Dans ce contexte, un événement dont on estime la fréquence annuelle à $1,00 \times 10^{-4}$ par année peut aussi être interprété comme ayant une vraisemblance de survenir de 1/10 000 au cours d'une année donnée, ou d'un « intervalle de récurrence » de 10 000 ans.

La modélisation stochastique donne une façon d'estimer la vraisemblance que du pétrole brut touche une section donnée du rivage maritime, ou de n'importe quelle zone de la surface de l'océan, dans la baie de Fundy. En exécutant de multiples simulations de déversement de pétrole brut (chacun représentant une combinaison différente du type de pétrole, de la saison ainsi que des conditions météorologiques et de marée), on peut explorer la gamme complète des conséquences et comportements d'éventuels déversements de pétrole. Par exemple, si l'on prend des déversements qui pourraient survenir au terminal maritime, selon les conditions météorologiques au moment de l'accident, le pétrole brut déversé pourrait être poussé jusqu'au rivage près du terminal maritime, ou il pourrait être poussé dans la baie de Fundy jusqu'à la côte de la Nouvelle-Écosse. La modélisation stochastique est une façon de représenter les diverses possibilités d'évolution du pétrole brut déversé, et de les exprimer en termes de quantité d'habitat pour les récepteurs écologiques qui est potentiellement exposée à du pétrole brut, et la vraisemblance ou la probabilité d'une telle exposition.

Les nappes de pétrole brut ne sont pas statiques, mais elles changent d'endroit, de zone et d'épaisseur au fil du temps, en réaction à des forces externes comme la dispersion gravitationnelle, le vent, la marée et l'altération. À des fins d'illustration, la figure 5-1 indique l'endroit simulé d'une hypothétique nappe de pétrole brut 24 heures après un rejet accidentel. Elle illustre également la superficie globale qui pourrait être balayée par le pétrole brut après ce rejet accidentel sur une période de 30 jours après le rejet (sans tenir compte d'activités liées à l'atténuation ou au rétablissement après le déversement). Selon l'illustration, la superficie occupée par une nappe de pétrole brut à n'importe quel moment est considérablement plus petite que celle qui est balayée par le pétrole brut au cours d'une période plus longue.

Il en va de même pour les déversements de pétrole brut dans des conditions environnementales différentes. Là où la figure 5-1 illustre la superficie balayée par le pétrole brut après un seul rejet hypothétique de pétrole brut (dans des conditions définies de température et de marée), la même quantité de brut rejetée au même endroit dans des conditions différentes de température et de marée pourrait manifester un comportement nettement différent. La figure 5-2 illustre la superficie qui pourrait être balayée par le pétrole brut au cours d'une période de 30 jours après le premier déversement hypothétique de pétrole brut, superposée sur la superficie balayée par la même quantité de pétrole brut rejetée au même endroit dans des conditions météorologiques différentes. Ces deux figures illustrent les superficies globales résultant de la superposition de 303 rejets hypothétiques individuels de pétrole brut, un tel rejet survenant toutes les 29 heures au cours d'une année de conditions météorologiques et de marée enregistrées dans la baie de Fundy. Comme l'illustrent la figure 5-1 et la figure 5-2, la superficie globale qui pourrait éventuellement être balayée par le pétrole brut déversé (lorsque les conditions météorologiques et de marée en vigueur au moment du déversement ne sont pas connues) est importante comparativement à la superficie qui serait balayée par le pétrole lors d'une simulation individuelle (lorsque les conditions météorologiques et de marée peuvent être définies), et très importante comparativement à la superficie couverte par une nappe de pétrole à n'importe quel moment après le rejet.

Les résultats de la modélisation stochastique illustrent « l'empilage » de scénarios individuels de déversements de pétrole (c.-à-d. les empreintes de la nappe pour de multiples intervalles de temps) qui s'étendent sur une période de simulation de 30 jours, comme il est décrit à la section 4.2.5. Comme tels, les résultats stochastiques présentent l'empreinte de l'endroit où un déversement de pétrole pourrait éventuellement aller en vertu d'une gamme de conditions environnementales représentatives survenant au cours d'une année. L'analyse stochastique ne représente pas l'endroit où le pétrole irait en vertu d'un scénario précis de déversement, en vertu d'un ensemble précis de conditions environnementales suivant un déversement à une date et une heure précises. Les résultats de l'évaluation du risque pour trois ensembles de résultats d'une modélisation déterministe des déversements de pétrole seront présentés séparément.



PROJET OLÉODUC ÉNERGIE EST / ENERGY EAST PIPELINE PROJECT

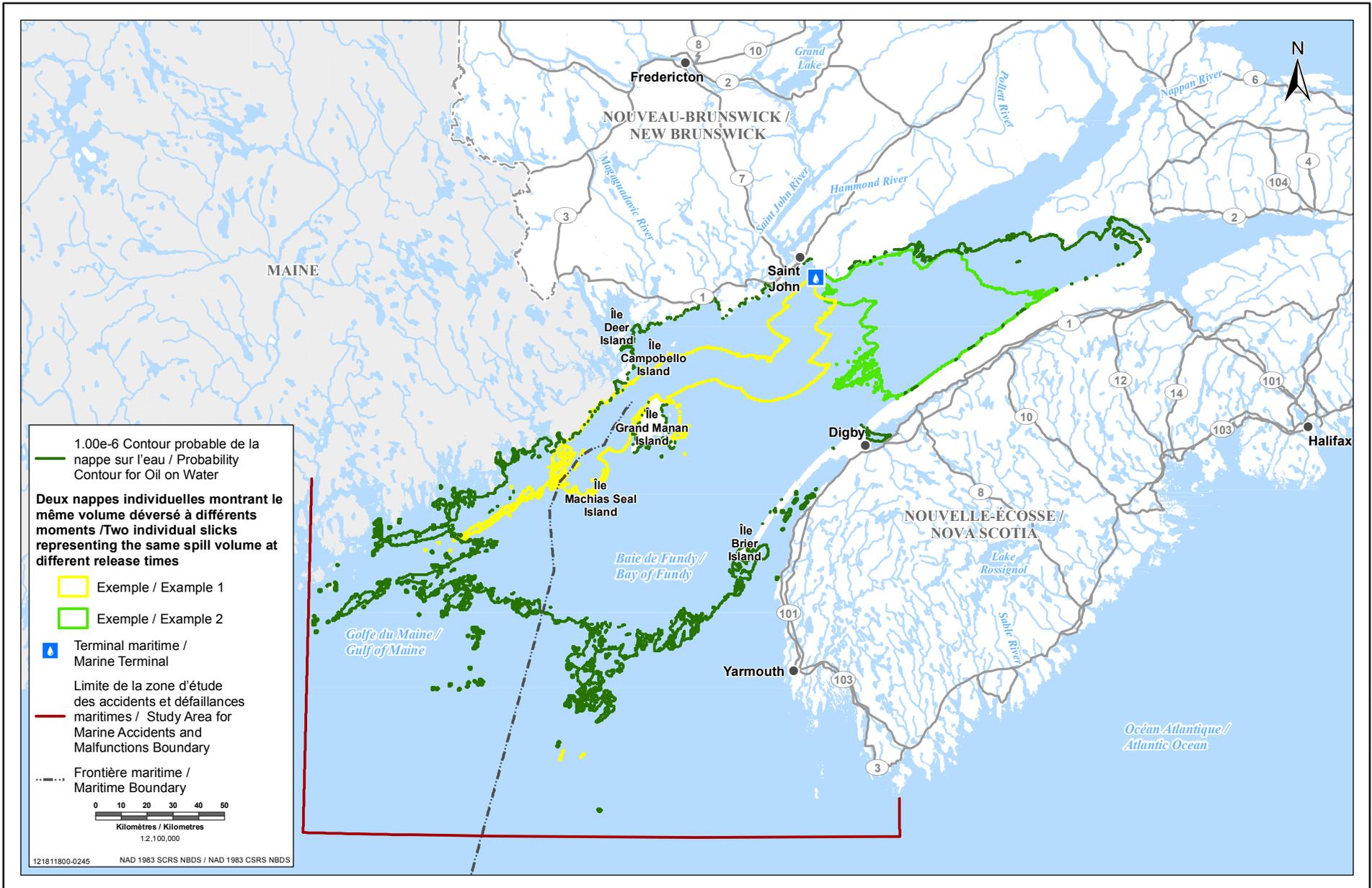
Visualisation d'une nappe d'hydrocarbures hypothétique à un moment précis, dans la surface balayée par cette nappe sur une période de 30 jours / Visualization of a Hypothetical Oil Slick at a Moment in Time, Within the Area Swept by That Slick Over a 30 Day Period

Sources : Données sur le projet fournies par TransCanada Pipelines Limited. Frontière maritime tirée du Service hydrographique du Canada. Données de base fournies par les gouvernements du Canada et du Nouveau-Brunswick ainsi que par le gouvernement de l'Etat du Maine. / Sources: Project data provided by TransCanada Pipelines Limited. Maritime boundary from Canadian Hydrographic Service. Base data provided by the Governments of Canada and New Brunswick and the Government of the State of Maine.

PRÉPARE PAR / PREPARED BY
Stantec

PRÉPARE POUR / PREPARED FOR
TransCanada

FIGURE NO / FIGURE NO
5-1



PROJET OLÉODUC ÉNERGIE EST / ENERGY EAST PIPELINE PROJECT

Visualisation de la surface balayée par deux nappes d'hydrocarbures individuelles sur une période de 30 jours, dans la superficie globale balayée par 303 nappes d'hydrocarbures individuelles / Visualization of the Area Swept by Two Individual Slicks Over 30 Day Periods, Within the Overall Area Swept by Oil by 303 Individual Slicks

Sources : Données sur le projet fournies par TransCanada Pipelines Limited. Frontière maritime tirée du Service hydrographique du Canada. Données de base fournies par les gouvernements du Canada et du Nouveau-Brunswick ainsi que par le gouvernement de l'Etat du Maine. / Sources: Project data provided by TransCanada Pipelines Limited. Maritime boundary from Canadian Hydrographic Service. Base data provided by the Governments of Canada and New Brunswick and the Government of the State of Maine.

PRÉPARÉ PAR / PREPARED BY
Stantec

PRÉPARÉ POUR / PREPARED FOR
TransCanada

FIGURE NO / FIGURE NO
5-2

Dernières modifications : 25/11/2015 par : mmorris@stantec.com / Last Modified: 25/11/2015 By: mmorris@stantec.com

L'analyse stochastique est particulièrement utile du fait qu'un déversement de pétrole brut résulterait d'un accident ou d'un mauvais fonctionnement, et le moment d'un tel événement, par définition, n'est pas connu. Par conséquent, l'analyse stochastique jette la lumière sur la probabilité ou la vraisemblance qu'une zone ou une unité d'habitat pourrait être touchée par un mazoutage à une date future. Elle n'indique pas que toutes les zones d'habitats présentant la même vraisemblance de mazoutage seraient mazoutées dans l'éventualité peu probable d'un déversement de pétrole brut.

Les caractéristiques des accidents et défaillances liés à l'exploitation du terminal maritime et à la navigation maritime diffèrent radicalement, tant en ce qui concerne leurs causes qu'en ce qui concerne leurs conséquences potentielles. C'est pourquoi ces deux ensembles de scénarios d'accidents et de défaillances seront abordés séparément. D'après l'évaluation des risques associés à l'exploitation d'un terminal maritime et à la navigation de pétroliers dans la baie de Fundy (DNV GL, 2015; et annexe A), on s'attend à ce que la fréquence combinée de déversements de pétrole brut associés à l'exploitation d'un terminal maritime (y compris une défaillance d'un bras de chargement et une défaillance de la jetée sur chevalets) soit d'environ $2,12 \times 10^{-3}$ année⁻¹. Parallèlement, la fréquence combinée de déversements de pétrole brut mettant en cause un pétrolier partiellement ou complètement chargé est d'environ $4,48 \times 10^{-4}$ année⁻¹. Même si leur fréquence est plus faible, les déversements de pétroliers ont le potentiel d'être plus importants que les déversements au terminal maritime. L'évaluation stochastique des risques de déversement de pétrole brut dépend des statistiques quant à la fréquence prévue d'un accident, et, par conséquent, le risque que l'habitat devienne mazouté ne peut pas être plus grand que le risque qu'un accident survienne. Toutefois, la modélisation stochastique de l'évolution et de la migration des déversements de pétrole brut jette un éclairage sur la façon dont les risques pour l'habitat à la suite de déversements de pétrole brut sont répartis dans la baie de Fundy et le golfe du Maine. Cette information est d'une grande importance pour l'évaluation des risques écologiques étant donné qu'elle peut cerner les zones d'habitat marin important qui présentent une probabilité d'exposition relativement élevée ou relativement faible au pétrole brut advenant un déversement peu probable.

Dans les sections subséquentes, il faut savoir que bien que les données illustrent des contours de fréquences annuelles pour la gamme de plus de 10^{-3} à 10^{-9} , seulement le mazoutage de la surface et du rivage présentant des fréquences annuelles supérieures à $1,00 \times 10^{-6}$ (1 fois tous les 1 000 000 d'années) est présenté et abordé dans le rapport, puisque le risque inférieur à cette gamme de fréquences est considéré comme négligeable.

5.3 Facteurs de sensibilité biologique

Les cinq combinaisons d'habitats/groupes récepteurs utilisées dans l'évaluation stochastique sont définies à la section 4.4, ainsi que la justification pour le système de classement hiérarchique de la sensibilité correspondante à l'exposition au pétrole pour chacune. La sensibilité intrinsèque au mazoutage ou à l'exposition au pétrole brut de types de récepteurs écologiques individuels, et les habitats nourriciers, sont abordés et classés. La section qui suit décrit l'attribution de ces facteurs de sensibilité biologique (valeurs FSB) pour les habitats recensés dans la ZEADM. Le chevauchement des

habitats présentant la probabilité de mazoutage provenant des résultats de la modélisation stochastique forme le fondement de l'évaluation stochastique des effets présentée dans les sections 5.4 à 5.6.

5.3.1 Habitats le long et à proximité du rivage

On suppose que l'habitat côtier marin comprend le rivage de même que tout le biote qui s'y rapporte. Tel qu'il est indiqué aux sections 4.3.1 et 4.4.1, la sensibilité du rivage marin au mazoutage est estimée en fonction de ses caractéristiques physiques et de son exposition à l'action des vagues, ainsi que des caractéristiques du pétrole déversé. À leur tour, ces caractéristiques déterminent à la fois la quantité de pétrole susceptible d'être retenue dans l'éventualité d'un déversement de pétrole, la sensibilité intrinsèque écologique de l'habitat au mazoutage, et le potentiel de rétablissement de l'habitat mazouté. Les classements selon le FSB attribués aux habitats côtiers dans l'évaluation stochastique vont de 1 (p. ex., les rivages rocheux exposés présentent généralement une sensibilité faible à l'exposition au pétrole brut, assortie d'une attente d'un potentiel élevé de rétablissement naturel rapide et sans complications) à 4 (p. ex., habitats de marais salés qui sont très sensibles à l'exposition au pétrole et qui présentent un potentiel de retenir des quantités plus importantes de pétrole brut déversé, assortis d'un potentiel de rétablissement naturel prolongé ou retardé).

Sur les 5 444 km linéaires d'habitats côtiers dans la ZEADM (à l'exclusion du bassin Minas, d'une partie de la baie de Chignecto et du cours inférieur de la rivière Saint-Jean), 2,7 % (148 km) appartiennent à un facteur de sensibilité biologique faible (FSB = 1). Cette classe de rivage comprend les rivages de substrats rocheux exposés, les structures artificielles exposées non perméables, les falaises rocheuses exposées avec base de talus en blocs rocheux, les plateformes d'abrasion exposées dans le substrat rocheux, la boue ou l'argile, et les escarpements exposés de même que les pentes abruptes en argile. Le rivage appartenant à la classe FSB = 2 comprend les plages de sable à grains fins à moyens, les escarpements et les pentes abruptes en sable, les plages de sable à gros grains, et les plages de sable et de gravier mélangés, représentant 20 % (1 090 km) de la ligne de côte. Environ 45,8 % (2 494 km) du rivage appartient à la classe FSB = 3 et comprend les plages de gravier, de galets et de roches, les roches exposées ou enrochements, les replats de marée exposés (y compris la boue, le sable, le gravier ou le substrat rocheux), les escarpements abrités dans le substrat rocheux, la boue ou l'argile, les structures artificielles abritées non perméables, les roches abritées ou enrochements, et les rives de rocailles abritées. Les lits de zostère marine (considérés ici dans le contexte de la sensibilité de la zostère marine elle-même) sont également inclus dans la classe FSB = 3 des habitats de rivage. La classe de sensibilité biologique la plus élevée (FSB = 4), représentant 31,5 % (1 712 km) de ligne de côte comprend les replats de marée abrités (y compris la boue, le sable, le gravier ou le substrat rocheux), les rives basses végétalisées, les marais d'eau salée et saumâtre et les marais d'eau douce.

5.3.2 Poissons marins et leur habitat

On suppose que la communauté de poissons marins comprend les poissons à nageoires et les invertébrés marins, à toutes les étapes de leur cycle de vie. La ZEADM (à l'exclusion du bassin Minas, d'une partie de la baie de Chignecto et du cours inférieur de la rivière Saint-Jean) couvre environ 39 785 km² d'habitat aquatique pour la communauté des poissons marins, et comprend des habitats auxquels on a attribué quatre classes FSB. En raison du comportement du pétrole brut déversé sur l'eau, le potentiel de toxicité pour la communauté des poissons marins est le plus élevé dans la couche de surface de l'eau où des hydrocarbures plus solubles peuvent se dissoudre de la nappe de pétrole brut frais ou à l'endroit où des gouttelettes pourraient temporairement être poussées dans la colonne d'eau sous l'effet de l'action des vagues. Le potentiel que des concentrations très toxiques d'hydrocarbures descendent profondément dans la colonne d'eau est faible en raison de la solubilité des hydrocarbures et de la dilution qui se produirait par le mélange à l'eau profonde.

Quatre classes de FSB sont définies pour la communauté des poissons marins selon une échelle de 1 (sensibilité la plus faible) à 4 (sensibilité la plus élevée). Le bas de l'échelle de sensibilité est occupé par l'habitat en eaux libres profondes (FSB = 1), en raison du potentiel pour les hydrocarbures dissous de se disperser rapidement, tandis que le haut de l'échelle de sensibilité est occupé par l'habitat en eau peu profonde (FSB = 3), où l'action du vent et des vagues peut confiner une nappe et mener ainsi à de fortes concentrations d'hydrocarbures dissous. Le facteur de sensibilité biologique le plus élevé est réservé aux lits de zostère marine (considérés ici dans le contexte des poissons qui peuvent occuper l'habitat de zostère marine), les sites désignés pour la production aquacole et les œufs en développement ainsi que les embryons dans un habitat d'eau peu profonde (FSB = 4) qui pourraient être touchés par la maladie du sac bleu (MSB) ou la phototoxicité.

Comme on l'a indiqué plus haut, les habitats classés comme appartenant à la classe FSB = 1 (le moins sensible) à 3 sont fondés sur la profondeur de l'eau et sont réputés être exclusifs, sans chevauchement dans la zone. Toutefois, la classe FSB = 4 (la plus sensible) est fondée sur les habitats essentiels et d'importance pour des espèces particulières (y compris les aires de frai du hareng, les lits de zostère marine et les sites d'aquaculture) et chevauchera des zones autrement évaluées comme présentant des facteurs de sensibilité moins élevés. Les zones à une profondeur d'eau de 30 m ou plus (FSB = 1) représentent un peu plus de 86 % de la zone d'étude (34 219 km²). Les zones représentées par la classe FSB = 2 (eau entre 10 et 30 m de profondeur) et les aires appartenant à la classe FSB = 3 (eau de moins de 10 m de profondeur) représentent environ 8 % (3 174 km²) et 6 % (2 392 km²) de la zone d'étude, respectivement. Les habitats essentiels des œufs de hareng, des lits de zostère marine et des sites aquacoles sont combinés sous la classe FSB = 4 (la plus sensible), et chevauchent d'autres zones. Globalement, les zones désignées comme appartenant à la classe FSB = 4 représentent environ 28 % (11 232 km²) de la zone d'étude.

5.3.3 Reptiles marins et leur habitat

Deux espèces de tortues de mer (tortue luth et tortue caouanne) offrent une vraisemblance raisonnable que des animaux adultes soient présents dans la ZEADM pendant la saison plus chaude. Aucune tortue de mer n'est susceptible d'être présente dans la ZEADM pendant les mois plus froids; par conséquent, les effets pendant la saison plus froide ne sont pas abordés. Les tortues de mer adultes qui peuvent être présentes au Canada atlantique sont par conséquent considérées comme occupant une seule classe de FSB (FSB = 2). Leur habitat potentiel au Canada atlantique est considéré comme étant n'importe où dans une eau à plus de 10 m de profondeur, pendant la saison plus chaude seulement. Environ 37 393 km² au sein de la ZEADM (à l'exclusion du bassin Minas, d'une partie de la baie de Chignecto et du cours inférieur de la rivière Saint-Jean), présentent une profondeur d'eau de 10 m ou plus, soit environ 94 % de l'habitat disponible total.

5.3.4 Oiseaux marins et leur habitat

Les oiseaux marins peuvent être très sensibles aux déversements de pétrole brut, principalement en raison des effets du mazoutage sur les plumes (c.-à-d. perte de propriétés isolantes et de flottabilité) et de l'ingestion d'aliments contaminés ou de pétrole brut. En outre, les oiseaux qui sont grégaires sont potentiellement plus à risque d'effets au niveau de la population s'il y a du pétrole brut dans une zone où ils se rassemblent ou se nourrissent. Compte tenu des assemblages d'espèces et des environnements de la baie de Fundy et du golfe du Maine, les oiseaux marins sont répartis en quatre groupes fonctionnels et on leur attribue les classes FSB.

Les oiseaux de rivage et les espèces principalement terrestres sont considérés comme occupant potentiellement un habitat dans la zone intertidale et on leur a attribué la classe FSB = 1 (oiseaux terrestres entrant à l'occasion dans l'habitat intertidal) ou FSB = 2 (oiseaux de rivage occupant de façon régulière l'habitat côtier et l'habitat intertidal). Leur exposition à du pétrole brut déversé est limitée au pétrole qui entre dans la zone intertidale et qui s'échoue le long des rives. L'habitat de zone intertidale dans la baie de Fundy comprend une superficie d'environ 534,5 km². Étant donné que toute la superficie de la ZEADM (à l'exclusion du bassin Minas, d'une partie de la baie de Chignecto et du cours inférieur de la rivière Saint-Jean) couvre environ 39 785 km² (superficie mesurée à partir de la laisse de haute mer), l'habitat des oiseaux représentant les classes FSB = 1 et 2 compte pour environ 1,3 % de toute la superficie de l'habitat de la zone d'étude.

Dans le cas des oiseaux qui sont associés aux eaux côtières, une zone s'étendant du rivage jusqu'à 1,5 km au large se définit comme étant l'habitat nourricier. Certains oiseaux occupant cet habitat (p. ex., mouettes, sternes, pétrels et espèces apparentées) semblent être relativement tolérants à une exposition modérée au pétrole brut, et ont reçu le FSB = 3. D'autres oiseaux occupant cet habitat (p. ex., canards, alcidés, huards et espèces apparentées) sont considérés comme très sensibles à une exposition modérée au pétrole brut, et ont reçu le FSB = 4. La zone de l'habitat côtier au sein de la zone d'étude représente environ 3 628,7 km² (9,1 % de la superficie totale de l'habitat). L'habitat extracôtier (défini comme habitat nourricier qui comprend toutes les eaux à plus de 1,5 km du rivage) soutient les oiseaux qui ont tendance à être pélagiques dans leur comportement de recherche de nourriture (p. ex., certains

canards, huards, Petits Pingouins, Macareux, Fulmars, Puffins, Pétrels, Fous de Bassan, Albatros, et Phalaropes migrateurs). Pour ce qui est de l'habitat côtier, ces oiseaux peuvent être considérés comme plus ou moins sensibles à une exposition au pétrole, et on leur a attribué la classe FSB = 4 ou FSB = 3, selon le cas. L'habitat extracôtier couvre une superficie de 35 612,4 km² (89,5 % de la superficie totale de l'habitat).

On tient également compte des zones importantes pour la conservation des oiseaux (ZICO) à l'intérieur de la ZEADM. Une description de chaque ZICO, y compris les espèces enregistrées et la saisonnalité correspondante (selon le cas), est présentée à la section 2, tableau 2-7. Les facteurs de sensibilité biologique attribués aux oiseaux marins et à leur habitat, de même qu'aux emplacements connus des ZICO au sein de la ZEADM, sont présentés à la section 4, figure 4-9.

5.3.5 Mammifères et leur habitat

Plusieurs types de mammifères, et leur habitat, ont été pris en compte dans l'ERSHE. Les espèces fauniques qui sont normalement terrestres (notamment le raton laveur, le renard et l'ours) pourraient être exposées à du pétrole brut échoué le long des rivages ou qui s'accumule dans des estuaires ou des marais côtiers. Le mazoutage externe et l'ingestion de pétrole constituent une possibilité pour ces animaux, quoique cette exposition ne soit pas susceptible d'entraîner la mort. Par conséquent, on a attribué à ces zones littorales la classe de sensibilité la plus faible (FSB = 1). Le potentiel d'exposition des mammifères terrestres au pétrole est évalué en fonction de la superficie du rivage mazouté (km²), et cette superficie en pourcentage de la zone intertidale totale dans la ZEADM, à l'exclusion du bassin Minas, d'une partie de la baie de Chignecto et du cours inférieur de la rivière Saint-Jean (543,5 km²).

Les mammifères qui comptent partiellement (p. ex., les phoques) ou entièrement (p. ex., les baleines) sur leur petit lard comme isolant sont moins sensibles au mazoutage externe que les mammifères à fourrure, quoique le potentiel de mortalité ne peut pas être exclu en raison d'autres mécanismes ou voies d'exposition. Les pinnipèdes (les phoques) se trouvent principalement dans des eaux de moins de 30 m de profondeur, et occupent des échoueries sur des îles rocheuses isolées; on leur attribue un FSB = 2. Cet habitat couvre environ 5 566 km² (14 %) de l'habitat total dans la zone d'étude. Les baleines et les marsouins se trouvent principalement dans des eaux de plus de 30 m de profondeur (bien que des marsouins communs soient souvent observés dans des endroits plus proches des côtes). On a attribué à l'habitat de cette catégorie de mammifères marins la classe FSB = 3, et l'habitat couvre 34 219 km² (86 %) de l'habitat dans la zone d'étude.

Les mammifères semi-aquatiques tels que la loutre et le vison de rivière qui misent exclusivement sur leur fourrure comme isolant, et qui peuvent régulièrement nager dans l'eau froide de l'océan en quête de nourriture, sont extrêmement sensibles et potentiellement très exposés au mazoutage. Par conséquent, on attribue à ce groupe de récepteurs le FSB = 4 (le moins sensible). On suppose que ces mammifères occuperaient de façon générale un habitat dans une eau de moins de 10 m de profondeur. Cette bande d'habitat couvre environ 2 392 km² (6 %) de l'habitat dans la zone d'étude.

5.4 Effets écologiques potentiels des accidents de la navigation maritime

La modélisation stochastique des déversements de pétrole a été réalisée par Tetra Tech EBA pour les déversements de petite et grande envergure résultant d'accidents de la navigation maritime en divers endroits le long des routes de mouillage et de navigation, y compris des simulations de trois produits pétroliers représentatifs, et deux conditions saisonnières (annexe C). Les emplacements des déversements résultant des accidents de la navigation maritime sont illustrés à la figure 3-2. La modélisation de l'évolution et de la migration pour tous les scénarios de déversements de pétrole a été prise en considération sans mesures d'atténuation ni intervention après le déversement, une fois que le pétrole a atteint à la surface de l'eau.

Les déversements hypothétiques à chaque endroit se fondaient sur d'éventuels accidents de la navigation mettant en cause des pétroliers Aframax, Suezmax et TGTB. Les volumes modélisés des déversements de pétrole pour l'évaluation stochastique dépendaient à la fois du type de navire et de la nature de l'accident (c.-à-d. échouement par rapport à collision). Les déversements de plus grande importance suite à un accident de la navigation maritime se fondaient en général sur des volumes de déversement calculés P_{90} , tandis que les déversements plus petits suite à un accident de la navigation maritime étaient en général fondés sur des volumes de déversement calculés P_{50} . Les exceptions à cette règle s'appliquaient aux pétroliers que l'on supposait se déplacer lentement ou avec l'aide de remorqueurs (atténuation prévue), de sorte que dans certains cas le déversement le plus grand était représenté par un volume P_{50} , et un volume P_{10} pour le plus petit. Les détails des divers volumes de déversement pris en compte dans la modélisation stochastique pour chaque navire et scénario d'accident sont donnés à la section 3, tableaux 3-5 et 3-6.

Globalement, les scénarios de déversements plus petits fondés sur des volumes de déversement P_{50} ou moins (ou des volumes plus petits lorsque des mesures d'atténuation prévues sont prises) sont considérés comme représentant la conséquence la plus probable d'accidents de la navigation maritime, tandis que les scénarios de déversements plus importants fondés sur des volumes de déversement P_{90} ou moins sont peu probables, quoique toujours crédibles. L'analyse stochastique des effets potentiels pour l'environnement résultant de déversements liés à la navigation maritime se concentre par conséquent sur la combinaison de tous les déversements plus petits liés à la navigation maritime, y compris toutes les catégories de pétrole brut, et dans toutes les conditions saisonnières. Ces scénarios combinés donnent une bonne idée de la vraisemblance que l'habitat marin soit mazouté à la suite de déversements de pétrole brut liés à la navigation maritime, de même que la gamme d'effets potentiels pour l'environnement découlant d'un mazoutage prévu de la surface et du rivage. Les scénarios et les volumes de rejet associés aux déversements plus importants liés à la navigation maritime sont jugés moins probables et il ne serait pas raisonnable de présenter les résultats combinés de l'analyse stochastique fondés principalement sur des volumes de déversement qui ne sont pas susceptibles de se produire individuellement (p. ex. des déversements P_{90}).

Les sections 5.4.1, 5.4.2 et 5.4.3 présentent une analyse progressivement plus détaillée des effets potentiels pour l'environnement de déversements plus petits liés à la navigation maritime, y compris tous les scénarios combinés, la gamme des effets prévus en fonction des variations saisonnières de la

température, des courants et des marées; et l'influence du type de pétrole sur les effets prévus, respectivement. Consulter la section 5.4.4 pour connaître les effets potentiels des déversements plus grands liés à la navigation maritime.

5.4.1 Effets écologiques potentiels de tous les déversements plus petits liés à la navigation maritime

5.4.1.1 Fréquence et étendue du mazoutage à la surface de l'eau

Les résultats de la modélisation stochastique fournissent des contours pour la vraisemblance du mazoutage à la surface pour tous les déversements plus petits liés à la navigation maritime. Les contours sont définis pour les nappes de pétrole en surface d'une épaisseur supérieure à 1 μm . En plus, il n'est question ici que du mazoutage à la surface présentant des fréquences annuelles supérieures à $1,00 \times 10^{-6}$ (1 fois tous les 1 000 000 d'années), car le risque sous cette gamme de fréquences est considéré comme négligeable.

Lorsque du pétrole est déversé, la superficie de la nappe augmente rapidement pour atteindre une valeur maximale, puis elle diminue à mesure que le pétrole s'évapore et s'échoue sur le rivage. Cependant, la nappe de pétrole n'est pas statique; elle se déplace au gré des vents et des marées de sorte que la superficie totale balayée ou potentiellement touchée par le déplacement de la nappe de pétrole est plus grande que la surface de la nappe à n'importe quel moment. Les valeurs présentées en tant que résultats stochastiques ci-dessous indiquent la vraisemblance, selon le modèle stochastique de déversement de pétrole, que les carrés de quadrillage individuels dans le modèle de déversement de pétrole en mer, chacun représentant une unité de la superficie de la mer ayant les dimensions d'environ 500 m x 500 m, contenaient du pétrole brut à la surface de l'eau pendant au moins un intervalle de temps dans la durée de l'exécution d'un modèle de 30 jours. Il importe de comprendre que les surfaces présentées dans les colonnes intitulées « Surface totale de l'eau de surface touchée (km^2) par la fréquence du mazoutage (année⁻¹) » au tableau 5-1, ainsi que les mêmes données représentées par les contours de fréquence à la figure 5-3, ne représentent pas la superficie en surface d'une nappe de pétrole unique et continue.

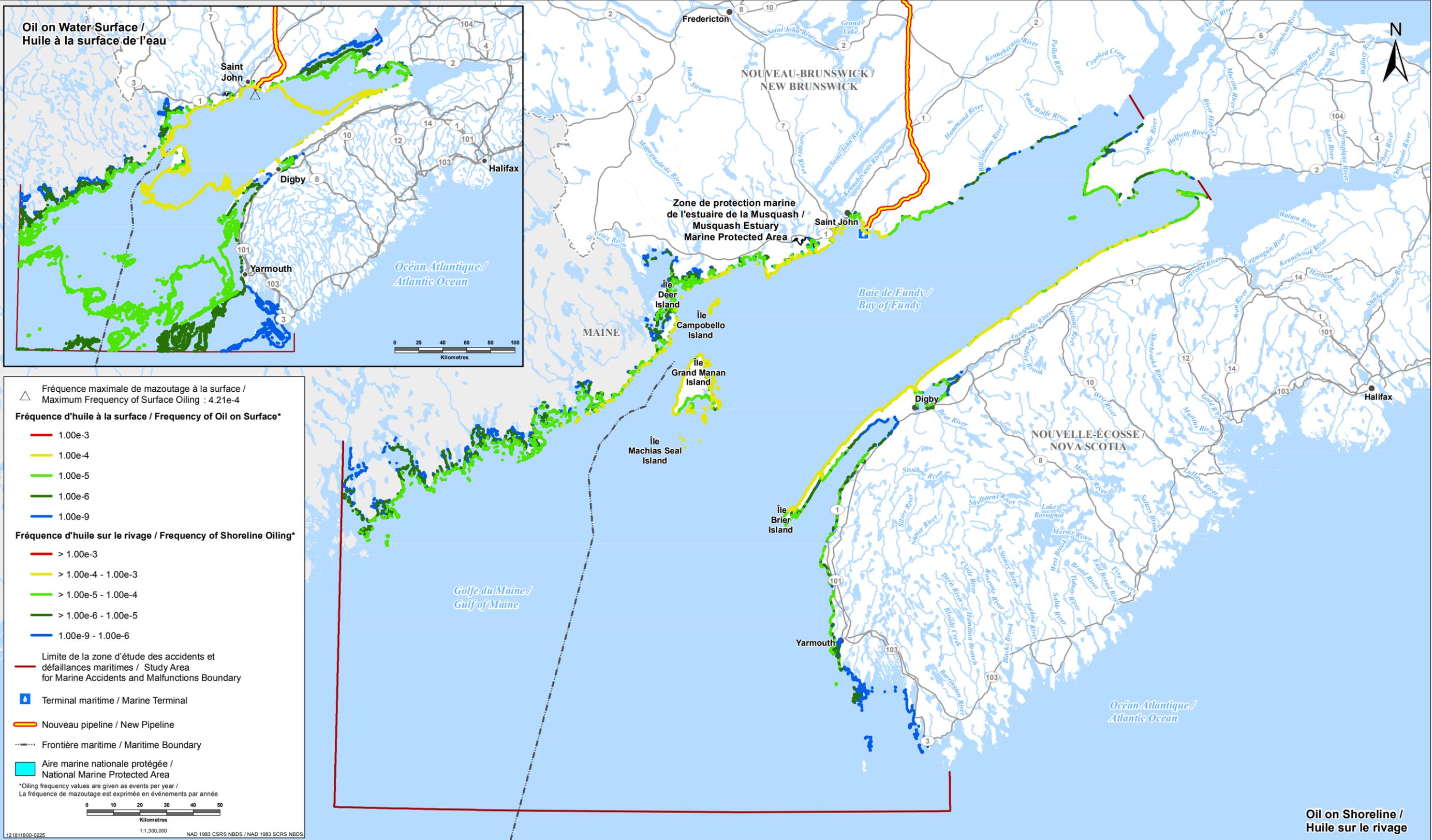
Le tableau 5-1 présente l'étendue spatiale du mazoutage global à la surface (km^2) prévu par la modélisation stochastique. Les résultats sont présentés pour chacune des gammes suivantes de fréquence ($> 10^{-3}$, 10^{-3} à 10^{-4} , 10^{-4} à 10^{-5} et 10^{-5} à 10^{-6}). Les contours de fréquence du mazoutage à la surface de tous les déversements plus petits liés à la navigation maritime sont illustrés à la figure 5-3.

Aucun mazoutage à la surface n'est prévu pour toute fréquence annuelle supérieure à 10^{-3} (1 fois tous les 1 000 ans). L'emplacement où la fréquence annuelle de mazoutage prévue est la plus élevée, soit $4,21 \times 10^{-4}$, se situe dans le port de Saint John, et traduit la tendance globale de la fréquence des accidents et du trafic maritimes. La superficie moyenne de l'habitat marin balayé par du pétrole sur une période de 30 jours suivant un hypothétique déversement est de $4\,767 \text{ km}^2$. Prise comme ensemble stochastique, une zone de $7\,785 \text{ km}^2$ (19,6 % de la zone d'étude) est encerclée par le contour indiquant une fréquence de mazoutage annuelle supérieure à 10^{-4} . Une zone supplémentaire de $16\,186 \text{ km}^2$ (40,7 % de la zone d'étude) est encerclée par le contour indiquant une fréquence de mazoutage annuelle

variant entre 10^{-4} et 10^{-5} , et une autre zone de 10 255 km² (25,8 % de la zone d'étude) est encerclée par le contour indiquant une fréquence de mazoutage annuelle variant entre 10^{-5} et 10^{-6} . L'épaisseur moyenne du pétrole à la surface de l'eau pour tous les déversements plus petits, y compris tous les types de pétrole confondus, est de 462 µm.

Tableau 5-1 Mazoutage à la surface de l'eau dans le cas de petits déversements maritimes (tous les types de pétrole, toutes saisons confondues)

Volume du déversement	Saison	Épaisseur moyenne de la nappe (µm)	Superficie moyenne envahie par une nappe de pétrole (km ²)	Superficie totale de l'eau de surface touchée (km ²) par fréquence de mazoutage (année ⁻¹)			
				> 10 ⁻³	10 ⁻³ - 10 ⁻⁴	10 ⁻⁴ - 10 ⁻⁵	10 ⁻⁵ - 10 ⁻⁶
Petits déversements	Toutes les saisons	462	4 767	0,0	7 785	16 186	10 255



PROJET OLÉODUC ÉNERGIE EST / ENERGY EAST PIPELINE PROJECT

Fréquence de mazoutage de la surface et du rivage pour de plus petits déversements de tous les types de pétrole brut lors de navigation maritime - toutes saisons confondues / Frequency of Surface and Shoreline Oiling for Smaller Marine Shipping Spills of All Crude Oils - All Seasons



Sources : Données sur le projet fournies par TransCanada Pipelines Limited. Frontière maritime tirée du Service hydrographique du Canada. Données de base fournies par les gouvernements du Canada et du Nouveau-Brunswick ainsi que par le gouvernement de l'État du Maine. / Sources: Project data provided by TransCanada Pipelines Limited. Maritime boundary from Canadian Hydrographic Service. Base data provided by the Governments of Canada and New Brunswick and the Government of the State of Maine.

PRÉPARÉ PAR / PREPARED BY
Stantec

PRÉPARÉ POUR / PREPARED FOR
TransCanada

DONNÉES FOURNIES PAR / DATA SUPPLIED BY
TETRA TECH

FIGURE NO. / FIGURE NO.
5-3

Dernières modifications : 17/11/2015 par : koczaika / Last Modified: 17/11/2015 By : koczaika

5.4.1.2 Fréquence de mazoutage sur les côtes

Les résultats de la modélisation stochastique appuient aussi une analyse de la vraisemblance de mazoutage des côtes dans le cas de tous les petits déversements maritimes. Le mazoutage des côtes est défini pour un chargement de pétrole minimal de plus de 1 mL de pétrole/m² de rivage. En plus, il n'est question ici que du mazoutage sur les côtes ayant une fréquence annuelle supérieure à 1,00 x 10⁻⁶ (1 fois tous les 1 000 000 d'années), car le risque sous cette gamme de fréquences est considéré comme négligeable.

Le dépôt de pétrole moyen sur les côtes pour toutes les simulations de petits déversements maritimes, tous les types de pétrole confondus, est estimé être de l'ordre de 1,61 L/m². La longueur moyenne de rivage touché pour toutes les simulations de petits déversements maritimes est de 121 km, ce qui représente 2,2 % du rivage dans la zone d'étude.

Le tableau 5-2 présente l'étendue du mazoutage sur les côtes (km de rivages exposés au mazoutage) dans tous les cas de petits déversements maritimes. Les résultats sont présentés pour chacune des gammes suivantes de fréquence (> 10⁻³, 10⁻³ à 10⁻⁴, 10⁻⁴ à 10⁻⁵ et 10⁻⁵ à 10⁻⁶). La cartographie de fréquence pour le mazoutage des côtes est également illustrée à la figure 5-3.

Aucun mazoutage des côtes n'est prévu par la modélisation stochastique pour toute fréquence annuelle supérieure à 10⁻³ (1 fois tous les 1 000 ans). Prise comme ensemble stochastique, on constate qu'une zone de 435 km (8 % de la zone d'étude) de rivage a une fréquence de mazoutage annuelle prévue supérieure à 10⁻⁴. Il est également établi qu'une longueur de 836 km (15,4 % de la zone d'étude) a une fréquence de mazoutage annuelle prévue entre 10⁻⁴ et 10⁻⁵, et une autre de 509 km (9,3 % de la zone d'étude) a une fréquence de mazoutage annuelle prévue entre 10⁻⁵ et 10⁻⁶.

Tableau 5-2 Mazoutage sur les côtes dans le cas de petits déversements maritimes (tous les types de pétrole, toutes saisons confondus)

Volume du déversement	Saison	Dépôt de pétrole moyen (L/m ²)	Longueur moyenne du rivage touché (km)	Longueur de rivage touché (km) par fréquence de mazoutage (année ⁻¹)			
				> 10 ⁻³	10 ⁻³ - 10 ⁻⁴	10 ⁻⁴ - 10 ⁻⁵	10 ⁻⁵ - 10 ⁻⁶
Petits déversements	Toutes les saisons	1,61	121	0,0	435	836	509

5.4.1.3 Données sur le bilan de masse (tous les types de pétrole, toutes les saisons)

Le résumé du bilan de masse pour tous les petits déversements maritimes (tous les types de pétrole et toutes les saisons confondus) a été fourni par Tetra Tech EBA (annexe C). Le bilan de masse illustre le devenir du pétrole au terme de la période de simulation stochastique de 30 jours. Les données relatives au bilan de masse sont des valeurs moyennes, exprimées sous la forme d'un pourcentage du volume de pétrole déversé, et prises pour l'ensemble des simulations individuelles pertinentes.

Pour ces scénarios combinés, un total de 45,8 % du pétrole s'est soit échoué sur un rivage, ou s'est retrouvé dans la zone intertidale à la fin des simulations. L'évaporation est également désignée comme une évolution importante du pétrole brut déversé, représentant 33,4 % de la masse de pétrole rejeté dans l'atmosphère. Une quantité importante de pétrole brut (9,9 % du volume déversé) se dissout également dans la colonne d'eau au cours de la période de simulation. La majeure partie du pétrole brut qui s'évapore ou se dissout devrait le faire au cours des premiers jours qui suivent le début du déversement. La biodégradation du pétrole brut déversé représente 5,4 % de la masse. La quantité de pétrole brut restant sur la surface de l'eau après 30 jours est de 4,0 %. Pour cet ensemble combiné de simulations, environ 1,5 % du pétrole déversé débordait les limites du modèle. La longueur moyenne de côtes touchées par le pétrole serait de 121 km, le pétrole atteignant le rivage dans les 6 heures.

5.4.1.4 Effets pour les habitats le long et à proximité du rivage

Les résultats de la superposition de la fréquence de mazoutage pour tous les petits déversements maritimes sur chaque classe de sensibilité du rivage, ainsi que sur l'habitat à proximité du rivage, comme la zostère marine, sont présentés au tableau 5-3.

Environ 148 km d'habitat de rivage au sein de la zone d'étude ont été classés comme appartenant à la classe FSB = 1 (le type d'habitat le moins sensible, y compris les rivages principalement exposés, consistant généralement en un substrat rocheux ou en d'autres matériaux imperméables). Sur ces 148 km, 45,3 km (30,6 %) se trouvent dans des zones présentant des fréquences annuelles de mazoutage estimées de 10^{-3} à 10^{-4} , 50,7 km (34,3 %) se trouvent dans des zones présentant des fréquences annuelles de mazoutage estimées de 10^{-4} à 10^{-5} , et 20,8 km (14 %) se trouvent dans des zones présentant des fréquences annuelles de mazoutage estimées de 10^{-5} à 10^{-6} .

Environ 1 090 km d'habitat de rivage au sein de la zone d'étude ont été classés comme appartenant à la classe FSB = 2 (principalement des plages de sable ou de sable et gravier mélangés avec une faible perméabilité au pétrole brut). Sur ces 1 090 km, 65,5 km (6 %) se trouvent dans des zones présentant des fréquences annuelles de mazoutage estimées de 10^{-3} à 10^{-4} , 207 km (19 %) se trouvent dans des zones présentant des fréquences annuelles de mazoutage estimées de 10^{-4} à 10^{-5} , et 149 km (13,7 %) se trouvent dans des zones présentant des fréquences annuelles de mazoutage estimées de 10^{-5} à 10^{-6} .

Environ 2 494 km d'habitat de rivage au sein de la zone d'étude ont été classés comme appartenant à la classe FSB = 3 (plages présentant un substrat plus grossier avec une perméabilité et une porosité accrues, et un risque accru de favoriser la persistance du pétrole). Sur ces 2 494 km, 295 km (11,8 %) se trouvent dans des zones présentant des fréquences annuelles de mazoutage estimées de 10^{-3} à 10^{-4} , 487 km (19,5 %) se trouvent dans des zones présentant des fréquences annuelles de mazoutage estimées de 10^{-4} à 10^{-5} , et 266 km (10,7 %) se trouvent dans des zones présentant des fréquences annuelles de mazoutage estimées de 10^{-5} à 10^{-6} .

Environ 1 712 km d'habitat de rivage au sein de la zone d'étude ont été classés comme appartenant à la classe FSB = 4 (le type d'habitat le plus sensible, y compris les replats de marée abrités). Sur ces 1 712 km, 29,2 km (1,7 %) se trouvent dans des zones présentant des fréquences annuelles de mazoutage estimées de 10^{-3} à 10^{-4} , 90,8 km (5,3 %) se trouvent dans des zones présentant des

fréquences annuelles de mazoutage estimées de 10^{-4} à 10^{-5} , et 72,9 km (4,3 %) se trouvent dans des zones présentant des fréquences annuelles de mazoutage estimées de 10^{-5} à 10^{-6} .

Aucun contact avec des lits de zostère marine (considérés ici comme une communauté végétale en eau peu profonde) n'est prévu pour une gamme de fréquences supérieure à 10^{-4} (1 fois tous les 10 000 ans). Une exposition potentielle de 0,7 km² (soit 1,9 %) est prévue dans des zones présentant des fréquences annuelles de mazoutage estimées de 10^{-4} à 10^{-5} , et de 5,4 km² (soit 14,4 %) est prévue dans des zones présentant des fréquences annuelles de mazoutage estimées de 10^{-5} à 10^{-6} .

En tenant compte de l'habitat de rivage pour lequel il est estimé qu'il présente une probabilité de mazoutage annuelle supérieure à $1,00 \times 10^{-4}$ (1 fois tous les 10 000 ans), la taille la plus importante d'habitat (295 km sur les 2 494 km dudit habitat dans la zone d'étude) est classée comme appartenant à la classe FSB = 3 (plages présentant un substrat plus grossier avec une perméabilité et une porosité accrues, et un risque accru de favoriser la persistance du pétrole). Une quantité relativement faible de cet habitat (29,2 km) est classée comme appartenant au type de rivage le plus sensible (FSB = 4), et aucun habitat de zostère marine n'est potentiellement touché à ce niveau de probabilité.

Tableau 5-3 Effets sur les habitats le long et à proximité du rivage de petits déversements maritimes (tous les types de pétrole, toutes les saisons)

Saison	Type de pétrole	FSB	Longueur ou superficie de l'habitat dans la zone d'étude (km ou km ²)	Longueur de rivage touché (km) et superficie de lits de zostère marine touchée par fréquence de mazoutage (année ⁻¹)							
				Longueur ou superficie de la zone de FSB touchée (km ou km ²)				Pourcentage de la longueur ou superficie de la zone de FSB touchée (%) [^]			
				> 10 ⁻³	10 ⁻³ - 10 ⁻⁴	10 ⁻⁴ - 10 ⁻⁵	10 ⁻⁵ - 10 ⁻⁶	> 10 ⁻³	10 ⁻³ - 10 ⁻⁴	10 ⁻⁴ - 10 ⁻⁵	10 ⁻⁵ - 10 ⁻⁶
Toutes les saisons	Tous	1	148	0,0	45,3	50,7	20,8	0,0	30,6	34,2	14,1
		2	1 090	0,0	65,5	207	149	0,0	6,0	19	13,7
		3	2 494	0,0	295	487	266	0,0	11,8	19,5	10,7
		4	1 712	0,0	29,2	90,8	72,9	0,0	1,7	5,3	4,3
		3 – lits de zostère marine	37,3*	0,0	0,0	0,7	5,4	0,0	0,0	1,9	14,4

REMARQUES :

* Les effets pour les lits de zostère marine (inclus comme appartenant à la classe FSB = 3) sont rapportés et analysés en tant que superficie de l'habitat touché, en km².

[^] La somme des pourcentages n'atteint pas forcément 100 %, car certaines zones peuvent présenter une probabilité d'exposition au pétrole inférieure à 10⁻⁶ par année, ou parce que certaines zones d'habitat peuvent être comptées comme appartenant à deux types d'habitats distincts.

5.4.1.5 Effets sur les poissons marins et leur habitat

Les résultats de la superposition de la fréquence de mazoutage sur chaque classe de FSB d'habitat de poissons marins sont énumérés dans le tableau 5-4. Les résultats stochastiques recensent l'habitat des poissons marins potentiellement souillé par le pétrole pour une gamme de fréquences d'exposition. Les résultats indiquent qu'aucun mazoutage de n'importe quelle classe d'habitat marin en raison de déversements de moindre envergure d'accidents liés à la navigation maritime n'est prévu par la modélisation stochastique pour une fréquence annuelle supérieure à 10^{-3} (1 fois tous les 1 000 ans).

Environ 34 219 km² d'habitat marin au sein de la zone d'étude ont été classés comme appartenant à la classe FSB = 1 (le type d'habitat du poisson le moins sensible, représenté par l'eau à plus de 30 m de profondeur). Sur ces 34 219 km, 7 208 km (21,1 %) se trouvent dans des zones présentant des fréquences annuelles de mazoutage estimées de 10^{-3} à 10^{-4} , 15 181 km (44,4 %) se trouvent dans des zones présentant des fréquences annuelles de mazoutage estimées de 10^{-4} à 10^{-5} , et 9 176 km (26,8 %) se trouvent dans des zones présentant des fréquences annuelles de mazoutage estimées de 10^{-5} à 10^{-6} . Bien que les zones potentiellement touchées par cette classe de FSB représentent une partie relativement importante de ce type d'habitat (p. ex., 21,1 % d'une fréquence annuelle de 10^{-3} à 10^{-4}), il est très peu probable que des poissons ou d'autres formes de faune et flore marine (p. ex. phytoplancton ou zooplancton) subirait un préjudice grave en raison d'une exposition à une nappe de pétrole brut en surface dans ce type d'habitat.

Environ 3 174 km² d'habitat marin au sein de la zone d'étude ont été classés comme appartenant à la classe FSB = 2 (habitats marins avec des profondeurs d'eau comprises entre > 10 m et < 30 m). Sur ces 3 174 km, 433 km (13,6 %) se trouvent dans des zones présentant des fréquences annuelles de mazoutage estimées de 10^{-3} à 10^{-4} , 571 km (18 %) se trouvent dans des zones présentant des fréquences annuelles de mazoutage estimées de 10^{-4} à 10^{-5} , et 718 km (22,6 %) se trouvent dans des zones présentant des fréquences annuelles de mazoutage estimées de 10^{-5} à 10^{-6} . Bien que les zones potentiellement touchées par cette classe de FSB représentent une partie relativement importante de ce type d'habitat (p. ex., 13,6 % d'une fréquence annuelle de 10^{-3} à 10^{-4}), il est également peu probable que des poissons ou d'autres formes de faune et flore marine (p. ex. phytoplancton ou zooplancton) subirait un préjudice grave en raison d'une exposition à une nappe de pétrole brut en surface dans ce type d'habitat.

Environ 2 392 km² d'habitat marin au sein de la zone d'étude ont été classés comme appartenant à la classe FSB = 3 (représentée par des profondeurs d'eau inférieure à 10 m). Sur ces 2 392 km, 145 km (6 %) se trouvent dans des zones présentant des fréquences annuelles de mazoutage estimées de 10^{-3} à 10^{-4} , 433 km² (18,1 %) se trouvent dans des zones présentant des fréquences annuelles de mazoutage estimées de 10^{-4} à 10^{-5} , et 361 km² (15,1 %) se trouvent dans des zones présentant des fréquences annuelles de mazoutage estimées de 10^{-5} à 10^{-6} . Dans les situations où du pétrole brut est poussé vers ces habitats d'eau peu profonde par des vents ou des courants forts, les risques d'effets négatifs seraient plus importants, y compris des risques de mortalité des poissons, des crustacés et des mollusques, en raison des concentrations accrues d'hydrocarbures dissous dans l'habitat d'eau peu profonde.

Sur les 11 141 km² d'habitat potentiel pour le frai du hareng dans la zone d'étude (appartenant à la classe FSB = 4), on prévoit que 947 km² (8,5 %) seront touchés à une gamme de fréquences variant entre 10⁻³ et 10⁻⁴ par année. On prévoit qu'environ 4 948 km² (44,4 %) de ce type d'habitat seront exposés au mazoutage à une fréquence annuelle de 10⁻⁴ à 10⁻⁵ et que 2 414 km² (21,7 %) seront exposés au mazoutage à une fréquence annuelle de 10⁻⁵ à 10⁻⁶. L'habitat de frai du hareng au Canada atlantique a tendance à se trouver dans des eaux plus profondes que l'habitat de frai du hareng du Pacifique. Par conséquent, même si la sensibilité du hareng de l'Atlantique est censée être semblable à celle du hareng du Pacifique dans des conditions d'exposition similaires, le frai du hareng de l'Atlantique sera généralement moins susceptible d'être exposé au pétrole, car son habitat se trouve à de plus grandes profondeurs.

Tableau 5-4 Effets sur les poissons marins et leur habitat de petits déversements maritimes (tous les types de pétrole, toutes les saisons)

Saison	Type de pétrole	FSB	Superficie de l'habitat dans la zone d'étude (km ²)	Superficie de l'habitat touché par fréquence de mazoutage (année ⁻¹)							
				Superficie de la zone de FSB touchée (km ²)				Pourcentage de la zone de FSB touchée (%) [^]			
				> 10 ⁻³	10 ⁻³ - 10 ⁻⁴	10 ⁻⁴ - 10 ⁻⁵	10 ⁻⁵ - 10 ⁻⁶	> 10 ⁻³	10 ⁻³ - 10 ⁻⁴	10 ⁻⁴ - 10 ⁻⁵	10 ⁻⁵ - 10 ⁻⁶
Toutes les saisons	Tous	1	34 219	0,0	7 208	15 181	9 176	0,0	21,1	44,4	26,8
		2	3 174	0,0	433	571	718	0,0	13,6	18,0	22,6
		3	2 392	0,0	145	433	361	0,0	6,0	18,1	15,1
		4 zones de frai du hareng	11 141	0,0	947	4 948	2 414	0,0	8,5	44,4	21,7
		4 lits de zostère marine	37,3	0,0	0,0	0,7	5,4	0,0	0,0	1,9	14,4
		4 sites aquacoles	54,1	0,0	3,0	8,4	4,2	0,0	5,6	15,6	7,7
REMARQUES :											
[^] La somme des pourcentages n'atteint pas forcément 100 %, car certaines zones peuvent présenter une probabilité d'exposition au pétrole inférieure à 10 ⁻⁶ par année, ou parce que certaines zones d'habitat peuvent être comptées comme appartenant à deux types d'habitats distincts.											

Aucun contact avec des lits de zostère marine (considérés ici comme une communauté végétale en eau peu profonde) n'est prévu pour une gamme de fréquences annuelles supérieure à $1,00 \times 10^{-4}$ (1 fois tous les 10 000 ans). On prévoit qu'environ $0,7 \text{ km}^2$ (1,9 %) de ce type d'habitat sera exposé au mazoutage à une fréquence annuelle de 10^{-4} à 10^{-5} , et que $5,4 \text{ km}^2$ (14,4 %) de l'habitat de la zostère marine seront exposés au mazoutage à une fréquence annuelle de 10^{-5} à 10^{-6} .

Aucun mazoutage des sites d'aquaculture n'est prévu à une fréquence annuelle supérieure à 10^{-3} . On prévoit qu'environ $3,0 \text{ km}^2$ (5,6 %) de ce type d'habitat seront exposés au mazoutage à une fréquence annuelle de 10^{-3} à 10^{-4} , que $8,4 \text{ km}^2$ (15,6 %) de l'habitat désigné pour l'aquaculture seront exposés au mazoutage à une fréquence annuelle de 10^{-4} à 10^{-5} et que $4,2 \text{ km}^2$ (7,7 %) seront exposés au mazoutage à une fréquence annuelle variant entre 10^{-5} et 10^{-6} .

Dans les zones où des habitats sensibles, comme les zones de frai du hareng, les lits de zostère marine et les sites aquacoles (FSB = 4), chevauchent des zones d'eau peu profonde, le risque d'effets négatifs liés à une exposition à un déversement de pétrole brut serait le plus élevé. Les périodes critiques pour le frai du hareng et de beaucoup d'autres espèces se situent au printemps et en été, lorsqu'une exposition aux hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) présents dans le pétrole brut pourrait provoquer des effets sur le développement des embryons de poisson ou, en conjonction avec une exposition à un rayonnement ultraviolet A (UVA), une phototoxicité. Comme pour l'habitat en eau peu profonde, le risque d'effets négatifs serait plus élevé si le déversement se produisait à un moment où des vents violents poussaient le pétrole vers des zones d'eau peu profonde (favorisant ainsi la dissolution des hydrocarbures de la nappe en surface dans la colonne d'eau), et plus particulièrement si lesdites eaux peu profondes servaient de zones de frai ou de croissance aux harengs, de zones de zostère marine ou encore étaient des sites utilisés pour des activités aquacoles.

5.4.1.6 Effets sur les oiseaux marins et leur habitat

Les oiseaux marins ont été évalués au moyen de deux approches. La première part du principe que les oiseaux marins peuvent généralement être présents partout au sein de la ZEADM et suppose par conséquent que les oiseaux de rivage et les autres oiseaux marins soient évalués à l'aide de contours de fréquence stochastiques pour le mazoutage représentant les habitats de rivage ou d'eau de surface. La seconde envisage le risque que du pétrole brut déversé entre en contact avec des ZICO.

Les résultats stochastiques indiquent la fréquence de l'exposition potentielle à un mazoutage pour chaque classe de FSB d'oiseaux marins. Les résultats de la superposition pour la fréquence de mazoutage sur chaque classe d'habitat d'oiseaux marins sont énumérés dans le tableau 5-5. Les résultats stochastiques recensent l'habitat des oiseaux marins potentiellement mazouté pour une gamme de fréquences d'exposition. Les résultats indiquent qu'aucun mazoutage de l'habitat marin en raison d'accidents de la navigation maritime n'est prévu pour une fréquence annuelle supérieure à $1,00 \times 10^{-3}$ (1 fois tous les 1 000 ans).

Pour les espèces d'oiseaux de rivage et terrestres qui peuvent se nourrir dans la zone intertidale (FSB = 1 ou 2), l'exposition potentielle est déterminée en fonction de la surface d'habitat intertidal qui serait exposée au mazoutage. Le mazoutage est prévu sur 19 km^2 (3,5 %) de l'habitat disponible à une

gamme de fréquences annuelles de 10^{-3} à 10^{-4} . Le mazoutage est prévu sur 73,2 km² (13,5 %) de l'habitat de la zone intertidale à une gamme de fréquences annuelles de 10^{-4} à 10^{-5} , et sur 69,4 km² (12,8 %) de l'habitat de la zone intertidale à une gamme de fréquences annuelles de 10^{-5} à 10^{-6} . Les oiseaux de rivage présentent généralement une sensibilité moindre que les autres guildes à l'égard du mazoutage, notamment parce qu'ils ne sont pas immergés dans l'eau. Par conséquent, il est peu probable que des individus légèrement mazoutés meurent après une exposition faible à modérée. Cependant, les individus fortement mazoutés mourront probablement. En outre, les individus faiblement mazoutés pourraient transférer suffisamment de pétrole aux œufs pour entraîner la mortalité de ces derniers, si l'exposition se produit peu de temps avant ou pendant la période d'incubation des œufs.

Tableau 5-5 Effets sur les oiseaux marins et leur habitat de petits déversements maritimes (tous les types de pétrole, toutes les saisons)

Saison	Type de pétrole	FSB	Superficie de l'habitat dans la zone d'étude (km ²)	Superficie de l'habitat touché par fréquence de mazoutage (année ⁻¹)							
				Superficie de la zone de FSB touchée (km ²)				Pourcentage de la zone de FSB touchée (%) [^]			
				> 10 ⁻³	10 ⁻³ - 10 ⁻⁴	10 ⁻⁴ - 10 ⁻⁵	10 ⁻⁵ - 10 ⁻⁶	> 10 ⁻³	10 ⁻³ - 10 ⁻⁴	10 ⁻⁴ - 10 ⁻⁵	10 ⁻⁵ - 10 ⁻⁶
Toutes les saisons	Tous	1	543	0,0	19	73,2	69,4	0,0	3,5	13,5	12,8
		2	543	0,0	19	73,2	69,4	0,0	3,5	13,5	12,8
		3	3 629	0,0	471	1 019	706	0,0	13	28,1	19,5
		4	35 612	0,0	7 295	15 094	9 479	0,0	20,5	42,4	26,6

REMARQUES :

[^] La somme des pourcentages n'atteint pas forcément 100 %, car certaines zones peuvent présenter une probabilité d'exposition au pétrole inférieure à 10⁻⁶ par année, ou parce que certaines zones d'habitat peuvent être comptées comme appartenant à deux types d'habitats distincts.

Pour les autres oiseaux marins (FSB = 3 et FSB = 4), l'exposition potentielle est fondée sur la prévision de l'étendue d'eau de surface mazoutée. Pour les canards de mer et d'autres espèces telles que le Guillemot à miroir qui se nourrissent généralement à moins de 1,5 km des côtes (FSB = 3), on prévoit que 471 km² (13 %) de l'habitat à proximité du rivage seront exposés au mazoutage à une gamme de fréquences variant entre 10⁻³ et 10⁻⁴. On prévoit qu'environ 1 019 km² (28,1 %) de l'habitat disponible seront exposés au mazoutage à une gamme de fréquences de 10⁻⁴ à 10⁻⁵, et que 706 km² (19,5 %) seront exposés au mazoutage à une gamme de fréquences de 10⁻⁵ à 10⁻⁶ par année. Pour les oiseaux pélagiques, comme les canards, les pingouins et autres qui occupent un habitat plus au large et en eau libre (FSB = 4), la modélisation prévoit un mazoutage de 7 295 km² (20,5 %) de l'habitat disponible à une fréquence annuelle variant entre 10⁻³ et 10⁻⁴. On prévoit qu'environ 15 094 km² (42,4 %) de ce type d'habitat seront exposés au mazoutage à une fréquence annuelle de 10⁻⁴ à 10⁻⁵ et que 9 479 km² (26,5 %) seront exposés au mazoutage à une fréquence annuelle de 10⁻⁵ à 10⁻⁶.

Les oiseaux marins sont susceptibles d'être blessés ou tués lorsqu'ils sont exposés à des déversements de pétrole brut. En particulier, les oiseaux qui sont obligés d'utiliser l'habitat pélagique, comme les alcidés, et qui passent une grande partie de leur temps à la surface de l'océan ou en plongée pour se nourrir, sont très vulnérables à la perte de chaleur ou de flottabilité liée au mazoutage de leurs plumes pouvant entraîner leur mort. L'analyse montre cependant que des parties relativement petites de l'habitat disponible sont exposées au niveau de risque le plus élevé, à savoir de 10⁻³ à 10⁻⁴ par année (tableau 5-5). Le reste de l'habitat présente des niveaux de risque beaucoup plus faibles, estimés à 10⁻⁴ par année (un intervalle de récurrence de 1 fois en 10 000 ans) ou moins.

Outre l'habitat global, certaines zones de la baie de Fundy sont désignées comme des ZICO. Plusieurs des ZICO au Canada (p. ex., l'archipel Grand Manan et l'île Brier) comportent également des zones importantes d'eau libre. Les ZICO se trouvant dans les eaux canadiennes comprennent :

- ZICO : NB004 – L'archipel Wolves (18,4 km²)
- ZICO : NB009 – Baie de Shepody Ouest (54,8 km²)
- ZICO : NB011 – L'archipel Grand Manan (926,2 km²)
- ZICO : NB016 – L'île Manawagonish (4,7 km²)
- ZICO : NB019 – Île Machias Seal (81,6 km²)
- ZICO : NB020 – Point Lepreau/baie Maces (71 km²)
- ZICO : NB022 – Marais et plage de Saints Rest (4,7 km²)
- ZICO : NB033 – Baie de Quaco (11,6 km²)
- ZICO : NB037 – Région de Quoddy (92,2 km²)
- ZICO : NS003 – The Brothers (4,2 km²)
- ZICO : NS015 – Île Bon Portage (2,7 km²)
- ZICO : NS016 – Cap oriental de l'île de Sable (11,2 km²)

- ZICO : NS018 – Rive sud, secteur de la baie de Barrington (5,1 km²)
- ZICO : NS021 – Île Brier (878,6 km²)

Une description générale des ZICO, y compris des espèces d'oiseaux connexes, de l'utilisation et de la saisonnalité est fournie à la section 2, tableau 2-7. Les résultats stochastiques indiquent la fréquence de l'exposition potentielle à un mazoutage pour chaque ZICO. Les résultats de la superposition de la fréquence de mazoutage pour chaque ZICO sont énumérés dans le tableau 5-6.

Tableau 5-6 Effets sur les ZICO de petits déversements maritimes (tous les types de pétrole, toutes les saisons)

Saison	Type de pétrole	ZICO	Superficie de la ZICO (km ²)	Superficie de l'habitat de ZICO touché par fréquence de mazoutage (année ⁻¹)							
				Superficie de la ZICO touchée (km ²)				Pourcentage de la ZICO touchée (%) [^]			
				> 10 ⁻³	10 ⁻³ - 10 ⁻⁴	10 ⁻⁴ - 10 ⁻⁵	10 ⁻⁵ - 10 ⁻⁶	> 10 ⁻³	10 ⁻³ - 10 ⁻⁴	10 ⁻⁴ - 10 ⁻⁵	10 ⁻⁵ - 10 ⁻⁶
Toutes les saisons	Tous	NB004	18,4	0,0	6,6	11,8	0,0	0,0	35,7	64,3	0,0
		NB009	54,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		NB011	926,2	0,0	662	252	7,1	0,0	71,5	27,2	0,8
		NB016	4,7	0,0	4,7	0,0	0,0	0,0	100,0	0,0	0,0
		NB019	81,6	0,0	34,5	47,1	0,0	0,0	42,3	57,7	0,0
		NB020	71	0,0	24,1	40,4	1,5	0,0	34,0	56,9	2,2
		NB022	4,7	0,0	3,5	1,1	0,0	0,0	73,6	23,9	0,0
		NB033	11,6	0,0	0,0	0,0	2,1	0,0	0,0	0,1	18,4
		NB037	92,2	0,0	0,0	47,3	23,7	0,0	0,0	51,3	25,7
		NS003	4,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		NS015	2,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		NS016	11,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		NS018	5,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		NS021	878,6	0,0	0,0	671	202	0,0	0,0	76,4	23,0
		Total	2 167	0,0	736	1 071	236	0,0	33,9	49,4	10,9

REMARQUES :

[^] La somme des pourcentages n'atteint pas forcément 100 %, car certaines zones peuvent présenter une probabilité d'exposition au pétrole inférieure à 10⁻⁶ par année, ou parce que certaines zones d'habitat peuvent être comptées comme appartenant à deux types d'habitats distincts.

Aucun des habitats présents dans les ZICO au sein de la zone d'étude ne devrait être potentiellement exposé à un mazoutage découlant de petits accidents maritimes à une fréquence supérieure à $1,00 \times 10^{-3}$ par année. Au total, 736 km^2 (33,9 %) de l'habitat total dans les ZICO devraient être potentiellement exposés à un mazoutage découlant de petits accidents maritimes à une gamme de fréquences annuelles de 10^{-3} à 10^{-4} . À titre de comparaison, $1\,071 \text{ km}^2$ (49,4 %) de l'habitat dans les ZICO sont potentiellement exposés au mazoutage à une fréquence annuelle de 10^{-4} à 10^{-5} et 236 km^2 (10,9 %) sont potentiellement exposés au mazoutage à une fréquence annuelle de 10^{-5} à 10^{-6} .

Aucun mazoutage d'habitat des ZICO n'est prévu pour un seul des scénarios de déversements liés à la navigation maritime à la ZICO NB 009 (baie de Shepody Ouest) au Nouveau-Brunswick, ou à plusieurs des ZICO en Nouvelle-Écosse, notamment NS003 (The Brothers), NS015 (île Bon Portage), NS016 (cap oriental de l'île de Sable) et NS018 (Rive sud, secteur de la baie de Barrington). Aucun mazoutage d'habitat de ZICO à une vraisemblance supérieure à 10^{-5} par année n'a été recensé à la ZICO NB033 (baie Quaco). Les ZICO qui présentent la plus forte vraisemblance d'être exposées à du pétrole brut déversé à la suite de petits déversements maritimes se trouvaient toutes au Nouveau-Brunswick et comprenaient NB004 (archipel The Wolves), NB011 (archipel Grand Manan), NB016 (île Manawagonish), NB019 (île Machias Seal), NB020 (Point Lepreau/baie Maces) et NB022 (marais et plage de Saints Rest). La plus grande étendue d'un mazoutage potentiel pour une ZICO en Nouvelle-Écosse est de 671 km^2 (76,4 % de l'habitat) prévue pour la ZICO NS 021 (île Brier) à une gamme de fréquences annuelles de 10^{-4} à 10^{-5} .

L'utilisation des ZICO touchées par les oiseaux est saisonnière, quoique la plupart des ZICO soient utilisées par au moins une espèce au cours d'une saison. L'utilisation saisonnière de ces ZICO par chaque espèce est décrite à la section 2, tableau 2-7. Le chevauchement d'un mazoutage prévu avec l'emplacement d'une ZICO ne signifie pas nécessairement que les oiseaux marins qui se trouvent dans les sites de nidification subiront un mazoutage, car leurs zones d'alimentation peuvent se trouver à une certaine distance de ces sites de nidification. Cependant, le chevauchement important de zones où la fréquence de pétrole à la surface de l'eau est plus élevée ($> 10^{-4}$ /année) au sein des ZICO indique que le potentiel d'effets négatifs, pouvant aller jusqu'à la mort des adultes, des juvéniles ou des œufs, dans le cas d'un transfert de l'huile du plumage vers les œufs en incubation, est élevé, dans le cas peu probable d'un déversement de pétrole brut.

5.4.1.7 Effets sur les reptiles marins et leur habitat

Les résultats de la superposition de la fréquence de mazoutage potentiel sur l'habitat des reptiles marins (tortues de mer) sont énumérés dans le tableau 5-7. Les résultats stochastiques indiquent une gamme de fréquences d'exposition pour l'habitat des reptiles marins. Les résultats indiquent qu'aucun mazoutage de l'habitat des tortues marines n'est prévu par la modélisation stochastique pour toute fréquence annuelle supérieure à $1,00 \times 10^{-3}$ (1 fois tous les 1 000 ans) lorsque les effets de petits déversements à la suite d'accidents maritimes sont combinés.

Les résultats indiquent que $2\,624 \text{ km}^2$ (7 %) de l'habitat des reptiles marins sont potentiellement touchés par de petits déversements à la suite d'accidents maritimes à une fréquence annuelle entre 10^{-3} et 10^{-4} .

Environ 15 988 km² (42,8 %) peuvent être exposés au mazoutage à une fréquence annuelle de 10⁻⁴ à 10⁻⁵, et 14 280 km² (39,2 %) peuvent être exposés au mazoutage à une fréquence de 10⁻⁵ à 10⁻⁶ par année.

Bien qu'il faille s'attendre à une certaine incidence négative sur les tortues de mer exposées à du pétrole brut, les effets ne seraient vraisemblablement pas létaux, sauf dans le cas d'animaux plus faibles qui ont été exposés à un lourd mazoutage de surface et à l'inhalation de vapeurs de pétrole brut frais, comme cela pourrait se produire dans la proximité immédiate du lieu du déversement.

5.4.1.8 Effets sur les mammifères et leur habitat

Les résultats de la superposition de la fréquence de mazoutage potentiel sur chaque classe de FSB (facteur de sensibilité biologique) d'habitat de mammifères marins sont présentés dans le tableau 5-8. Les résultats stochastiques identifient l'habitat qui pourrait être souillé par le pétrole des mammifères terrestres et marins à une gamme de fréquences prévues d'exposition. Les résultats n'indiquent aucun mazoutage de l'habitat marin en raison de déversements de moindre envergure d'accidents de la navigation maritime à une fréquence annuelle supérieure à 1,00 x 10⁻³ (1 fois tous les 1 000 ans).

Le mazoutage potentiel de l'habitat littoral et intertidal où des mammifères terrestres pourraient entrer en contact avec du pétrole brut déversé (FSB = 1) varie de 19 km² (3,5 % de l'habitat littoral et intertidal disponible dans la zone d'étude) à une gamme de fréquences de 10⁻³ à 10⁻⁴ par année; 73,2 km² (13,5 % de l'habitat disponible) à une fréquence annuelle entre 10⁻⁴ et 10⁻⁵ et 69,4 km² (12,8 % de l'habitat disponible) qui seraient potentiellement exposés au mazoutage à une gamme de fréquences de 10⁻⁵ à 10⁻⁶ par année. Les animaux inclus dans cette classe de FSB seraient des visiteurs occasionnels de la zone intertidale (c.-à-d., des animaux comme le raton laveur, le renard ou l'ours). Ces animaux auraient une sensibilité au mazoutage externe généralement faible et il est peu probable que des individus souillés par le pétrole meurent par suite d'exposition. Il est très peu probable qu'une telle exposition entraîne un effet mesurable à l'échelle de la population pour ces animaux, car la majeure partie de ladite population se trouve dans des habitats terrestres qui ne seraient pas exposés au pétrole en cas de déversement marin.

Quant aux pinnipèdes (c.-à-d., le phoque, FSB = 2), l'exposition potentielle est fondée sur le mazoutage de surface de l'habitat d'une profondeur d'eau de ≤ 30 m. Dans le cas de ces animaux, 577 km² (10,4 %) de ce type d'habitat dans la zone d'étude sont potentiellement exposés au mazoutage à une fréquence entre 10⁻³ et 10⁻⁴ par année. Une zone supplémentaire de 1 005 km² (18,1 %) serait potentiellement exposée au mazoutage à une gamme de fréquences annuelles de 10⁻⁴ à 10⁻⁵ et une autre de 1 079 km² (19,4 %) serait exposée à un mazoutage potentiel à une gamme de fréquences de 10⁻⁵ à 10⁻⁶ par année. Même s'il faut s'attendre à une certaine incidence négative sur les phoques exposés à du pétrole brut dans l'éventualité peu probable d'un déversement, les effets ne seraient vraisemblablement pas létaux, sauf dans le cas d'animaux plus faibles comme les blanchons et les animaux plus âgés et malades.

Quant aux baleines et aux marsouins (FSB = 3), l'exposition potentielle est fondée sur le mazoutage de surface de l'habitat d'une profondeur d'eau de ≤ 30 m. Dans le cas de ces animaux, 7 208 km² (21,1 %) de ce type d'habitat dans la zone d'étude sont potentiellement exposés au mazoutage à une fréquence

entre 10^{-3} et 10^{-4} par année. Une zone supplémentaire de 15 181 km² (44,4 %) serait potentiellement exposée au mazoutage à une gamme de fréquences annuelles de 10^{-4} à 10^{-5} et une autre de 9 176 km² (26,8 %) serait exposée à un mazoutage potentiel à une gamme de fréquences de 10^{-5} à 10^{-6} par année. Ces résultats révèlent qu'il y a une superficie d'habitat relativement grande pour les baleines et les marsouins où la fréquence de mazoutage prévue se trouve dans la gamme de 10^{-3} à 10^{-4} par année. Il faut s'attendre à une certaine incidence négative sur les baleines et les marsouins exposés à du pétrole brut, mais les effets ne seraient vraisemblablement pas létaux, sauf dans le cas d'animaux plus faibles, comme les baleineaux et les animaux plus âgés et malades, ou d'animaux qui ont été exposés à un lourd mazoutage de surface et à l'inhalation de vapeurs de pétrole brut frais, comme cela pourrait se produire dans la proximité immédiate du lieu du déversement. La possibilité d'une exposition par inhalation provoquant des dommages chez les baleines sera analysée de manière plus détaillée dans la modélisation déterministe des risques de déversements de pétrole qui sera présentée séparément au premier trimestre de l'année 2016.

En ce qui concerne les mammifères semi-aquatiques qui dépendent principalement de l'isolation que leur procure leur fourrure, comme la loutre et le vison (FSB = 4), l'exposition potentielle au pétrole brut déversé est fondée sur l'habitat disponible représenté par les zones côtières d'une profondeur d'eau de ≤ 10 m. Dans le cas de ces mammifères et de ce type d'habitat, approximativement 145 km² (6 %) seraient potentiellement exposés au pétrole déversé à une fréquence de 10^{-3} à 10^{-4} par année. Une zone supplémentaire de 433 km² (18,1 %) de l'habitat disponible pourrait être touchée à une gamme de fréquences annuelles de 10^{-4} à 10^{-5} et une autre de 361 km² (15,1 %) pourrait l'être à une fréquence annuelle de 10^{-5} à 10^{-6} . Les loutres et les visons seraient très vulnérables à l'hypothermie en cas d'exposition à du pétrole brut déversé. L'exposition durant la saison plus froide serait plus stressante que l'exposition durant la saison plus chaude, mais dans les deux cas, l'hypothermie combinée aux dommages causés à l'appareil gastro-intestinal par le pétrole brut ingéré en nettoyant leur fourrure pourrait causer la mort.

Tableau 5-7 Effets sur les reptiles marins et leur habitat de petits déversements maritimes (tous les types de pétrole, saison plus chaude)

Saison	Type de pétrole	FSB	Zone d'habitat dans la ZEADM (km ²)	Superficie de l'habitat touché par fréquence de mazoutage (année ⁻¹)							
				Superficie de la zone de FSB touchée (km ²)				Pourcentage de la zone de FSB touchée (%) [^]			
				> 10 ⁻³	10 ⁻³ - 10 ⁻⁴	10 ⁻⁴ - 10 ⁻⁵	10 ⁻⁵ - 10 ⁻⁶	< 10 ⁻³	10 ⁻³ - 10 ⁻⁴	10 ⁻⁴ - 10 ⁻⁵	10 ⁻⁵ - 10 ⁻⁶
Saison chaude	Tous	2	37 393	0,0	2 624	15 988	14 280	0,0	7,0	42,8	38,2

REMARQUES :

[^] La somme des pourcentages n'atteint pas forcément 100 %, car certaines zones peuvent présenter une probabilité d'exposition au pétrole inférieure à 10⁻⁶ par année, ou parce que certaines zones d'habitat peuvent être comptées comme appartenant à deux types d'habitats distincts.

Tableau 5-8 Effets sur les mammifères marins et leur habitat de petits déversements maritimes (tous les types de pétrole, toutes les saisons)

Saison	Type de pétrole	FSB	Zone d'habitat dans la ZEADM (km ²)	Superficie de l'habitat touché par fréquence de mazoutage (année ⁻¹)							
				Superficie de la zone de FSB touchée (km ²)				Pourcentage de la zone de FSB touchée (%) [^]			
				> 10 ⁻³	10 ⁻³ - 10 ⁻⁴	10 ⁻⁴ - 10 ⁻⁵	10 ⁻⁵ - 10 ⁻⁶	> 10 ⁻³	10 ⁻³ - 10 ⁻⁴	10 ⁻⁴ - 10 ⁻⁵	10 ⁻⁵ - 10 ⁻⁶
Toutes les saisons	Tous	1	543	0,0	19	73,2	69,4	0,0	3,5	13,5	12,8
		2	5 566	0,0	577	1 005	1 079	0,0	10,4	18,1	19,4
		3	34 219	0,0	7 208	15 181	9 176	0,0	21,1	44,4	26,8
		4	2 392	0,0	145	433	361	0,0	6,0	18,1	15,1

REMARQUES :

[^] La somme des pourcentages n'atteint pas forcément 100 %, car certaines zones peuvent présenter une probabilité d'exposition au pétrole inférieure à 10⁻⁶ par année, ou parce que certaines zones d'habitat peuvent être comptées comme appartenant à deux types d'habitats distincts.

5.4.2 Variation du mazoutage potentiel des ressources marines de petits déversements maritimes due aux différences saisonnières

Les sous-sections suivantes donnent une comparaison des variations saisonnières prévues de l'étendue du mazoutage potentiel à la surface de l'eau et sur les côtes de tous les petits déversements maritimes, tous les types de pétrole confondus.

5.4.2.1 Fréquence et étendue du mazoutage à la surface de l'eau

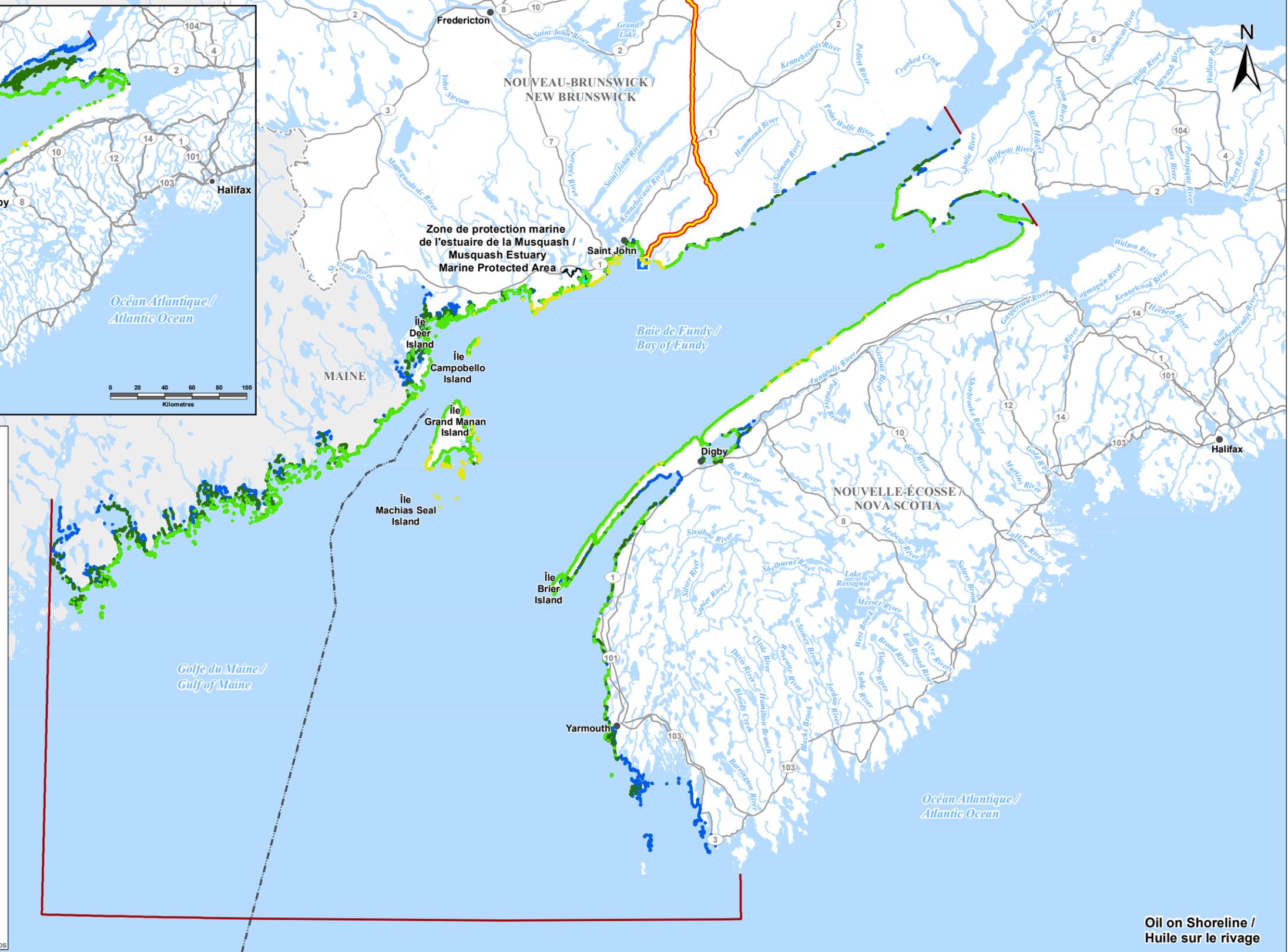
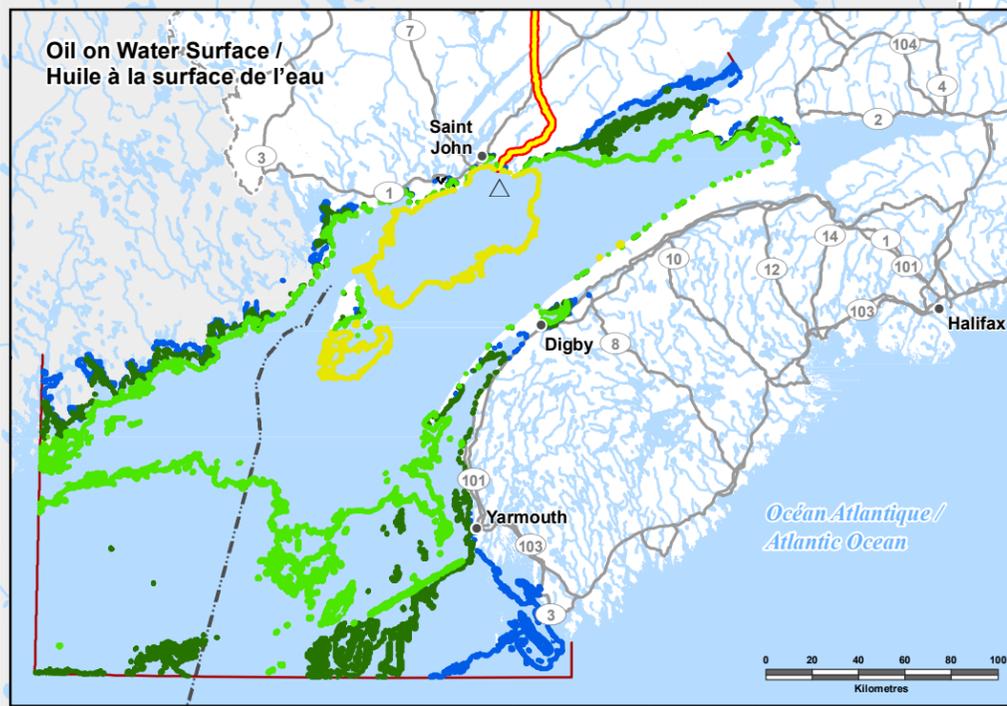
Les résultats de la modélisation stochastique fournissent des contours de fréquence pour le mazoutage à la surface associé à tous les petits déversements maritimes (tous les types de pétrole confondus) pour les deux saisons : chaude et froide. Les contours de fréquence sont définis pour les nappes de pétrole en surface d'une épaisseur supérieure à 1 µm. De plus, seul le mazoutage à la surface dont les fréquences annuelles sont supérieures à $1,00 \times 10^{-6}$ (1 fois tous les 1 000 000 d'années) est présenté et abordé dans le rapport, puisque les risques inférieurs à cette gamme de fréquences sont considérés comme négligeables.

Le tableau 5-9 présente l'étendue spatiale du mazoutage à la surface (km²) pour tous les types de pétrole confondus des deux saisons. Les contours de fréquence de mazoutage à la surface sont illustrés pour tous les petits déversements maritimes dans la figure 5-4 et la figure 5-5 pour les saisons chaude et froide.

Tableau 5-9 Mazoutage à la surface de l'eau dans le cas de petits déversements maritimes (tous les types de pétrole, les deux saisons)

Saison	Type de pétrole	Épaisseur moyenne de la nappe (µm)	Superficie moyenne envahie par une nappe de pétrole (km ²)	Superficie totale de l'eau de surface touchée (km ²) par fréquence de mazoutage (année ⁻¹)			
				> 10 ⁻³	10 ⁻³ - 10 ⁻⁴	10 ⁻⁴ - 10 ⁻⁵	10 ⁻⁵ - 10 ⁻⁶
Saison chaude	Tous	381	5 195	0,0	2 654	16 437	14 656
Saison froide		542	4 338	0,0	2 774	14 360	10 586

Les résultats indiquent qu'aucun mazoutage à la surface n'est prévu par la modélisation stochastique pour toute fréquence annuelle supérieure à $1,00 \times 10^{-3}$ (1 fois tous les 1 000 ans) pour les deux saisons. Dans le cas des déversements durant la saison plus chaude, on prévoit un mazoutage à la surface global d'une superficie de 2 654 km² à une fréquence annuelle entre 10⁻³ et 10⁻⁴. Une zone supplémentaire de 16 437 km² peut être exposée au mazoutage à une gamme de fréquences annuelles de 10⁻⁴ à 10⁻⁵ et une autre de 14 656 km² peut être exposée au mazoutage à une fréquence entre 10⁻⁵ à 10⁻⁶ par année. Ces valeurs se comparent à l'exposition prévue au mazoutage à la surface de 2 774 km², 14 360 km² et 10 586 km² pour les gammes de fréquences correspondantes de la saison plus froide.



△ Fréquence maximale de mazoutage à la surface / Maximum Frequency of Surface Oiling : 2.12e-4

Fréquence d'huile à la surface / Frequency of Oil on Surface*

- 1.00e-3
- 1.00e-4
- 1.00e-5
- 1.00e-6
- 1.00e-9

Fréquence d'huile sur le rivage / Frequency of Shoreline Oiling*

- > 1.00e-3
- > 1.00e-4 - 1.00e-3
- > 1.00e-5 - 1.00e-4
- > 1.00e-6 - 1.00e-5
- 1.00e-9 - 1.00e-6

— Limite de la zone d'étude des accidents et défaillances maritimes / Study Area for Marine Accidents and Malfunctions Boundary

■ Terminal maritime / Marine Terminal

— Nouveau pipeline / New Pipeline

--- Frontière maritime / Maritime Boundary

■ Aire marine nationale protégée / National Marine Protected Area

*Oiling frequency values are given as events per year / La fréquence de mazoutage est exprimée en événements par année

0 10 20 30 40 50
Kilomètres
1:1,300,000 NAD 1983 CSRS NBDS / NAD 1983 SCRS NBDS

Oil on Shoreline / Huile sur le rivage

PROJET OLÉODUC ÉNERGIE EST / ENERGY EAST PIPELINE PROJECT

Fréquence de mazoutage de la surface et du rivage pour de plus petits déversements de tous les types de pétrole brut lors de navigation maritime - Saison plus chaude / Frequency of Surface and Shoreline Oiling for Smaller Marine Shipping Spills of All Crude Oils - Warmer Season



Sources : Données sur le projet fournies par TransCanada Pipelines Limited. Frontière maritime tirée du Service hydrographique du Canada. Données de base fournies par les gouvernements du Canada et du Nouveau-Brunswick ainsi que par le gouvernement de l'État du Maine. / Sources: Project data provided by TransCanada Pipelines Limited. Maritime boundary from Canadian Hydrographic Service. Base data provided by the Governments of Canada and New Brunswick and the Government of the State of Maine.

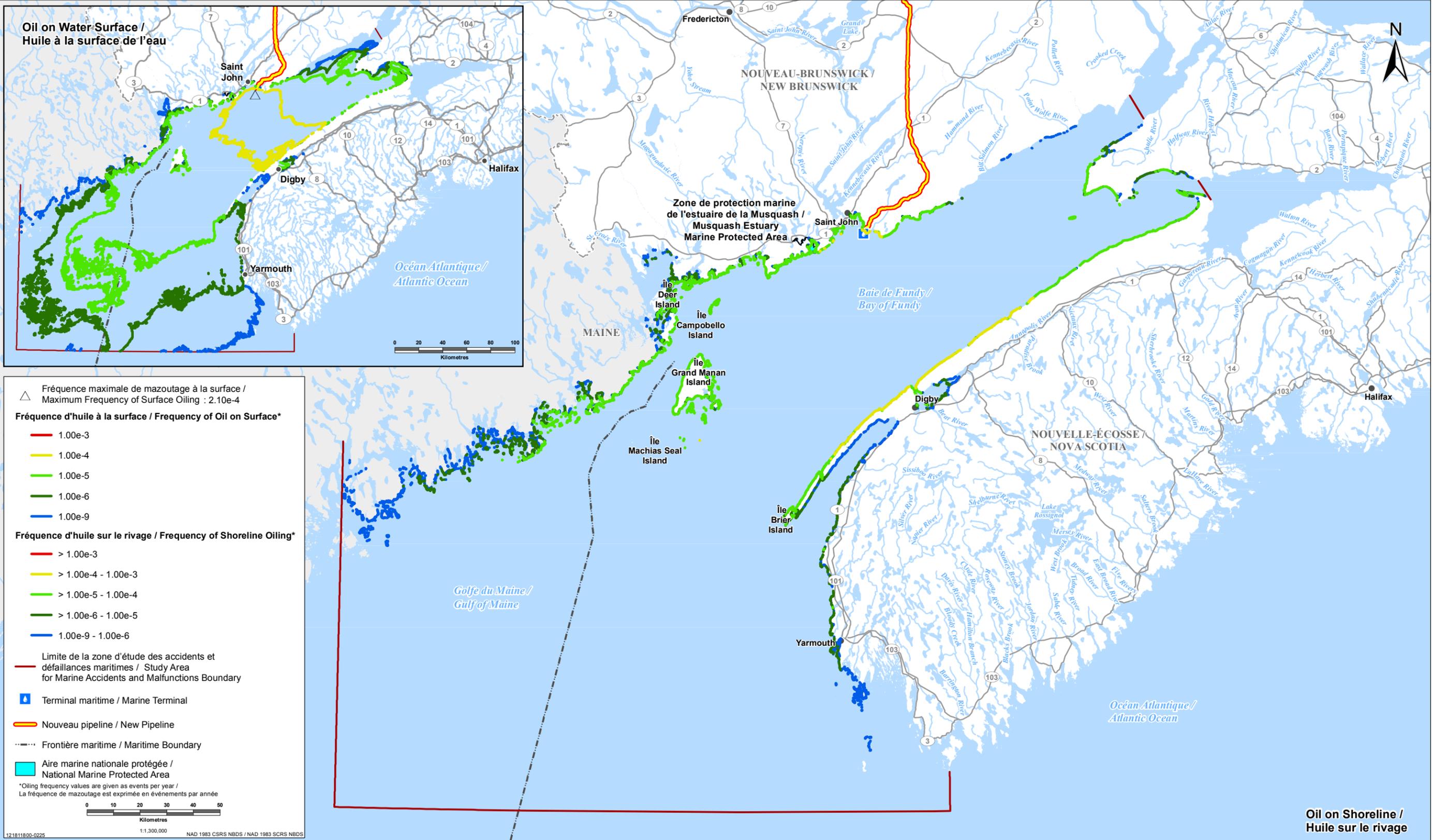
PRÉPARÉ PAR / PREPARED BY
Stantec

PRÉPARÉ POUR / PREPARED FOR
TransCanada

DONNÉES FOURNIES PAR / DATA SUPPLIED BY
TETRA TECH

FIGURE NO. / FIGURE NO.
5-4

Dernières modifications : 17/11/2015 par : kocaska / Last Modified: 17/11/2015 By : kocaska



Fréquence de mazoutage de la surface et du rivage pour de plus petits déversements de tous les types de pétrole brut lors de navigation maritime - Saison plus froide / Frequency of Surface and Shoreline Oiling for Smaller Marine Shipping Spills of All Crude Oils - Colder Season

Sources : Données sur le projet fournies par TransCanada Pipelines Limited. Frontière maritime tirée du Service hydrographique du Canada. Données de base fournies par les gouvernements du Canada et du Nouveau-Brunswick ainsi que par le gouvernement de l'État du Maine. / Sources: Project data provided by TransCanada Pipelines Limited. Maritime boundary from Canadian Hydrographic Service. Base data provided by the Governments of Canada and New Brunswick and the Government of the State of Maine.

PRÉPARÉ PAR / PREPARED BY
 Stantec
 PRÉPARÉ POUR / PREPARED FOR
 TransCanada
 DONNÉES FOURNIES PAR / DATA SUPPLIED BY
 TETRA TECH
 FIGURE NO. / FIGURE NO.
5-5

Dernières modifications : 17/11/2015 par : koczaika / Last Modified: 17/11/2015 By : koczaika

Les résultats révèlent que dans l'ensemble l'étendue spatiale totale du mazoutage à la surface entre les deux saisons pour tous les déversements de moindre envergure diffère peu. La superficie moyenne envahie par des nappes au cours d'une période de 30 jours durant la saison plus chaude est supérieure ($5\,195\text{ km}^2$) à la superficie moyenne envahie par des nappes dans la saison plus froide ($4\,338\text{ km}^2$). Comme on l'a souligné ailleurs, ces valeurs représentent des superficies cumulatives envahies par une plus petite nappe en mouvement sur une période de 30 jours. Les nappes durant la saison plus chaude étaient aussi plus minces en moyenne que celles durant la saison plus froide. Cependant, la superficie de la surface de l'océan ayant la plus forte probabilité d'être exposée au mazoutage est virtuellement la même pour les deux saisons. La figure 5-4 et la figure 5-5 illustrent la distribution spatiale du pétrole brut déversé indiquée par évaluation stochastique. La limite encerclant les superficies de la surface de l'océan dont le risque d'être exposée au pétrole brut de petits déversements maritimes est supérieur à $1,00 \times 10^{-4}$ illustre le plus clairement l'incidence des saisons sur l'évolution du pétrole déversé. Durant la saison plus chaude, cette limite de risque tend à se confiner au côté néo-brunswickois de la baie de Fundy, conformément à la configuration des vents dominants provenant du sud-ouest. Durant la saison plus froide, la limite de risque de 10^{-4} traverse la baie de Fundy pour atteindre la côte de la Nouvelle-Écosse près de Digby.

5.4.2.2 Fréquence de mazoutage sur les côtes

La zone d'étude comprend approximativement $5\,444\text{ km}$ d'habitat le long du rivage. En examinant les statistiques sur la longueur moyenne du rivage exposé au mazoutage des simulations stochastiques individuelles, on peut constater des valeurs de 136 km durant la saison plus chaude et de 106 km durant la saison plus froide. Ces différences s'expliquent par les différents régimes climatiques auxquels le pétrole déversé est exposé dans les deux saisons. Durant la saison plus chaude, les nappes tendent à demeurer du côté néo-brunswickois de la baie de Fundy et à atteindre rapidement le rivage. À l'opposé, les nappes qui traversent la baie de Fundy et atteignent la côte de la Nouvelle-Écosse tendent à demeurer plus longtemps en nappes à la surface en eau libre, donnant plus de temps à l'évaporation et l'altération du pétrole brut avant son contact avec le littoral. Le dépôt de pétrole brut moyen sur le rivage, tous les types de pétrole confondus, est de $1,38\text{ L/m}^2$ durant la saison plus chaude et de $1,84\text{ L/m}^2$ durant la saison plus froide.

Les résultats de la modélisation stochastique fournissent aussi la cartographie des fréquences saisonnières de mazoutage sur les côtes pour les saisons tant chaude que froide. La cartographie des fréquences est définie pour le mazoutage sur les côtes dont le chargement de pétrole est $>1\text{ mL/m}^2$ de rivage. En plus, il n'est question ici que du mazoutage sur les côtes ayant une fréquence annuelle supérieure à $1,00 \times 10^{-6}$ (1 fois tous les $1\,000\,000$ d'années), car le risque sous cette gamme de fréquences est considéré comme négligeable.

Le tableau 5-10 présente la distribution du mazoutage sur les côtes (km) dans tous les cas de petits déversements maritimes pour les saisons chaude et froide. La cartographie des fréquences de mazoutage sur les côtes est illustrée dans la figure 5-4 et la figure 5-5 pour les saisons chaude et froide, respectivement. Les résultats indiquent qu'aucun mazoutage sur les côtes n'est prévu par la modélisation

stochastique pour toute fréquence annuelle supérieure à $1,00 \times 10^{-3}$ (1 fois tous les 1 000 ans) pour les deux saisons.

Durant la saison plus chaude, la longueur du rivage qui pourrait être exposée au mazoutage à une gamme de fréquences de 10^{-3} à 10^{-4} par année est de 110 km. Une longueur de rivage supérieure (1 026 km) pourrait être exposée au mazoutage à une gamme de fréquences annuelles de 10^{-4} à 10^{-5} et 539 km de rivage sont potentiellement exposés au mazoutage à une gamme de fréquences de 10^{-5} à 10^{-6} par année. Ces valeurs correspondent aux valeurs légèrement inférieures de 100, 800 et 452 km, respectivement, durant la saison plus froide.

Tableau 5-10 Mazoutage sur les côtes dans le cas de petits déversements maritimes (tous les types de pétrole, les deux saisons)

Saison	Type de pétrole	Dépôt de pétrole moyen (L/m ²)	Longueur moyenne du rivage touché (km)	Longueur de rivage touché (km) par fréquence de mazoutage (année ⁻¹)			
				> 10 ⁻³	10 ⁻³ - 10 ⁻⁴	10 ⁻⁴ - 10 ⁻⁵	10 ⁻⁵ - 10 ⁻⁶
Saison chaude	Tous	1,38	136	0,0	110	1 026	539
Saison froide		1,84	106	0,0	100	800	452

5.4.2.3 Données sur le bilan de masse (tous les types de pétrole, les deux saisons)

Des résumés du bilan de masse sont fournis par Tetra Tech EBA (annexe C) pour chacune des deux saisons prises en compte pour les petits déversements maritimes. La partie la plus importante du pétrole était entrée en contact avec le rivage ou la zone intertidale à la fin des simulations et représentait entre 46,4 % et 45,3 % du pétrole déversé pour les saisons chaude et froide, respectivement. L'évaporation représentait la deuxième masse de pétrole en importance à la fin des simulations. L'évaporation devrait être supérieure durant les mois plus froids avec une volatilisation de 34,1 % dans l'air, par rapport à une perte de 32,7 % durant les mois plus chauds. Cette différence découle principalement du fait que davantage de pétrole demeure plus longtemps sur l'eau durant les mois plus froids et par conséquent fait l'objet de pertes par évaporation dans l'atmosphère de plus longue durée. Entre 9,6 % et 10,2 % du pétrole s'était dissous dans la colonne d'eau durant les mois plus froids et plus chauds, respectivement. Même si la différence n'est pas importante, elle est prévue en raison de la température de l'eau plus élevée durant les mois plus chauds. La majeure partie du pétrole brut qui s'évapore ou se dissout devrait le faire au cours des premiers jours qui suivent le début du déversement. La biodégradation du pétrole brut déversé représente entre 5,5 % et 5,4 % du pétrole déversé pour les saisons chaude et froide, respectivement. La quantité de pétrole brut qui reste sur l'eau après 30 jours variait entre 2,8 % durant la saison plus chaude et 5,2 % durant la saison plus froide. Une petite quantité (2,5 %) du pétrole déversé devrait sortir de la limite du modèle durant les mois plus chauds, tandis que seulement 0,5 % devrait s'échapper durant la période froide.

5.4.2.4 Effets sur les habitats le long et à proximité du rivage

Le tableau 5-11 présente les résultats de la superposition de la fréquence de mazoutage sur les côtes de petits déversements maritimes pour chaque classe de sensibilité du rivage pour les deux saisons. Aucun mazoutage de l'habitat le long du rivage n'est prévu par la modélisation stochastique pour toute fréquence annuelle supérieure à 10^{-3} (1 fois tous les 1 000 ans) pour toutes les saisons.

Les résultats pour les deux saisons (chaude et froide) sont semblables dans l'ensemble. À la gamme de fréquences la plus élevée prévue pour l'exposition au pétrole brut déversé (c.-à-d., 10^{-3} à 10^{-4} par année), un petit peu plus de l'habitat des classes FSB 1, 2 et 4 pourrait être exposé au pétrole durant la saison plus chaude et un petit peu plus de l'habitat de la classe FSB 3 est exposé durant la saison plus froide. Ces statistiques sont conformes aux caractéristiques du rivage et à la tendance du pétrole brut de demeurer du côté néo-brunswickois de la baie de Fundy durant la saison plus chaude et de se rendre du côté néo-écossais de la baie de Fundy durant la saison plus froide. Il convient de souligner que le potentiel légèrement plus élevé pour certains habitats des marais salés du côté néo-brunswickois de la baie de Fundy d'être exposés au mazoutage durant la saison plus chaude. Tandis que ces habitats ne représentent qu'une petite partie de l'ensemble de l'habitat des marais salés dans la zone d'étude, il s'agit néanmoins d'habitats importants et hautement valorisés localement.

Tableau 5-11 Effets sur les habitats le long et à proximité du rivage de petits déversements maritimes (tous les types de pétrole, les deux saisons)

Saison	Type de pétrole	FSB	Longueur ou superficie de l'habitat dans la zone d'étude (km)	Longueur de rivage touché (km) par fréquence de mazoutage (année ⁻¹)							
				Longueur ou superficie de la zone de FSB touchée (km)				Pourcentage de la longueur ou superficie de la zone de FSB touchée (%) [^]			
				> 10 ⁻³	10 ⁻³ - 10 ⁻⁴	10 ⁻⁴ - 10 ⁻⁵	10 ⁻⁵ - 10 ⁻⁶	> 10 ⁻³	10 ⁻³ - 10 ⁻⁴	10 ⁻⁴ - 10 ⁻⁵	10 ⁻⁵ - 10 ⁻⁶
Saison chaude	Tous	1	148	0,0	13,6	79,3	19,9	0,0	9,2	53,6	13,5
		2	1 090	0,0	17,7	210	161	0,0	1,6	19,2	14,8
		3	2 495	0,0	73,6	643	290	0,0	3,0	25,8	11,6
		4	1 712	0,0	4,7	94	67,9	0,0	0,3	5,5	4,0
Saison froide	Tous	1	148	0,0	5,0	56,3	43,3	0,0	3,4	38,0	29,2
		2	1 090	0,0	4,4	178	127	0,0	0,4	16,3	11,7
		3	2 495	0,0	89,7	479	216	0,0	3,6	19,2	8,7
		4	1 712	0,0	0,4	86,8	65	0,0	0,0	5,1	3,8

REMARQUES :

[^] La somme des pourcentages n'atteint pas forcément 100 %, car certaines zones peuvent présenter une probabilité d'exposition au pétrole inférieure à 10⁻⁶ par année, ou parce que certaines zones d'habitat peuvent être comptées comme appartenant à deux types d'habitats distincts.

5.4.2.5 Effets sur les poissons marins et leur habitat

Le tableau 5-12 présente les résultats de la superposition de la fréquence de mazoutage de tous les petits déversements maritimes pour chaque classe d'habitat de poissons marins. Aucun mazoutage de l'habitat des poissons marins n'est prévu par la modélisation stochastique pour toute fréquence annuelle supérieure à 10^{-3} (1 fois tous les 1 000 ans) pour l'une ou l'autre des saisons.

Les résultats pour les deux saisons (chaude et froide) sont semblables dans l'ensemble. À la gamme de fréquences la plus élevée prévue pour l'exposition au pétrole brut déversé (c.-à-d., de 10^{-3} à 10^{-4} par année), les différences entre les zones des types d'habitat FSB 1, 2 et 3 sont légères et seulement de petites parties de l'ensemble de l'habitat de ces types dans la baie de Fundy pourraient être exposées au mazoutage à une probabilité supérieure à 10^{-4} par année.

Mettant l'accent sur les types d'habitat de poisson les plus sensibles (FSB = 4), représentés par les zones de frai potentielles du hareng, les lits de zostère marine et les sites aquacoles, les zones potentiellement exposées au mazoutage à une fréquence supérieure à 10^{-4} par année sont extrêmement petites (c.-à-d., aucune interaction prévue ou par plus de 1,2 % de l'habitat disponible potentiellement touché).

Cependant, à la plus basse gamme de fréquences de 10^{-4} à 10^{-5} par année, une partie relativement grande de l'habitat disponible désigné comme zone de frai du hareng pourrait être exposée au mazoutage. Pour la saison plus chaude, cela représentait 5 245 km² (47,1 % de l'habitat disponible), tandis que pour la saison plus froide, cela représentait 3 891 km² (34,09 % de l'habitat disponible). Le hareng fraie au printemps, durant la transition de la saison plus froide à la saison plus chaude.

Cependant, le hareng de l'Atlantique tend à frayer en eau plus profonde que le hareng du Pacifique et, par conséquent, serait moins sensible aux effets négatifs de l'exposition au pétrole brut durant la période de frai que le serait le hareng du Pacifique. Les résultats n'indiquent en outre qu'un faible potentiel et peu de différence saisonnière dans l'exposition potentielle des lits de zostère marine et des sites aquacoles au mazoutage à un niveau de 10^{-4} à 10^{-5} par année.

Tableau 5-12 Effets sur les poissons marins et leur habitat de petits déversements maritimes (tous les types de pétrole, les deux saisons)

Saison	Type de pétrole	FSB	Superficie de l'habitat dans la zone d'étude (km ²)	Superficie de l'habitat touché (km ²) par fréquence de mazoutage (année ⁻¹)							
				Superficie de la zone de FSB touchée (km ²)				Pourcentage de la zone de FSB touchée (%) [^]			
				> 10 ⁻³	10 ⁻³ - 10 ⁻⁴	10 ⁻⁴ - 10 ⁻⁵	10 ⁻⁵ - 10 ⁻⁶	> 10 ⁻³	10 ⁻³ - 10 ⁻⁴	10 ⁻⁴ - 10 ⁻⁵	10 ⁻⁵ - 10 ⁻⁶
Saison chaude	Tous	1	34 219	0,0	2 500	15 242	13 499	0,0	7,3	44,5	39,4
		2	3 174	0,0	124	745	781	0,0	3,9	23,5	24,6
		3	2 392	0,0	30,2	450	376	0,0	1,3	18,8	15,7
		4 zones de frai du hareng	11 141	0,0	26	5 245	2 899	0,0	0,2	47,1	26
		4 lits de zostère marine	37,3	0,0	0,0	0,1	2,8	0,0	0,0	0,3	7,6
		4 sites aquacoles	54,1	0,0	0,7	8,8	5,1	0,0	1,2	16,3	9,5
Saison froide	Tous	1	34 219	0,0	2 665	13 282	9 712	0,0	7,8	38,8	28,4
		2	3 174	0,0	87,0	680	569	0,0	2,7	21,4	17,9
		3	2 392	0,0	21,9	399	305	0,0	0,9	16,7	12,8
		4 zones de frai du hareng	11 141	0,0	44,8	3 891	2 621	0,0	0,4	34,9	23,5
		4 lits de zostère marine	37,3	0,0	0,0	0,3	3,9	0,0	0,0	0,7	10,4
		4 sites aquacoles	54,1	0,0	0,0	8,6	5,5	0,0	0,0	15,9	10,2

REMARQUES :
[^] La somme des pourcentages n'atteint pas forcément 100 %, car certaines zones peuvent présenter une probabilité d'exposition au pétrole inférieure à 10⁻⁶ par année, ou parce que certaines zones d'habitat peuvent être comptées comme appartenant à deux types d'habitats distincts.

5.4.2.6 Effets sur les oiseaux marins et leur habitat

Le tableau 5-13 présente les résultats de la superposition de la fréquence de mazoutage de tous les petits déversements maritimes pour chaque classe d'habitat d'oiseaux marins. Aucun mazoutage de l'habitat des oiseaux marins n'est prévu par la modélisation stochastique pour toute fréquence annuelle supérieure à 10^{-3} (1 fois tous les 1 000 ans) pour l'une ou l'autre des saisons.

Les résultats pour les deux saisons (chaude et froide) sont semblables dans l'ensemble. À la gamme de fréquences la plus élevée prévue pour l'exposition au pétrole brut déversé (c.-à-d., de 10^{-3} à 10^{-4} par année), les différences entre les zones des types d'habitat FSB 1, 2, 3 et 4 sont toutes légères et seulement de petites parties de l'ensemble de l'habitat de ces types dans la baie de Fundy pourraient être exposées au mazoutage à une probabilité supérieure à 10^{-4} par année.

À la plus basse gamme de fréquences de 10^{-4} à 10^{-5} par année, des parties relativement grandes (de 28,5 % à 42,5 %) des habitats disponibles désignés comme appartenant aux classes FSB 3 et 4 (habitats d'oiseaux marins côtiers et extracôtiers) pourraient être exposées au mazoutage. Les valeurs pour la saison plus chaude tendent à être un peu plus élevées que les valeurs pour la saison plus froide. Cependant, les différences ne sont pas importantes et la probabilité d'une telle exposition au pétrole est faible (période de récurrence de 1 fois tous les 10 000 ans à 1 fois tous les 100 000 ans).

Les superpositions de fréquence de mazoutage sur l'habitat associé aux ZICO dans la zone d'étude sont fournies pour tous les petits déversements maritimes dans le tableau 5-14. Aucun mazoutage potentiel de l'habitat des ZICO n'est prévu à une fréquence supérieure à $1,00 \times 10^{-3}$ par année.

Aucun mazoutage potentiel n'est prévu pour toutes les saisons aux ZICO suivantes :

- NB009 – baie Shepody ouest
- NB033 – baie de Quaco
- NS003 – îles Brothers
- NS015 – île de Bon Portage
- NS016 – Cap oriental de l'île de Sable
- NS018 – Rive sud (secteur de la baie de Barrington)

Les effets potentiels sur la ZICO restante située dans la ZICO de Nouvelle-Écosse : NS021 (île Brier) comprennent une zone de 570 km^2 (64,8 %) qui devrait être potentiellement exposée au mazoutage à une gamme de fréquences annuelles de 10^{-4} à 10^{-5} , une zone de 292 km^2 (33,2 %) qui devrait être potentiellement exposée à une gamme de fréquences de 10^{-5} à 10^{-6} par année durant les mois plus chauds et une zone de 466 km^2 (53,1 %) qui devrait être exposée au mazoutage durant les mois plus froids à une fréquence annuelle entre 10^{-4} et 10^{-5} .

Dans le cas des ZICO situées au Nouveau-Brunswick, les différences saisonnières entre leur exposition potentielle au pétrole brut de petits déversements maritimes sont mineures. Conformément à la plus grande tendance des déversements de pétrole à demeurer du côté néo-brunswickois de la baie de Fundy durant la saison plus chaude, les ZICO NB011, NB016, NB020 et NB022 indiquent une exposition potentielle au pétrole déversé plus élevée à la gamme de fréquences de 10^{-3} à 10^{-4} que dans la saison plus froide.

Tableau 5-13 Effets sur les oiseaux marins et leur habitat de petits déversements maritimes (tous les types de pétrole, les deux saisons)

Saison	Type de pétrole	FSB	Superficie de l'habitat dans la zone d'étude (km ²)	Superficie de l'habitat touché (km ²) par fréquence de mazoutage (année ⁻¹)							
				Superficie de la zone de FSB touchée (km ²)				Pourcentage de la zone de FSB touchée (%) [^]			
				> 10 ⁻³	10 ⁻³ - 10 ⁻⁴	10 ⁻⁴ - 10 ⁻⁵	10 ⁻⁵ - 10 ⁻⁶	> 10 ⁻³	10 ⁻³ - 10 ⁻⁴	10 ⁻⁴ - 10 ⁻⁵	10 ⁻⁵ - 10 ⁻⁶
Saison chaude	Tous	1	543	0,0	1,6	73,6	69,2	0,0	0,3	13,5	12,7
		2	543	0,0	1,6	73,6	69,2	0,0	0,3	13,5	12,7
		3	3 629	0,0	105	1 218	761	0,0	2,9	33,6	21,0
		4	35 612	0,0	2 547	15 146	13 825	0,0	7,2	42,5	38,8
Saison froide	Tous	1	543	0,0	2,6	65,8	47,4	0,0	0,5	12,1	8,7
		2	543	0,0	2,6	65,8	47,4	0,0	0,5	12,1	8,7
		3	3 629	0,0	108	1 036	467,9	0,0	3,0	28,5	12,9
		4	35 723	0,0	2 663	13 259	10 071	0,0	7,5	37,2	28,3

REMARQUES :

[^] La somme des pourcentages n'atteint pas forcément 100 %, car certaines zones peuvent présenter une probabilité d'exposition au pétrole inférieure à 10⁻⁶ par année, ou parce que certaines zones d'habitat peuvent être comptées comme appartenant à deux types d'habitats distincts.

Tableau 5-14 Effets sur les ZICO de petits déversements maritimes (tous les types de pétrole, les deux saisons)

Saison	Type de pétrole	ZICO	Superficie de la ZICO (km ²)	Superficie de l'habitat touché (km ²) par fréquence de mazoutage (année ⁻¹)							
				Superficie de la ZICO touchée (km ²)				Pourcentage de la ZICO touchée (%) [^]			
				> 10 ⁻³	10 ⁻³ - 10 ⁻⁴	10 ⁻⁴ - 10 ⁻⁵	10 ⁻⁵ - 10 ⁻⁶	> 10 ⁻³	10 ⁻³ - 10 ⁻⁴	10 ⁻⁴ - 10 ⁻⁵	10 ⁻⁵ - 10 ⁻⁶
Saison chaude	Tous	NB004	18,4	0,0	0,0	18,3	0,1	0,0	0,0	99,4	0,6
		NB009	54,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		NB011	926,2	0,0	97,2	808	15,9	0,0	10,5	87,2	1,7
		NB016	4,7	0,0	4,7	0,0	0,0	0,0	100,0	0,0	0,0
		NB019	81,6	0,0	0,0	81,6	0,0	0,0	0,0	100,0	0,0
		NB020	71	0,0	3,6	60,2	2,1	0,0	5,0	84,7	2,9
		NB022	4,7	0,0	1,3	3,3	0,0	0,0	26,7	70,7	0,0
		NB033	11,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		NB037	92,2	0,0	0,0	31,3	25,4	0,0	0,0	34,0	27,5
		NS003	4,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		NS015	2,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		NS016	11,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		NS018	5,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		NS021	878,6	0,0	0,0	570	292	0,0	0,0	64,8	33,2
		Total	2 167	0,0	107	1 572	335	0,0	4,9	72,5	15,5

Tableau 5-14 Effets sur les ZICO de petits déversements maritimes (tous les types de pétrole, les deux saisons)

Saison	Type de pétrole	ZICO	Superficie de la ZICO (km ²)	Superficie de l'habitat touché (km ²) par fréquence de mazoutage (année ⁻¹)								
				Superficie de la ZICO touchée (km ²)				Pourcentage de la ZICO touchée (%) [^]				
				> 10 ⁻³	10 ⁻³ - 10 ⁻⁴	10 ⁻⁴ - 10 ⁻⁵	10 ⁻⁵ - 10 ⁻⁶	> 10 ⁻³	10 ⁻³ - 10 ⁻⁴	10 ⁻⁴ - 10 ⁻⁵	10 ⁻⁵ - 10 ⁻⁶	
Saison froide	Tous	NB004	18,4	0,0	0,0	18,4	0,0	0,0	0,0	0,0	100	0,0
		NB009	54,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		NB011	926,2	0,0	0,0	895	24,6	0,0	0,0	96,6	2,7	
		NB016	4,7	0,0	0,9	3,8	0,0	0,0	19,8	80,2	0,0	
		NB019	81,6	0,0	0,0	81,6	0,0	0,0	0,0	100,0	0,0	
		NB020	71	0,0	0,0	60,7	4,6	0,0	0,0	85,6	6,5	
		NB022	4,7	0,0	0,0	4,6	0,0	0,0	0,0	97,4	0,0	
		NB033	11,6	0,0	0,0	0,0	2,2	0,0	0,0	0,0	18,6	
		NB037	92,2	0,0	0,0	36,1	30,4	0,0	0,0	39,1	33,0	
		NS003	4,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
		NS015	2,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
		NS016	11,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
		NS018	5,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
		NS021	878,6	0,0	0,0	466	384	0,0	0,0	53,1	43,7	
			Total	2 167	0,0	0,9	1 566	446	0,0	0,0	72,3	20,6

REMARQUES :

[^] La somme des pourcentages n'atteint pas forcément 100 %, car certaines zones peuvent présenter une probabilité d'exposition au pétrole inférieure à 10⁻⁶ par année, ou parce que certaines zones d'habitat peuvent être comptées comme appartenant à deux types d'habitats distincts.

5.4.2.7 Effets sur les reptiles marins et leur habitat

Le tableau 5-15 présente les résultats de la superposition de la fréquence de mazoutage de tous les petits déversements maritimes pour les reptiles marins. Aucun mazoutage de l'habitat des reptiles marins n'est prévu par la modélisation stochastique pour toute fréquence annuelle supérieure à 10^{-3} (1 fois tous les 1 000 ans) pour l'une ou l'autre des saisons.

Les seuls reptiles marins qui devraient être présents dans la zone d'étude sont les tortues de mer et en raison des habitudes migratoires saisonnières, les tortues de mer ne devraient y être que durant la saison plus chaude. Par conséquent, seuls les résultats pour la saison plus chaude sont présentés dans le tableau 5-15. Aucun mazoutage de l'habitat des tortues marines n'est prévu par la modélisation stochastique pour toute fréquence annuelle supérieure à 10^{-3} (1 fois tous les 1 000 ans) pour l'une ou l'autre des saisons.

Une superficie totale de 2 624 km² (7 %) de l'habitat des reptiles marins pourrait être touchée à une fréquence annuelle entre 10^{-3} et 10^{-4} . Approximativement 15 988 km² (42,8 %) et 14 280 km² (38,8 %) de l'habitat des reptiles marins devraient être potentiellement exposés au mazoutage à des fréquences d'exposition annuelles de 10^{-4} à 10^{-5} et de 10^{-5} à 10^{-6} , respectivement.

5.4.2.8 Effets sur les mammifères et leur habitat

Le tableau 5-16 présente les résultats de la superposition de la fréquence de mazoutage de tous les petits déversements maritimes pour chaque classe d'habitat de mammifères marins. Aucun mazoutage de l'habitat des mammifères marins n'est prévu par la modélisation stochastique pour toute fréquence annuelle supérieure à 10^{-3} (1 fois tous les 1 000 ans) pour l'une ou l'autre des saisons.

Les résultats pour les deux saisons (chaude et froide) sont semblables dans l'ensemble. À la gamme de fréquences la plus élevée prévue pour l'exposition au pétrole brut déversé (c.-à-d., de 10^{-3} à 10^{-4} par année), les différences entre les zones des types d'habitat FSB 1, 2, 3 et 4 sont toutes légères et seulement de petites parties (< 10 %) de l'ensemble de l'habitat de ces types dans la baie de Fundy pourraient être exposées au mazoutage à une probabilité supérieure à 10^{-4} par année. De nombreux habitats de mammifères marins pourraient être exposés au pétrole brut à des niveaux de fréquence annuelle moins élevés (c.-à-d., de 10^{-5} à 10^{-5} ou de 10^{-5} à 10^{-6} par année); cependant, de telles expositions sont très peu probables.

Tableau 5-15 Effets sur les reptiles marins et leur habitat de petits déversements maritimes (tous les types de pétrole, saison plus chaude)

Saison	Type de pétrole	FSB	Superficie de l'habitat dans la zone d'étude (km ²)	Superficie de l'habitat touché (km ²) par fréquence de mazoutage (année ⁻¹)							
				Superficie de la zone de FSB touchée (km ²)				Pourcentage de la zone de FSB touchée (%) [^]			
				> 10 ⁻³	10 ⁻³ - 10 ⁻⁴	10 ⁻⁴ - 10 ⁻⁵	10 ⁻⁵ - 10 ⁻⁶	> 10 ⁻³	10 ⁻³ - 10 ⁻⁴	10 ⁻⁴ - 10 ⁻⁵	10 ⁻⁵ - 10 ⁻⁶
Saison chaude	Tous	2	37 393	0,0	2 624	15 988	14 280	0,0	7,0	42,8	38,2

REMARQUES :

[^] La somme des pourcentages n'atteint pas forcément 100 %, car certaines zones peuvent présenter une probabilité d'exposition au pétrole inférieure à 10⁻⁶ par année, ou parce que certaines zones d'habitat peuvent être comptées comme appartenant à deux types d'habitats distincts.

Tableau 5-16 Effets sur les mammifères marins et leur habitat de petits déversements maritimes (tous les types de pétrole, les deux saisons)

Saison	Type de pétrole	FSB	Superficie de l'habitat dans la zone d'étude (km ²)	Superficie de l'habitat touché (km ²) par fréquence de mazoutage (année ⁻¹)							
				Superficie de la zone de FSB touchée (km ²)				Pourcentage de la zone de FSB touchée (%) [^]			
				> 10 ⁻³	10 ⁻³ - 10 ⁻⁴	10 ⁻⁴ - 10 ⁻⁵	10 ⁻⁵ - 10 ⁻⁶	> 10 ⁻³	10 ⁻³ - 10 ⁻⁴	10 ⁻⁴ - 10 ⁻⁵	10 ⁻⁵ - 10 ⁻⁶
Saison chaude	Tous	1	543,5	0,0	1,6	73,6	69,2	0,0	0,3	13,5	12,7
		2	5 566	0,0	154	1 195	1 157	0,0	2,8	21,5	20,8
		3	34 219	0,0	2 500	15 242	13 499	0,0	7,3	44,5	39,4
		4	2 392	0,0	30,2	450	376	0,0	1,3	18,8	15,7
Saison froide	Tous	1	543,5	0,0	2,6	65,8	47,4	0,0	0,5	12,1	8,7
		2	5 566	0,0	109	1 078	875	0,0	2,0	19,4	15,7
		3	34 219	0,0	2 665	13 282	9 712	0,0	7,8	38,8	28,4
		4	2 392	0,0	21,9	399	305	0,0	0,9	16,7	12,8

REMARQUES :

[^] La somme des pourcentages n'atteint pas forcément 100 %, car certaines zones peuvent présenter une probabilité d'exposition au pétrole inférieure à 10⁻⁶ par année, ou parce que certaines zones d'habitat peuvent être comptées comme appartenant à deux types d'habitats distincts.

5.4.3 Mazoutage potentiel des ressources marines de petits déversements maritimes par type de pétrole

Les sous-sections suivantes évaluent l'effet du type de pétrole sur les habitats marins potentiellement touchés par de petits déversements de pétrole brut liés à la navigation maritime. Une hypothèse clé de cette analyse est que le pétrole brut à expédier comprendra des quantités à peu près égales de pétrole léger, moyen et lourd.

5.4.3.1 Fréquence et étendue du mazoutage à la surface de l'eau

Le tableau 5-17 présente l'étendue spatiale prévue (km²) du mazoutage à la surface de l'eau de pétrole brut léger (BAK), moyen (HSB) et lourd (WCS), dans les deux saisons (chaude et froide). Les contours de fréquence de mazoutage à la surface de petits déversements maritimes sont fournis à l'annexe C (figures C-1 à C-6) de la modélisation stochastique de Tetra Tech EBA (voir l'annexe C du rapport). Aucun mazoutage à la surface de l'eau n'est prévu par la modélisation stochastique pour toute fréquence annuelle supérieure à 10⁻⁴ (1 fois tous les 10 000 ans) pour tout type de pétrole et toute saison.

Lorsqu'on compare les trois types de pétrole brut (tableau 5-17), la superficie moyenne couverte sur une période de 30 jours par des petits déversements issus de la navigation maritime tend à être plus petite dans le cas du pétrole BAK que pour le pétrole HSB et le pétrole WCS, qui sont par ailleurs semblables. Cela correspond au caractère plus volatil du pétrole BAK, qui entraîne une évaporation plus grande. Cela est aussi reflété dans une épaisseur moyenne des nappes de pétrole BAK qui est moindre que celle du pétrole HSB et WCS. Ces résultats s'appliquent aussi à la probabilité de mazoutage. Dans le cas du pétrole BAK, la superficie de la surface de l'océan potentiellement exposée au mazoutage à la suite de petits déversements maritimes comprend de 8 364 km² (saison plus froide) à 9 961 km² (saison plus chaude) à une fréquence annuelle de 10⁻⁴ à 10⁻⁵, tandis que les valeurs pour le pétrole HSB et WCS sont un peu plus importantes.

Tableau 5-17 Mazoutage à la surface de l'eau dans le cas de petits déversements maritimes par type de pétrole et saison

Saison	Type de pétrole	Épaisseur moyenne de la nappe (µm)	Superficie moyenne envahie par une nappe de pétrole (km ²)	Superficie totale de l'eau de surface touchée (km ²) par fréquence de mazoutage (année ⁻¹)			
				> 10 ⁻³	10 ⁻³ - 10 ⁻⁴	10 ⁻⁴ - 10 ⁻⁵	10 ⁻⁵ - 10 ⁻⁶
Saison chaude	BAK	317	4 280	0,0	0,0	9 961	10 202
	HSB	421	5 689	0,0	0,0	10 914	16 748
	WCS	405	5 617	0,0	0,0	12 402	18 436
Saison froide	BAK	447	3 838	0,0	0,0	8 364	11 952
	HSB	612	4 582	0,0	0,0	10 777	9 897
	WCS	566	4 595	0,0	0,0	12 989	10 936

5.4.3.2 Fréquence de mazoutage sur les côtes

Le tableau 5-18 présente la distribution du mazoutage sur les côtes (km) de petits déversements maritimes incluant les effets liés au type de pétrole et à la saison. Les contours de fréquence de mazoutage à la surface de petits déversements maritimes sont fournis à l'annexe C (figures C-1 à C-6) du rapport de modélisation stochastique de Tetra Tech EBA (voir l'annexe C du rapport). Aucun mazoutage sur les côtes n'est prévu par la modélisation stochastique de petits déversements maritimes pour toute fréquence annuelle supérieure à 10^{-4} (1 fois tous les 10 000 ans) pour les deux saisons.

La longueur moyenne du rivage potentiellement exposée au mazoutage lié à des petits déversements maritimes individuels (tableau 5-18) est semblable pour tous les types de pétrole durant la saison plus chaude. Durant la saison plus froide, cependant, la longueur moyenne du rivage potentiellement exposée au mazoutage lié au pétrole WCS est légèrement inférieure (98 km) que dans le cas des deux autres types de pétrole. C'est probablement attribuable à la viscosité plus élevée du pétrole WCS dans des conditions hivernales, une conclusion qui est étayée par la plus grande importance du dépôt de pétrole moyen sur les côtes. Dans l'ensemble, le pétrole de type BAK présente le dépôt de pétrole moyen sur les côtes le moins important (de 0,68 à 0,84 L/m²), tandis que le pétrole de type WCS présente le plus important dépôt de pétrole moyen sur les côtes (de 2,16 à 2,77 L/m²). Il en résulte un équilibrage de la longueur du rivage souillé par le pétrole avec la quantité de pétrole déposée sur un segment de rivage (tableau 5-18). Ces résultats s'appliquent aussi à la probabilité de mazoutage. Dans le cas du pétrole BAK, la longueur du rivage potentiellement exposé au mazoutage à la suite de petits déversements maritimes comprend de 424 km (saison plus froide) à 760 km (saison plus chaude) à une fréquence annuelle de 10^{-4} à 10^{-5} . Les valeurs pour le pétrole HSB et WCS varient de 585 km à 716 km, dans la gamme de résultats pour le pétrole BAK.

Tableau 5-18 Mazoutage sur les côtes dans le cas de petits déversements maritimes par type de pétrole et saison

Saison	Type de pétrole	Dépôt de pétrole moyen (L/m ²)	Longueur moyenne du rivage touché (km)	Longueur de rivage touché (km) par fréquence de mazoutage (année ⁻¹)			
				> 10 ⁻³	10 ⁻³ - 10 ⁻⁴	10 ⁻⁴ - 10 ⁻⁵	10 ⁻⁵ - 10 ⁻⁶
Saison chaude	BAK	0,68	142	0,0	0,0	760	562
	HSB	1,30	143	0,0	0,0	690	662
	WCS	2,16	122	0,0	0,0	716	758
Saison froide	BAK	0,84	112	0,0	0,0	424	547
	HSB	1,91	108	0,0	0,0	585	496
	WCS	2,77	98	0,0	0,0	639	492

5.4.3.3 Données sur le bilan de masse

Le résumé du bilan de masse dans le cas de petits déversements maritimes (par type de pétrole et saison) est présenté à l'annexe C. Les bilans de masse représentent l'évolution du pétrole à la fin de la période de simulation stochastique de 30 jours et s'appuient sur les valeurs moyennes de volumes de déversement pour chaque type de pétrole et saison, exprimées en pourcentage.

Dans tous les déversements de tous les scénarios de navigation maritime de moindre envergure, sauf ceux de pétrole BAK, la majeure partie de la masse de pétrole échoue le long des rivages ou dans la zone intertidale. Cette évolution représentait 26,2 %, 52,6 % et 60,4 % de la masse durant la saison plus chaude et 24,1 %, 51,9 % et 59,8 % durant la saison plus froide pour le pétrole BAK, HSB et WCS, respectivement. L'évaporation représentait 55,2 %, 24,4 % et 18,7 % de la masse pour le pétrole BAK, HSB et WCS, respectivement, durant la saison plus chaude, tandis que 56,7 %, 26,2 % et 19,6 %, respectivement, de la masse devrait s'évaporer durant les mois plus froids pour les produits correspondants. La différence dans les taux d'évaporation entre les types de pétrole est principalement attribuable aux différences dans la composition chimique des produits, le pétrole BAK ayant le pourcentage le plus élevé de composés volatils plus légers et le pétrole WCS en ayant le moins. Le pétrole dissous dans la colonne d'eau représente 12,6 %, 11,0 % et 10,2 % de la masse pour le pétrole BAK, HSB et WCS durant les mois plus chauds et 12,5 %, 9,8 % et 6,4 % durant les mois plus froids. Une fois de plus, les différences sont ici attribuables au pourcentage plus élevé de composés plus légers et plus solubles dans le pétrole BAK en comparaison avec les autres produits. Certaines différences saisonnières sont également attribuables à la température de l'eau, selon laquelle on s'attend à ce qu'un pourcentage plus élevé de pétrole soit dissous durant les mois plus chauds. La biodégradation représente 3,3 %, 6,4 % et 6,7 % de la masse pour le pétrole BAK, HSB et WCS durant la période plus chaude par rapport à 3,4 %, 6,2 % et 6,4 % durant la période plus froide. La quantité de pétrole brut qui reste sur l'eau après 30 jours variait entre 1,7 %, 2,9 % et 3,9 % durant la saison plus chaude pour le pétrole BAK, HSB et WCS, respectivement, et 3,2 %, 5,3 % et 7,1 % pour les types de pétrole correspondants, demeurant sur l'eau durant la saison plus froide. La masse de pétrole qui devrait sortir du domaine de modélisation durant les mois plus chauds dans le cas de déversements de moindre envergure varie de 1,1 % pour le pétrole BAK à 3,5 % pour le WCS. Cela se compare à une plage de 0,2 % (BAK) à 0,7 % (WCS) de la masse de pétrole qui devrait sortir du domaine de modélisation durant la saison plus froide.

5.4.4 Mazoutage potentiel des ressources marines de grands déversements maritimes

Les sous-sections suivantes donnent une description de l'étendue prévue du mazoutage potentiel à la surface de l'eau et sur les côtes de tous les grands déversements maritimes. Les contours de fréquence de mazoutage à la surface de grands déversements maritimes sont fournis à l'annexe C (figures C-7 à C-12) du rapport de modélisation stochastique de Tetra Tech EBA et présentés par type de pétrole et saison. Les contours de fréquence sont définis pour les nappes de pétrole en surface d'une épaisseur supérieure à 1 µm. De plus, seul le mazoutage à la surface dont les fréquences annuelles sont

supérieures à $1,00 \times 10^{-6}$ (1 fois tous les 1 000 000 d'années) est présenté et abordé dans le rapport, puisque le risque inférieur à cette gamme de fréquences est considéré comme négligeable.

5.4.4.1 Fréquence et étendue du mazoutage à la surface de l'eau

Le tableau 5-19 présente l'étendue spatiale prévue (km^2) du mazoutage à la surface pour les grands déversements maritimes de pétrole brut léger (BAK), moyen (HSB) et lourd (WCS), dans les deux saisons (chaude et froide). Aucun mazoutage à la surface de l'eau n'est prévu par la modélisation stochastique pour toute fréquence annuelle supérieure à 10^{-4} (1 fois tous les 10 000 ans) pour tout type de pétrole et toute saison.

Lorsqu'on compare les trois types de pétrole brut (tableau 5-19), la superficie moyenne couverte sur une période de 30 jours par de grands déversements issus de la navigation maritime tend à être plus petite dans le cas du pétrole BAK que pour le pétrole HSB et le pétrole WCS, qui sont par ailleurs semblables (comme c'est le cas pour les petits déversements maritimes). Cela correspond au caractère plus volatil du pétrole BAK, qui entraîne une évaporation plus grande. Cela est aussi reflété dans une épaisseur moyenne des nappes de pétrole BAK qui est moindre que celle du pétrole HSB et WCS. Ces résultats s'appliquent aussi à la probabilité de mazoutage. Dans le cas du pétrole BAK, la superficie de la surface de l'océan potentiellement exposée au mazoutage à la suite de grands déversements maritimes varie de $13,248 \text{ km}^2$ (saison plus chaude) à $14\,287 \text{ km}^2$ (saison plus froide) à une fréquence annuelle de 10^{-4} à 10^{-5} , tandis que les valeurs pour le pétrole HSB et WCS varient de $12\,449 \text{ km}^2$ à $17\,539 \text{ km}^2$. Bien que les volumes liés aux grands déversements maritimes soient deux fois plus importants que ceux liés aux petits déversements maritimes, les superficies d'habitat potentiellement exposées à un mazoutage lié aux grands déversements maritimes ne sont pas deux fois plus étendues que celles potentiellement exposées au pétrole brut déversé dans le cadre de petits déversements maritimes (voir le tableau 5-17). Cependant, l'épaisseur moyenne de la nappe dans le cas de grands déversements est plus importante que celle des déversements de moindre envergure.

Tableau 5-19 Mazoutage à la surface de l'eau dans le cas de grands déversements maritimes par type de pétrole et saison

Saison	Type de pétrole	Épaisseur moyenne de la nappe (μm)	Superficie moyenne envahie par une nappe de pétrole (km^2)	Superficie totale de l'eau de surface touchée (km^2) par fréquence de mazoutage (année ⁻¹)			
				$> 10^{-3}$	$10^{-3} - 10^{-4}$	$10^{-4} - 10^{-5}$	$10^{-5} - 10^{-6}$
Saison chaude	BAK	716	6 755	0,0	0,0	13 248	10 276
	HSB	1 068	7 863	0,0	0,0	16 556	17 286
	WCS	949	8 250	0,0	0,0	17 539	16 724
Saison froide	BAK	1 102	5 389	0,0	0,0	14 287	8 817
	HSB	1 496	6 259	0,0	0,0	15 187	14 384
	WCS	1 489	6 327	0,0	0,0	12 449	14 254

5.4.4.2 Fréquence de mazoutage sur les côtes

Le tableau 5-20 présente la distribution du mazoutage sur les côtes (km) de grands déversements maritimes incluant les effets liés au type de pétrole et à la saison. Les contours de fréquence de mazoutage à la surface de grands déversements maritimes sont fournis à l'annexe C (figures C-7 à C-12) du rapport de modélisation stochastique de Tetra Tech EBA. Aucun mazoutage sur les côtes n'est prévu par la modélisation stochastique de grands déversements maritimes pour toute fréquence annuelle supérieure à 10^{-4} (1 fois tous les 10 000 ans) pour les deux saisons.

La longueur moyenne du rivage potentiellement exposée au mazoutage lié à de grands déversements maritimes individuels (environ 144 km à 176 km) est semblable pour tous les types de pétrole durant la saison plus chaude. Durant la saison plus froide, la longueur moyenne du rivage potentiellement exposée variait de 114 km à 133 km, la moins longue étant celle dans le cas du pétrole de type WCS. Comme dans le cas de petits déversements maritimes, cette différence est probablement attribuable à la viscosité plus élevée du pétrole WCS dans des conditions hivernales. De plus, comme dans le cas des déversements de moindre envergure, le dépôt de pétrole moyen sur les côtes est plus important pour le pétrole de type WCS et HSB que pour le BAK. Dans l'ensemble, le pétrole de type BAK présente le dépôt de pétrole moyen sur les côtes le moins important (de 0,97 à 1,20 L/m²), tandis que le pétrole de type WCS présente le plus important dépôt de pétrole moyen sur les côtes (de 3,43 à 4,18 L/m²). Ces résultats s'appliquent aussi à la probabilité de mazoutage. Dans le cas du pétrole BAK, la longueur du rivage potentiellement exposé au mazoutage à la suite de grands déversements maritimes comprend de 596 km (saison plus froide) à 802 km (saison plus chaude) à une fréquence annuelle de 10^{-4} à 10^{-5} . Les valeurs saisonnières pour le pétrole HSB et WCS varient de 374 km à 818 km.

Lorsqu'on les compare aux petits déversements maritimes, les grands déversements maritimes touchent généralement de plus grandes superficies de la surface de l'océan et du rivage, mais pas le double. Les grands déversements maritimes tendent à produire des nappes qui sont plus épaisses que celles des déversements de moindre envergure. Les grands déversements maritimes tendent aussi à laisser de plus importants dépôts de pétrole sur les côtes. Pour le reste cependant, le comportement des grands déversements maritimes est semblable à celui des déversements de moindre envergure.

**Tableau 5-20 Mazoutage sur les côtes dans le cas de grands déversements maritimes
 (tous les types de pétrole, toutes saisons confondues)**

Saison	Type de pétrole	Dépôt de pétrole moyen (L/m ²)	Longueur moyenne du rivage touché (km)	Longueur de rivage touché (km) par fréquence de mazoutage (année ⁻¹)			
				> 10 ⁻³	10 ⁻³ - 10 ⁻⁴	10 ⁻⁴ - 10 ⁻⁵	10 ⁻⁵ - 10 ⁻⁶
Saison chaude	BAK	0,97	176	0,0	0,0	802	622
	HSB	2,15	163	0,0	0,0	818	586
	WCS	3,43	144	0,0	0,0	750	624
Saison froide	BAK	1,20	133	0,0	0,0	596	550
	HSB	3,19	124	0,0	0,0	509	734
	WCS	4,18	114	0,0	0,0	374	719

5.4.4.3 Données sur le bilan de masse

Le résumé du bilan de masse pour tous les grands déversements maritimes (par type de pétrole et saison) a été fourni par Tetra Tech EBA (annexe C). Les bilans de masse représentent l'évolution du pétrole à la fin de la période de simulation stochastique de 30 jours, en fonction des valeurs moyennes de volumes de déversement pour chaque type de pétrole et saison, exprimées en pourcentage.

Pour les types de pétrole HSB et WCS, la majeure partie de la masse de pétrole est échouée le long des rivages ou dans la zone intertidale. Cette évolution représentait 25,8 %, 53,8 % et 61,1 % du pétrole durant la saison plus chaude et 23,9 %, 50,7 % et 58,2 % durant la saison plus froide pour le pétrole BAK, HSB et WCS, respectivement. L'évaporation représentait 57,2 %, 23,9 % et 19,3 % de la masse pour le pétrole BAK, HSB et WCS durant la saison plus chaude, tandis que 59 %, 26,3 % et 20,3 % de la masse devrait être perdue durant les mois plus froids pour les produits correspondants. Cette différence dans les taux d'évaporation entre les types de pétrole est attribuable aux différences dans la composition chimique des produits, le pétrole BAK ayant le pourcentage le plus élevé de composés volatils plus légers. Le pétrole dissous représente 9,5 %, 8,6 % et 5 % de la masse pour le pétrole BAK, HSB et WCS durant les mois plus chauds et 9 %, 7,9 % et 4,7 % durant les mois plus froids. Une fois de plus, les différences sont attribuables au pourcentage plus élevé de composés plus légers et plus solubles dans le pétrole BAK brut par rapport aux autres produits. Certaines différences saisonnières sont également attribuables à la température de l'eau, selon laquelle on s'attend à ce qu'un pourcentage plus élevé de pétrole soit dissous durant les mois plus chauds. La biodégradation représente 3,8 %, 7,1 % et 7,0 % de la masse pour le pétrole BAK, HSB et WCS durant la période plus chaude par rapport à 3,9 %, 7,2 % et 7,3 % durant la période plus froide. La quantité de pétrole brut qui reste sur l'eau après 30 jours variait entre 2,3 %, 4,0 % et 4,4 % durant la saison plus chaude pour le pétrole BAK, HSB et WCS, respectivement, et 4,1 %, 7,6 % et 8,9 % pour les types de pétrole correspondants, demeurant sur l'eau durant la saison plus froide. Entre 0,2 % (pour le pétrole BAK durant la saison plus froide) et 3,2 % (pour le pétrole WCS durant la saison plus chaude) de la masse devrait sortir de la limite du modèle.

5.5 Effets écologiques des déversements potentiels au terminal maritime

La modélisation stochastique de déversement de pétrole brut a été effectuée par Tetra Tech EBA (annexe C, figures C-13 à C-24) pour d'hypothétiques petits et grands déversements à la suite d'accidents et de défaillances au terminal maritime. Les volumes de pétrole déversé représentant les déversements au terminal maritime comprenaient : un plus petit déversement (43 m^3) lié à une défaillance du bras de chargement; un grand déversement de $1\,786 \text{ m}^3$ lié à une collision entre un navire et la jetée sur chevalets à l'origine d'une défaillance du pipeline approvisionnant en pétrole la plateforme de chargement. La modélisation de l'évolution et de la migration des scénarios de déversement de pétrole prenait en compte les effets de la saison et du type de pétrole et a été effectuée sans tenir compte d'aucune mesure d'atténuation ou de remise en état après le déversement.

5.5.1 Effets écologiques de tous les déversements potentiels au terminal maritime

La présente section porte sur les effets environnementaux potentiels de tous les scénarios de déversement de pétrole brut provenant du terminal maritime, à la suite d'accidents et de défaillances associés à l'exploitation de terminaux maritimes.

5.5.1.1 Fréquence et étendue du mazoutage à la surface de l'eau et sur les côtes

Les résultats de la modélisation stochastique fournissent des contours de fréquence pour le mazoutage à la surface de tous les déversements au terminal maritime. Les contours de fréquence sont définis pour les nappes de pétrole en surface d'une épaisseur supérieure à $1 \mu\text{m}$. De plus, seul le mazoutage à la surface dont les fréquences annuelles sont supérieures à $1,00 \times 10^{-6}$ (1 fois tous les 1 000 000 d'années) est présenté et abordé dans le présent rapport, puisque le risque inférieur à cette gamme de fréquences est considéré comme négligeable. Les contours de fréquence pour le mazoutage à la surface de tous les déversements au terminal maritime sont illustrés à la figure 5-6.

Le tableau 5-21 présente l'étendue spatiale du mazoutage à la surface global (km^2) prévu par la modélisation stochastique dans le cas de déversements causés par des accidents et des défaillances qui se produisent au terminal maritime. La superficie moyenne couverte par chaque nappe de pétrole brut pour les simulations d'exploitation de terminal maritime est de $1\,584 \text{ km}^2$, ce qui représente environ 4 % de la surface de l'océan dans la zone d'étude. L'épaisseur moyenne du pétrole à la surface de l'eau de toutes les simulations est de $299 \mu\text{m}$. Les déversements liés à l'exploitation du terminal maritime devraient par conséquent toucher de plus petites superficies et entraîner des nappes plus minces que celles des déversements liés à la navigation maritime.

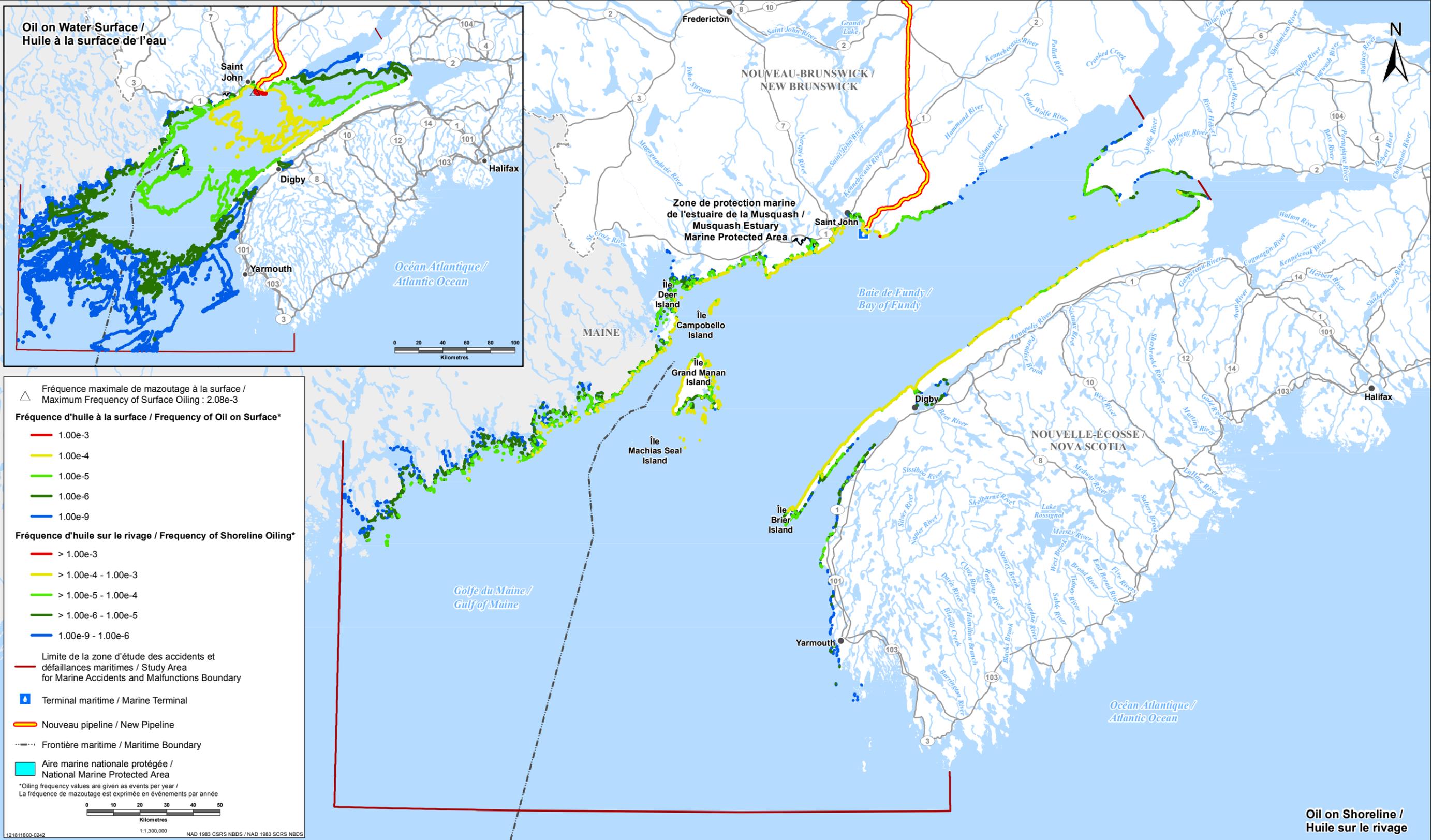
Prise comme ensemble stochastique, une zone de 13 km^2 (0,03 % de la zone d'étude) est encerclée par le contour indiquant une fréquence de mazoutage annuelle supérieure à 10^{-3} . De plus une zone de $2\,058 \text{ km}^2$ (5,2 % de la zone d'étude) est encerclée par le contour indiquant une fréquence de mazoutage annuelle entre 10^{-3} et 10^{-4} , une autre de $6\,430 \text{ km}^2$ (16 % de la zone d'étude) est encerclée par le contour indiquant une fréquence de mazoutage annuelle entre 10^{-4} et 10^{-5} et une autre zone de $8\,360 \text{ km}^2$ (21 %) est encerclée par le contour indiquant une fréquence de mazoutage annuelle de 10^{-5} à 10^{-6} . Même si une

petite zone d'habitat est désignée comme étant potentiellement exposée au mazoutage à une fréquence supérieure à 10^{-3} par année (une période de récurrence de 1 fois tous les 1 000 ans), ce risque est presque entièrement attribuable aux déversements de moindre envergure au terminal maritime liés au scénario de défaillance d'un bras de chargement. L'ERSHE ne prend pas en considération les effets potentiels des mesures d'atténuation ou de remise en état après le déversement, cependant, il est important de noter que le terminal maritime sera doté d'équipement et d'autres ressources sur les lieux pour intervenir immédiatement en cas de déversements de ce type.

Tableau 5-21 Mazoutage à la surface de l'eau dans le cas de déversements au terminal maritime

Volume du déversement	Saison	Épaisseur moyenne de la nappe (μm)	Superficie moyenne envahie par une nappe de pétrole (km^2)	Superficie totale de l'eau de surface touchée (km^2) par fréquence de mazoutage (année ⁻¹)			
				$> 10^{-3}$	$10^{-3} - 10^{-4}$	$10^{-4} - 10^{-5}$	$10^{-5} - 10^{-6}$
Tous les déversements	Toutes les saisons	299	1 584	13	2 058	6 430	8 360

Les résultats de la modélisation stochastique fournissent aussi la cartographie des fréquences de mazoutage sur les côtes de tous les déversements au terminal maritime combinés (figure 5-6). La cartographie des fréquences est définie pour le mazoutage sur les côtes dont le chargement de pétrole est $>1 \text{ mL} / \text{m}^2$ de rivage. De plus, il n'est question dans le rapport que du mazoutage sur les côtes ayant une fréquence annuelle supérieure à $1,00 \times 10^{-6}$ (1 fois tous les 1 000 000 d'années), car le risque sous cette gamme de fréquences est considéré comme négligeable.



Fréquence de mazoutage de la surface et du rivage pour des déversements de tous les types de pétrole brut au terminal maritime - toutes saisons confondues / Frequency of Surface and Shoreline Oiling for Marine Terminal Spills of All Crude Oils – All Seasons

Sources : Données sur le projet fournies par TransCanada Pipelines Limited. Frontière maritime tirée du Service hydrographique du Canada. Données de base fournies par les gouvernements du Canada et du Nouveau-Brunswick ainsi que par le gouvernement de l'État du Maine. / Sources: Project data provided by TransCanada Pipelines Limited. Maritime boundary from Canadian Hydrographic Service. Base data provided by the Governments of Canada and New Brunswick and the Government of the State of Maine.

PRÉPARÉ PAR / PREPARED BY
Stantec
 PRÉPARÉ POUR / PREPARED FOR
TransCanada
 DONNÉES FOURNIES PAR / DATA SUPPLIED BY
TETRA TECH
 FIGURE NO. / FIGURE NO.
5-6

Dernières modifications : 30/11/2015 par : kozabaka / Last Modified: 30/11/2015 By: kozabaka

