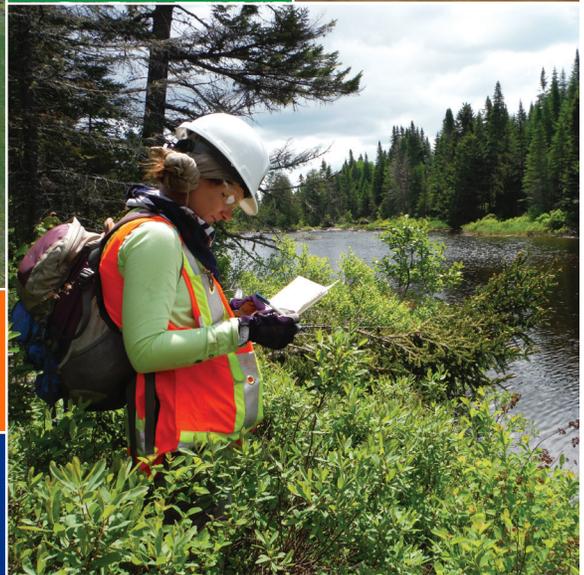


Projet Énergie Est

Rapport supplémentaire No.5
Annexe Vol. 4G

Partie A de l'évaluation des risques
sur la santé humaine et l'écologie de
l'écosystème pour le Projet Énergie Est

Décembre 2015



Remis à:
Le secrétaire
Office national de l'énergie
517, Dixième Avenue S.-O.
Calgary (Alberta) T2R 0A8



Évaluation des risques pour la santé humaine
et l'environnement pour le projet Énergie Est –
Déversements de pétrole en milieu marin

Partie A : Modélisation stochastique pour
un mazoutage potentiel de l'habitat marin

Décembre 2015

Préparé pour :
Oléoduc Énergie Est Itée
Calgary (Alberta)

PRÉFACE

Le 30 octobre 2014, Oléoduc Énergie Est Itée (Énergie Est) a demandé à l'Office national de l'énergie (ONÉ), en vertu de l'article 52 de la Loi sur l'Office national de l'énergie (Loi sur l'ONÉ) et de l'article 43 du Règlement sur les pipelines terrestres (2013), l'autorisation de construire et d'exploiter le projet Oléoduc Énergie Est proposé (le projet). Énergie Est offre de construire de nouveaux actifs et de convertir une partie des principaux pipelines existants de gaz naturel de TransCanada Pipelines Limited (TransCanada) afin de faciliter le transport et la livraison du pétrole brut de l'Ouest depuis Hardisty (Alberta) et Moosomin (Saskatchewan) vers des points de livraison dans l'est du Canada.

Stantec Consulting Ltd. (Stantec) et Groupe Conseil UDA Inc. (UDA) ont préparé l'évaluation environnementale et socioéconomique (ÉES) (Oléoduc Énergie Est Itée, 2014) en vue de la construction, l'exploitation, la désaffectation et la cessation d'exploitation du projet d'Énergie Est. L'ÉES du 30 octobre 2014 (l'ÉES) a été préparée afin de satisfaire aux exigences du guide de dépôt de l'ONÉ de janvier 2014 (ONÉ, 2014) et de la Loi canadienne sur l'évaluation environnementale (2012) (LCEE, 2012).

contient une analyse des emplacements dans la baie de Fundy qui pourraient vraisemblablement être touchés par des déversements de pétrole en milieu marin.

Évaluation des risques pour la santé humaine et l'environnement pour le projet Énergie Est – Déversements de pétrole en milieu marin

Partie A : Modélisation stochastique pour un mazoutage potentiel de l'habitat marin

Le présent cahier offre de l'information sur l'évaluation des risques associés à la navigation maritime dans la baie de Fundy complétée pour dans le cadre de ce projet. L'évaluation des risques examine la probabilité de certains types d'accidents pendant le chargement des pétroliers ou lors de la navigation des pétroliers chargés de pétrole brut entre le terminal maritime et les limites des eaux territoriales canadiennes. Cette information est utilisée pour caractériser l'éventail de plus petits et plus grands volumes de déversement de pétrole utilisé pour la modélisation stochastique complétée dans le cadre de cette évaluation des risques pour la santé humaine et l'environnement. L'analyse de la modélisation stochastique fournit de l'information sur les effets environnementaux potentiels lorsque des récepteurs marins sensibles (p. ex. poissons marins et leur habitat) sont exposés à du pétrole brut à la suite de déversements de différentes tailles dans la baie de Fundy. Les résultats de la modélisation stochastique ont été utilisés pour choisir des endroits où simuler des déversements pour la modélisation déterministe qui sera fournie dans la partie B.

Partie B : Modélisation déterministe des conséquences de déversements de pétrole en milieu marin sur la santé humaine et l'environnement

Le présent cahier sera déposé au premier trimestre 2016, et contiendra l'évaluation des risques de déversements de pétrole en milieu marin sur la santé humaine et l'environnement.

SOMMAIRE

La présente évaluation des risques pour la santé humaine et l'environnement (ÉRSHE) a pour but de traiter certaines des exigences d'information de l'Office national de l'énergie (ONÉ) décrites dans la lettre de Lignes directrices et exigences de dépôt du 27 juin 2014 à Énergie Est (ONÉ, 2014). De façon plus spécifique, la présente ÉRSHE évalue les effets environnementaux potentiels du pire (plus important) cas crédible de déversements accidentels de pétrole brut et des déversements moins importants dans le milieu marin au terminal maritime Canaport Énergie Est à Saint John (Nouveau-Brunswick) et au cours du transport maritime de pétrole brut entre le terminal maritime Canaport Énergie Est et les limites des eaux territoriales canadiennes. Cette évaluation est présentée en deux parties. La partie A (le présent document) est une évaluation stochastique d'un mazoutage potentiel de l'habitat marin décrivant la probabilité que différentes zones et différents types d'habitats marins soient exposés à du pétrole brut à la suite d'un accident ou d'un mauvais fonctionnement hypothétique provenant de l'exploitation d'un terminal maritime et du transport maritime de pétrole brut. La partie B (qui sera présentée dans un document distinct au premier trimestre de 2016) procurera une évaluation plus détaillée des effets environnementaux potentiels des déversements de pétrole brut à partir d'une modélisation déterministe de volumes de déversements de pire cas crédibles sur les récepteurs sensibles à trois endroits différents.

Le cadre d'évaluation du risque qui a servi à analyser les effets potentiels sur l'environnement des accidents et des défaillances au terminal maritime ou lors du transport maritime du pétrole brut suit une démarche normalisée qui consiste à définir le problème, évaluer l'exposition et le danger, et caractériser le risque.

L'étape de la définition du problème est un processus de collecte et d'interprétation d'information où l'accent est mis sur l'étude des zones de première importance. Cette étape comprend la caractérisation des zones géographiques où les ÉRSHE sont menées; l'identification des produits de pétrole brut représentatifs devant faire l'objet d'évaluation; la détermination du mode et des voies d'exposition; et la détermination des récepteurs humains, écologiques et des habitats écologiques représentatifs. Trois types représentatifs de pétrole brut ont été évalués : un brut léger de type Bakken (BAK), un brut synthétique moyen (Husky synthetic blend ou HSB) et un brut lourd de bitume dilué (Western Canadian Select ou WCS). Ces trois types représentent la gamme des types d'hydrocarbures qui pourraient être expédiés à partir du terminal maritime. Ensemble, ces éléments forment la base et la portée de l'ÉRSHE.

Dans le cadre de l'étape de formulation du problème, les services de Det Norske Veritas (DNV GL) ont été retenus par l'Énergie Est pour mener une évaluation des risques associés à l'exploitation d'un terminal maritime et à la navigation maritime de pétroliers utilisés pour exporter du pétrole brut depuis le terminal maritime. L'évaluation des risques examine la probabilité de certains types d'accidents pendant le chargement des pétroliers (p. ex. une défaillance d'un bras de chargement, ou une collision de navire avec la jetée sur chevalet qui soutient le pipeline transportant du pétrole brut à la plate-forme de chargement), ou lors de la navigation des pétroliers chargés de pétrole brut entre le terminal maritime et

les limites des eaux territoriales canadiennes (p. ex. la collision d'un navire avec un pétrolier chargé, ou l'échouement—sous propulsion du moteur ou sous l'effet de la dérive—d'un pétrolier chargé dans les eaux intérieures du Canada jusqu'à la limite de 12 milles marins de la mer territoriale). L'analyse de DNV GL a également fourni des renseignements sur la probabilité de déversement de volumes différents du pétrole brut dans différents types de scénarios d'accidents et par différents types de pétroliers prévus. Cette information est utilisée pour caractériser l'éventail de plus petits et plus grands volumes de déversement de pétrole utilisé pour la modélisation stochastique du devenir et du transport du pétrole déversé.

L'étape de l'évaluation de l'exposition est utilisée pour évaluer les données liées au pétrole brut qui pourrait être déversé, y compris sa distribution dans le milieu marin à la suite d'un déversement. L'étendue spatiale des zones qui pourraient être exposées au mazoutage à la suite d'un déversement a été estimée à partir des études de modélisation stochastiques réalisées par Tetra Tech EBA. Le terme « stochastique » décrit une approche de modélisation dans laquelle l'éventail de résultats potentiels à la question étudiée est exploré en effectuant un grand nombre de simulations sous des conditions variables. De cette façon, on peut comprendre à la fois le résultat le plus probable ainsi que les autres résultats possibles. Les simulations stochastiques comprenaient 33 zones d'accidents potentiels cernées en fonction de l'évaluation des risques de navigation de DNV GL. L'évaluation des risques de navigation a également fourni la fréquence estimée ou la probabilité d'accidents à chaque endroit, pour chaque type de pétrolier. À chaque endroit, une simulation de déversement de pétrole brut a débuté à chaque 29 heures d'une année représentative des conditions météorologiques et des données sur les marées, avec divers types de pétrole, de pétrolier et de volume de déversement. Les simulations de déversements hypothétiques ont été permises d'être exécutées pendant 30 jours. Au total, plus de 10 000 simulations distinctes de déversement de pétrole ont servi à évaluer le devenir stochastique de différents types et volumes de pétrole brut déversé à partir d'un terminal maritime ou par le transport maritime dans une variété de saisons, de conditions météorologiques et de marée. Dans la modélisation stochastique du devenir et du transport des déversements de pétrole, les mesures d'atténuation et d'intervention en cas de déversement de pétrole qui viendraient réduire l'étendue anticipée des effets sur l'environnement ne sont pas considérées. Il s'agit d'une approche raisonnable et prudente (c.-à-d. susceptible de surestimer les effets réels), puisqu'il n'est pas possible de connaître à l'avance le temps et les autres conditions qui prévaudront au moment d'un déversement, de sorte qu'il n'est pas possible d'incorporer avec confiance dans l'analyse l'efficacité des activités d'intervention dans les premières heures et les premiers jours suivant l'événement. À cet égard, par conséquent, les résultats de l'évaluation des risques sont prudents en ce qui a trait à l'étendue spatiale projetée à la gravité des effets négatifs sur l'environnement.

Les effets potentiels sur l'environnement des déversements de pétrole brut sont cernés dans l'analyse stochastique en superposant les zones plus susceptibles d'être exposées à du pétrole brut issu d'un déversement sur les cartes de l'habitat utilisé par différents types d'organismes marins. Telle qu'adoptée dans le présent rapport, cette approche représente une évolution d'une méthode utilisée pour l'étude d'évaluation des risques dans les îles Aléoutiennes (AIRA, ERM-West, DNV GL, 2011) de la part de l'Alaska Department of Environmental Conservation, de l'United States Coast Guard et de la National

Fish & Wildlife Foundation, qui est largement reconnue comme une étude de référence dans ce domaine. Tel qu'adoptée ici, la modélisation stochastique fournit deux types de données à l'ÉRSHE. Dans un premier temps, la superficie océanique moyenne et la longueur moyenne des côtes exposées au pétrole déversé peuvent être calculés pour différents lieux de déversements hypothétiques, types de pétrole et saisons. Deuxièmement, les résultats stochastiques peuvent être combinés pour estimer la probabilité que toute partie donnée de la surface océanique ou d'un habitat côtier soit exposée à un déversement de pétrole brut à une date ultérieure à la suite d'un accident ou d'une défaillance mettant en cause le terminal maritime ou pendant le transport maritime vers l'étranger d'une cargaison de pétrole brut.

Conformément à l'approche utilisée dans l'AIRA, les cinq habitats écologiques et types de récepteurs principaux suivants ont été déterminés pour l'analyse stochastique des effets potentiels sur l'environnement d'un déversement de pétrole brut dans la baie de Fundy :

- habitats le long et à proximité du rivage;
- poissons marins et leur habitat;
- reptiles marins et leur habitat;
- oiseaux marins et leur habitat;
- mammifères et leur habitat.

La plupart des types d'habitats et de récepteurs (à l'exception des reptiles marins qui ne sont représentés dans la baie de Fundy que par les tortues de mer durant la saison plus chaude) sont divisés en sous-types, représentant des groupes d'habitats ou d'espèces ayant des caractéristiques relativement similaires et différents niveaux d'exposition ou de sensibilité au pétrole brut déversé. Afin de représenter cet éventail de récepteurs, les types de rivages sont regroupés selon quatre classes de facteurs de sensibilité biologique (FSB) allant du substrat rocheux exposé ou des autres substrats non perméables (réputés moins sensibles aux dommages causés par l'exposition au pétrole brut) jusqu'aux replats de marée abrités et aux marais de marée (réputés présenter la plus grande sensibilité aux dommages causés par l'exposition au pétrole brut). De même, les poissons marins et leurs habitats, les oiseaux marins et leurs habitats et les mammifères et leurs habitats ont chacun aussi été divisés en quatre sous-types de classes FSB allant de 1 (la moins sensible) à 4 (la plus sensible). Dans cette analyse, les classes FSB visent à représenter la sensibilité biologique intrinsèque au mazoutage pour chaque type de récepteur, sans tenir compte du statut de conservation de ces récepteurs. Lorsque des récepteurs ont le statut d'espèce menacée ou en voie de disparition, ou sont par ailleurs soumis à une protection juridique ou à un plan de gestion (p. ex., l'habitat essentiel de la baleine noire, ou les zones importantes pour la conservation des oiseaux [ZICO]), ce statut est aussi considéré dans l'analyse, indépendamment de la sensibilité biologique intrinsèque ou de la probabilité d'exposition à un déversement de pétrole brut.

La probabilité de déversements d'hydrocarbures ou d'exposition au pétrole pour les récepteurs marins est exprimée en termes de fréquence annuelle. Dans cette notation, une fréquence de $1,0 \times 10^4$ ou simplement 10^4 par an correspond à une période de retour annuelle de 1 à 10 000 ans. Selon l'analyse de DNV GL, parmi tous les scénarios d'accident et de défaillance envisagés, le scénario d'une défaillance d'un bras de chargement est considéré comme plus probable (avec une fréquence estimée de $2,1 \times 10^{-3}$

par année). Cependant, ce scénario serait celui qui provoquerait le rejet de la plus petite quantité de pétrole brut (estimé à 43 m^3). Les accidents impliquant un pétrolier chargé présenteraient une large gamme de fréquences (d'environ $2,4 \times 10^{-4}$ à moins de $1,0 \times 10^{-10}$ par année, pour une fréquence totale de collisions et d'échouements en tous lieux d'environ $4,5 \times 10^{-4}$ par année), en fonction du type et du lieu de l'accident. Les accidents impliquant un pétrolier entièrement ou partiellement chargé pourraient entraîner le déversement d'un large éventail de volumes de pétrole brut, selon le scénario et les circonstances spécifiques de l'accident. Ces volumes de déversement varient de $1\,247$ à $17\,708 \text{ m}^3$ pour les petits déversements et de $3\,336$ à $37\,639 \text{ m}^3$ pour les déversements plus importants. Le scénario d'un accident lié à une collision avec la jetée sur chevalets est considéré comme hautement improbable (fréquence estimée d'environ $7,2 \times 10^{-5}$ par année). Le volume de déversement de pétrole résultant d'une collision avec la jetée sur chevalets a été estimé à $1\,786 \text{ m}^3$.

L'analyse stochastique indique que même si les habitats de rivage peuvent être touchés par du pétrole déversé, les longueurs touchées ne représentent généralement qu'une petite fraction de la quantité totale du rivage appartenant à chaque classe de sensibilité du rivage au sein de la zone d'étude. La probabilité que ces types d'habitats soient exposés à des déversements de pétrole brut atteint généralement une gamme de fréquences maximale de 10^{-3} à 10^{-4} par année.

En ce qui concerne les rivages rocheux exposés (FSB = 1) qui sont considérés comme les moins sensibles au mazoutage, de 26,3 % à 30,6 % (38,9 à 45,3 km) de l'habitat de ce type disponible dans la zone d'étude (148 km) serait susceptible d'être touché par un mazoutage à ce niveau de fréquence dans le cas d'une défaillance du bras de chargement ou d'un petit déversement lié à un accident de pétrolier. Ces types d'habitats ne retiendraient que peu de pétrole et auraient tendance à se rétablir rapidement en cas de déversement. Cependant, le pourcentage élevé de ce type d'habitat disponible touché découle de la présence de promontoires rocheux exposés à proximité de Saint John, un type d'habitat qui est présent mais non prépondérant ailleurs dans la zone d'étude.

Pour les autres types d'habitats de rivage (FSB = 2, plages de sable et de gravier; FSB = 3, plages de galets; et FSB = 4, marais et milieux humides), les effets potentiels sur le substrat des plages de galets méritent d'être mentionnés, car il s'agit du type d'habitat dominant au sein de la zone d'étude. Ces plages poreuses sont d'intérêt pour la conservation, car le pétrole peut y pénétrer, rendant le rétablissement difficile tout en renforçant la possibilité d'une persistance du pétrole pendant une longue durée après le déversement. Dans l'analyse stochastique, les effets d'une défaillance du bras de chargement et d'un déversement provenant d'un pétrolier semblent présenter des risques semblables. Toutefois, la défaillance du bras de chargement est représentée par des petits déversements qui sont plus probables que des déversements beaucoup plus importants provoqués par un pétrolier. Les rivages mazoutés en raison d'une défaillance du bras de chargement subiraient généralement un dépôt de pétrole moins important sur les plages. Par conséquent, dans le scénario d'une défaillance du bras de chargement, l'ampleur des dommages environnementaux et la durée du rétablissement seraient susceptibles d'être inférieures à celles observées dans le scénario d'un accident de pétrolier.

Les risques pour l'habitat des poissons sont dominés par l'exposition potentielle de l'habitat en eau libre profonde à des nappes de pétrole en surface découlant d'un accident de pétrolier (21,1 % de ce type

d'habitat étant exposé à risque d'exposition au pétrole dans la gamme de fréquences de 10^{-3} à 10^{-4} par année). Une superficie d'habitat moins large est exposée à de tels risques pour le scénario de défaillance du bras de chargement, même si la gamme de fréquences est semblable. Cependant, l'habitat en eau libre présente une faible sensibilité en tant qu'habitat des poissons, car le volume d'eau présent permet la dilution et la dispersion des hydrocarbures dissous, qui atteignent donc rarement une concentration gravement létale. Des superficies relativement faibles des types d'habitats des poissons plus sensibles (moins de 10 % pour les habitats de classe FSB = 3 et 4) seraient exposées à des nappes de pétrole à des fréquences de 10^{-3} à 10^{-4} par année. Les zones d'habitat les plus sensibles seraient, dans ce cas, les baies fermées où du pétrole brut pourrait être entraîné dans la colonne d'eau par les vagues. Cette situation favoriserait la dissolution des composés d'hydrocarbure dans la colonne d'eau, dans des conditions confinées, accroissant ainsi le risque de toxicité aiguë pour les poissons et les invertébrés marins.

En ce qui concerne les oiseaux marins, les risques dans la gamme de fréquences supérieure à 10^{-4} par année sont dominés par les accidents de pétrolier potentiels. Toutefois, les superficies d'habitat au sein de la zone d'étude qui pourraient être exposées à du pétrole brut avec une période de retour supérieure à 1 fois tous les 10 000 ans sont relativement limitées. Le risque d'exposition au pétrole est d'environ 3,5 % de l'habitat des oiseaux de rivage et des oiseaux terrestres dans la zone intertidale, 13 % de l'habitat des oiseaux marins côtiers et 20,5 % de l'habitat des oiseaux marins de haute mer. Bien que ce scénario soit plus probable, les zones potentiellement touchées par une défaillance du bras de chargement à une fréquence supérieure à 10^{-4} par année sont bien plus réduites, avec 2,3 % de l'habitat côtier des oiseaux marins et environ 4 % de l'habitat extracôtier des oiseaux marins au sein de la zone d'étude qui correspondent à cette classe de risque. De plus, l'épaisseur moyenne de la nappe provenant d'un accident de pétrolier serait plus importante que celle d'une nappe provenant d'une défaillance du bras de chargement.

Les ZICO plus proches de Saint John sont les plus susceptibles d'être touchées par des effets liés à des déversements provenant d'une défaillance du bras de chargement, avec un niveau de risque supérieur à 10^{-4} par année. Ce niveau est conforme à la portée et au volume plus limités des dommages associés aux petits déversements. Plusieurs ZICO qui se trouvent au Nouveau-Brunswick sont susceptibles d'être endommagées par des accidents de pétrolier. Ces ZICO comprennent l'île Manawagonish et le marais et la plage de Saints Rest près de Saint John, et l'archipel Wolves, l'archipel Grand Manan, la région de Quoddy et l'île Machias Seal à l'ouest. Les oiseaux marins sont très sensibles aux expositions au pétrole brut, et un grand nombre de ces oiseaux pourraient être mazoutés dans l'éventualité peu probable d'un déversement provenant d'un pétrolier. Ce résultat est moins certain pour le scénario de défaillance du bras de chargement, en grande partie parce que le terminal maritime disposera d'équipement et de matériel sur place afin d'intervenir rapidement en cas de déversements pouvant aller jusqu'à 50 m^3 . Par conséquent, même si l'évaluation stochastique ne tient pas compte des activités éventuelles d'intervention et de rétablissement en cas de déversement, ces activités auraient bien lieu et devraient atténuer les dommages environnementaux.

En ce qui concerne les reptiles marins, les risques dans la gamme de fréquences supérieure à 10^{-4} par année sont dominés par les accidents de pétrolier potentiels. Les reptiles marins n'ont fait l'objet d'une

évaluation que pendant la saison plus chaude, étant donné que seules des tortues de mer pourraient être représentées dans la zone d'étude et que ces animaux ne sont présents dans la zone que pendant la saison plus chaude. Les superficies d'habitat au sein de la zone d'étude qui pourraient être exposées au pétrole brut avec une période de retour supérieure à 1 fois tous les 10 000 ans sont relativement limitées. Environ 20 % de l'habitat disponible des reptiles marins présente un risque d'exposition en cas de déversement provenant d'un pétrolier, alors que moins de 2 % de cet habitat disponible présente un risque d'exposition dans le cas d'une défaillance du bras de chargement. Ces chiffres sont vraisemblablement prudents, puisque les reptiles marins sont plus susceptibles de se trouver dans le golfe du Maine (où le potentiel d'exposition serait plus faible) que de pénétrer dans la baie de Fundy et de se trouver près de Saint John.

En ce qui concerne les mammifères marins, les risques dans la gamme de fréquences supérieure à 10^{-4} par année sont dominés par les accidents de pétrolier potentiels. La répartition de ces risques met en lumière l'exposition potentielle des baleines au pétrole brut déversé, avec 21,1 % de l'habitat disponible dans la zone d'étude étant potentiellement exposé au mazoutage à une fréquence annuelle supérieure à 10^{-4} . En outre, la répartition de ces risques au cours de la saison plus chaude s'étend dans les eaux qui entourent Grand Manan, reconnues comme un habitat essentiel au sens de la *Loi sur les espèces en péril* (LEP) pour la baleine noire, une espèce en voie de disparition, ainsi que pour plusieurs autres espèces de baleines. La statistique correspondante pour une défaillance du bras de chargement représente environ 4 % de l'habitat disponible, et ne s'étend pas jusqu'à la région de Grand Manan, même si des cétacés (et particulièrement des espèces plus petites, comme le marsouin commun) peuvent être observés dans l'ensemble de la zone d'étude.

La voie d'exposition la plus préoccupante pour les cétacés de la baie de Fundy serait par conséquent l'inhalation de vapeurs. Cette voie dépend de l'exposition à du pétrole fraîchement déversé, étant donné que les composants volatils du pétrole brut s'évaporent rapidement, de sorte que la période la plus préoccupante est celle qui correspond aux 24 heures qui suivent le déversement. Ainsi, il est peu probable qu'un déversement se produisant près de Saint John provoque des dommages graves ou prolongés sur l'habitat essentiel de la baleine noire, ou sur celles-ci et d'autres cétacés dans les environs de Grand Manan.

La simulation des effets liés aux différents types de pétrole dans diverses conditions saisonnières a eu une incidence relativement faible sur les résultats de l'évaluation des risques. En ce qui concerne la saison, le principal effet était qu'au cours de la saison plus froide, les vents dominants du nord-ouest étaient plus susceptibles de pousser le pétrole à travers la baie de Fundy vers les côtes de la Nouvelle-Écosse, où un courant littoral dominant a tendance à pousser le pétrole vers le chenal Minas. Au cours de la saison plus chaude, ce phénomène est moins probable, et le pétrole a tendance à rester dans les eaux du Nouveau-Brunswick et à dériver vers Grand Manan et le golfe du Maine. En ce qui a trait au type de pétrole, le principal effet était que le pétrole brut léger (BAK) avait tendance à s'altérer plus rapidement que les types moyen et lourd (HSB et WCS). Ainsi, les zones touchées par du pétrole brut léger auraient tendance à être plus petites, tandis que l'épaisseur des nappes et le mazoutage des côtes tendent à être plus réduits que dans le cas de pétroles bruts moyen et lourd. Il est toutefois

important de noter que le pétrole de type WCS (bitume dilué) ne fait pas preuve de comportements clairement distincts de celui du pétrole brut moyen ou du pétrole brut lourd conventionnel.

La modélisation stochastique fournit une expression probabiliste de l'endroit, dans l'éventualité peu probable d'un déversement, où le pétrole « pourrait » être transporté, en fonction d'une série de conditions météorologiques et de marée réalistes. Les résultats de cette modélisation ont été utilisés pour éclairer le choix des lieux de déversement et des conditions météorologiques, de marée et de courant précises à utiliser dans la modélisation déterministe. La modélisation déterministe de grands déversements de pétrole brut sont sélectionnés en fonction des interactions entre les lieux de déversement de pétrole découlant de l'analyse fondée sur les risques et les modèles de répartition connexes (déterminés à partir de la modélisation stochastique), et en fonction de la présence et de la répartition des récepteurs sensibles (écologiques et humains) qui pourraient être exposés sur une base saisonnière. Au vu de ces éléments, trois scénarios ont été sélectionnés pour la modélisation déterministe du transport de pétrole et du devenir des déversements, ainsi que pour les études d'évaluation des risques pour la santé humaine et l'environnement.

- L'échouement d'un pétrolier au port de Saint John en été, entraînant le rejet de 10 595 m³ de pétrole brut WCS (du bitume dilué).
- Un échouement au large des côtes de Grand Manan en été, entraînant le déversement de 12 436 m³ de pétrole brut léger BAK.
- Une collision dans le chenal maritime de sortie en hiver près de Brier Island, entraînant le déversement de 12 436 m³ de pétrole brut moyen HSB.

Les résultats des analyses déterministes, qui seront présentés dans un document distinct au premier trimestre de 2016, procureront une évaluation plus détaillée des effets environnementaux potentiels sur les récepteurs écologiques et humains du « pire cas crédible » de déversement de pétrole brut. Les scénarios et les emplacements sélectionnés sont fondés sur le risque, compte tenu de la probabilité d'occurrence et de la proximité des récepteurs sensibles.

Table des matières

PRÉFACE	I
SOMMAIRE	I
1 INTRODUCTION	1-1
1.1 APERÇU DU PROJET	1-1
1.2 CONTEXTE DE L'ÉVALUATION DES RISQUES POUR LA SANTÉ HUMAINE ET L'ENVIRONNEMENT	1-1
1.3 PORTÉE DE L'ÉVALUATION DES RISQUES POUR LA SANTÉ HUMAINE ET L'ENVIRONNEMENT	1-2
1.3.1 Modélisation stochastique	1-2
1.3.2 Modélisation déterministe	1-3
1.4 LIMITES ADMINISTRATIVES ET TECHNIQUES	1-3
1.5 ENGAGEMENT DU PUBLIC, ENGAGEMENT DES AUTOCHTONES ET RELATIONS AVEC LES PROPRIÉTAIRES FONCIERS.....	1-4
1.6 ORGANISATION DU RAPPORT	1-5
2 ZONE D'ÉTUDE	2-1
2.1 APERÇU DES ACTIVITÉS AU TERMINAL MARITIME CANAPORT ET DE L'AUGMENTATION DU TRAFIC MARITIME	2-1
2.1.1 Navigation des navires dans les limites du port	2-2
2.1.2 Navigation des navires dans la baie de Fundy	2-3
2.1.3 Aperçu des activités au terminal maritime Canaport Énergie Est	2-7
2.2 LIMITES SPATIALES.....	2-9
2.3 OCCUPATION HUMAINE.....	2-9
2.3.1 Utilisation des terres	2-9
2.3.2 Utilisation traditionnelle des terres et des ressources	2-10
2.4 UTILISATION DES RESSOURCES MARINES COMMERCIALES	2-14
2.4.1 Pêche commerciale	2-14
2.4.2 Aquaculture.....	2-14
2.4.3 Tourisme	2-15
2.5 CADRE PHYSIQUE	2-15
2.5.1 Qualité actuelle de l'eau et des sédiments	2-15
2.5.2 Zones écologiques de la ZEADM	2-16
2.6 AIRES DÉSIGNÉES ET RÉSERVES ÉCOLOGIQUES	2-29
2.6.1 Aires désignées par les provinces (Canada).....	2-29
2.6.2 Zones désignées au niveau fédéral (Canada).....	2-34
2.6.3 Zones désignées par l'État (États-Unis)	2-35
2.6.4 Zones désignées au niveau fédéral (États-Unis).....	2-35
2.7 COMMUNAUTÉ DE POISSONS MARINS	2-36
2.7.1 Pêche commerciale, récréative et autochtone	2-36
2.7.2 Espèces d'intérêt pour la conservation.....	2-37
2.7.3 Poissons marins et leur habitat.....	2-37

Table des matières

2.8	OISEAUX MARINS ET LEUR HABITAT	2-45
2.8.1	Espèces d'intérêt pour la conservation	2-45
2.8.2	Oiseaux marins et leur habitat	2-48
2.8.3	Habitat important pour la conservation des oiseaux	2-51
2.9	MAMMIFÈRES MARINS ET LEUR HABITAT	2-66
2.10	TORTUES DE MER	2-74
2.10.1	Tortue luth	2-74
2.10.2	Tortue caouanne	2-75
3	APPROCHE	3-1
3.1	CADRE D'ÉVALUATION DES RISQUES POUR LA SANTÉ HUMAINE ET L'ENVIRONNEMENT	3-1
3.1.1	Définition du problème	3-2
3.1.2	Évaluation de l'exposition	3-3
3.1.3	Évaluation du danger	3-3
3.1.4	Caractérisation des risques	3-4
3.1.5	Discussion de la certitude et de l'assurance	3-4
3.2	ACCIDENTS ET DÉFAILLANCES QUI RISQUENT D'ENTRAÎNER UN REJET DE PÉTROLE BRUT DANS LE MILIEU MARIN	3-4
3.2.1	Estimations de la Fréquence des déversements accidentels de pétrole	3-6
3.2.2	Estimations du Volume des déversements accidentels de pétrole	3-13
3.2.3	Caractérisation de petits et gros volumes crédibles de déversements	3-14
3.3	SÉLECTION DE PÉTROLES BRUTS REPRÉSENTATIFS	3-21
3.3.1	Pétrole brut léger (BAK)	3-21
3.3.2	Pétrole brut moyen (HSB)	3-22
3.3.3	Pétrole brut lourd (WCS)	3-22
3.4	CARACTÉRISATION DE PÉTROLES BRUTS REPRÉSENTATIFS	3-23
3.4.1	Propriétés physiques des produits représentatifs	3-23
3.4.2	Propriétés chimiques des produits représentatifs	3-25
3.4.3	Altération des produits représentatifs	3-35
3.5	MÉTHODES DE MODÉLISATION STOCHASTIQUES ET DÉTERMINISTE DES DÉVERSEMENTS ACCIDENTELS DE PÉTROLE	3-36
3.5.1	Simulations stochastiques	3-36
3.5.2	Simulations déterministes	3-37
4	MÉTHODES D'ÉVALUATION DES EFFETS ÉCOLOGIQUES POUR LA MODÉLISATION STOCHASTIQUE DES DÉVERSEMENTS DE PÉTROLE	4-1
4.1	INTRODUCTION	4-1
4.2	ÉNONCÉ DU PROBLÈME	4-2
4.2.1	Probabilité et vraisemblance	4-3
4.2.2	Saisonnalité dans la baie de Fundy	4-3
4.2.3	Perte crédible d'accidents de confinement pour la modélisation stochastique	4-8
4.2.4	Cadre de modélisation stochastique des déversements accidentels de pétrole	4-8
4.3	ÉVALUATION DE L'EXPOSITION	4-9
4.3.1	Sensibilité le long du rivage et rétention de pétrole	4-10
4.4	ÉVALUATION DU DANGER	4-19
4.4.1	Habitats le long et à proximité du rivage	4-19
4.4.2	Poissons marins et leur habitat	4-21

4.4.3	Reptiles marins et leur habitat	4-26
4.4.4	Oiseaux marins et leur habitat	4-27
4.4.5	Mammifères et leur habitat	4-34
4.5	CARACTÉRISATION DES RISQUES	4-42
5	ÉVALUATION DES EFFETS ÉCOLOGIQUES FONDÉE SUR LA MODÉLISATION STOCHASTIQUE DES DÉVERSEMENTS DE PÉTROLE	5-1
5.1	CONCEPTS DE MODÉLISATION STOCHASTIQUE	5-1
5.2	VISUALISATION ET INTERPRÉTATION DES RÉSULTATS DE LA MODÉLISATION STOCHASTIQUE	5-2
5.3	FACTEURS DE SENSIBILITÉ BIOLOGIQUE	5-6
5.3.1	Habitats le long et à proximité du rivage	5-7
5.3.2	Poissons marins et leur habitat	5-8
5.3.3	Reptiles marins et leur habitat	5-9
5.3.4	Oiseaux marins et leur habitat	5-9
5.3.5	Mammifères et leur habitat	5-10
5.4	EFFETS ÉCOLOGIQUES POTENTIELS DES ACCIDENTS DE LA NAVIGATION MARITIME	5-11
5.4.1	Effets écologiques potentiels de tous les déversements plus petits liés à la navigation maritime	5-12
5.4.2	Variation du mazoutage potentiel des ressources marines de petits déversements maritimes due aux différences saisonnières	5-34
5.4.3	Mazoutage potentiel des ressources marines de petits déversements maritimes par type de pétrole	5-53
5.4.4	Mazoutage potentiel des ressources marines de grands déversements maritimes	5-55
5.5	EFFETS ÉCOLOGIQUES DES DÉVERSEMENTS POTENTIELS AU TERMINAL MARITIME	5-59
5.5.1	Effets écologiques de tous les déversements potentiels au terminal maritime	5-59
5.5.2	Effets écologiques potentiels de déversements des scénarios de défaillance d'un bras de chargement	5-71
5.5.3	Mazoutage potentiel provenant de grands déversements au terminal maritime – défaillance de la jetée sur chevalets, en fonction du type de pétrole et de la saison	5-88
5.6	RISQUES DE MAZOUTAGE ET EFFETS ÉCOLOGIQUES	5-104
5.6.1	Effets environnementaux potentiels sur les habitats de rivage et à proximité du rivage	5-106
5.6.2	Effets environnementaux potentiels sur les poissons marins et leur habitat	5-106
5.6.3	Effets environnementaux potentiels sur les oiseaux marins et leur habitat	5-107
5.6.4	Effets environnementaux potentiels sur les reptiles marins et leur habitat	5-108
5.6.5	Effets environnementaux potentiels sur les mammifères terrestres et marins et leur habitat	5-108
5.6.6	Effets en fonction du type de pétrole et de la saison	5-109
5.7	CERTITUDE ET FIABILITÉ	5-110
5.7.1	Modélisation du devenir environnemental	5-110
5.7.2	Facteurs de sensibilité biologique	5-111
5.7.3	Évaluation de l'exposition et des dangers	5-111
5.8	CHOIX DE SCÉNARIOS POUR L'ÉVALUATION DÉTERMINISTE DES RISQUES POUR LA SANTÉ HUMAINE ET L'ENVIRONNEMENT	5-112

6	RÉTABLISSEMENT APRÈS UN DÉVERSEMENT DE PÉTROLE EN MILIEU MARIN.....	6-1
6.1	RÉTABLISSEMENT DES RÉCEPTEURS ÉCOLOGIQUES APRÈS UN DÉVERSEMENT DE PÉTROLE	6-1
6.1.1	Les communautés de sédiments intertidaux et les hydrocarbures persistants	6-4
6.1.2	Les zones littorales et les habitats littoraux	6-4
6.1.3	Les poissons marins et leur habitat	6-6
6.1.4	Les oiseaux marins et leur habitat	6-8
6.1.5	Les mammifères marins et leur habitat	6-9
6.2	RÉTABLISSEMENT DE L'ENVIRONNEMENT HUMAIN APRÈS UN DÉVERSEMENT DE PÉTROLE	6-13
7	RÉFÉRENCES.....	7-1
7.1	COMMUNICATIONS PERSONNELLES	7-14

Liste des tableaux

Tableau 1-1	Organisation du rapport de l'ÉRSHE	1-5
Tableau 2-1	Espèces d'importance autochtone dans la ZEADM.....	2-12
Tableau 2-2	Caractéristiques des principales zones écologiques – Baie de Fundy.....	2-17
Tableau 2-3	Espèces de poissons d'intérêt pour la conservation – Portion canadienne de la ZEADM.....	2-38
Tableau 2-4	Principales caractéristiques du cycle biologique d'espèces représentatives de poissons marins	2-40
Tableau 2-5	Espèces d'oiseaux de mer d'intérêt pour la conservation observées dans la ZEADM.....	2-48
Tableau 2-6	Espèces d'intérêt pour la conservation et oiseaux marins sélectionnés – Baie de Fundy et golfe du Maine	2-49
Tableau 2-7	Zones importantes pour la conservation d'oiseaux – ZEADM.....	2-52
Tableau 2-8	Espèces de mammifères marins communs et choisis – ZEADM	2-67
Tableau 2-9	Statut de conservation des espèces de mammifères marins susceptibles d'être présentes dans la ZEADM	2-73
Tableau 2-10	Espèces de tortues de mer susceptibles d'être présentes dans la ZEADM.....	2-74
Tableau 3-1	Types d'accidents et principales mesures d'atténuation pour les pétroliers.....	3-5
Tableau 3-2	Fréquence annuelle prévue des déversements accidentels de pétrole brut entraînés par les collisions.....	3-8
Tableau 3-3	Fréquence annuelle prévue des déversements accidentels de pétrole brut entraînés par les échouements.....	3-9
Tableau 3-4	Volumes de déversement par fréquence	3-14
Tableau 3-5	Plus gros volumes de déversement.....	3-16
Tableau 3-6	Plus petits volumes de déversement	3-18
Tableau 3-7	Propriétés physiques de pétroles bruts représentatifs.....	3-24
Tableau 3-8	Propriétés chimiques de pétroles bruts représentatifs.....	3-26
Tableau 4-1	Classes de l'indice de sensibilité environnementale (ISE) des rivages marins	4-11
Tableau 4-2	Types de rivages d'Environnement Canada pour la zone intertidale supérieure dans la baie de Fundy.....	4-13
Tableau 4-3	Capacité de rétention de pétrole (L/m ²) pour différents types de rivages	4-16
Tableau 4-4	Chargement maximum de pétrole échoué (L/m ²) par classe de l'ISE pour les rivages marins.....	4-18
Tableau 4-5	Classification des FSB pour les poissons marins et leur habitat	4-25
Tableau 4-6	Classification des FSB pour les oiseaux et leur habitat.....	4-34
Tableau 4-7	Classification des FSB pour les mammifères et leur habitat	4-41
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)	5-13
Tableau 5-2	Mazoutage sur les côtes dans le cas de petits déversements maritimes (tous les types de pétrole, toutes saisons confondues).....	5-17
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)	5-20
Tableau 5-4	Effets sur les poissons marins et leur habitat de petits déversements maritimes (tous les types de pétrole, toutes les saisons)	5-23
Tableau 5-5	Effets sur les oiseaux marins et leur habitat de petits déversements maritimes (tous les types de pétrole, toutes les saisons)	5-26
Tableau 5-6	Effets sur les ZICO de petits déversements maritimes (tous les types de pétrole, toutes les saisons)	5-29

Table des matières

Tableau 5-7	Effets sur les reptiles marins et leur habitat de petits déversements maritimes (tous les types de pétrole, saison plus chaude).....	5-33
Tableau 5-8	Effets sur les mammifères marins et leur habitat de petits déversements maritimes (tous les types de pétrole, toutes les saisons)	5-33
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)	5-34
Tableau 5-10	Mazoutage sur les côtes dans le cas de petits déversements maritimes (tous les types de pétrole, les deux saisons).....	5-40
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)	5-42
Tableau 5-12	Effets sur les poissons marins et leur habitat de petits déversements maritimes (tous les types de pétrole, les deux saisons)	5-44
Tableau 5-13	Effets sur les oiseaux marins et leur habitat de petits déversements maritimes (tous les types de pétrole, les deux saisons)	5-47
Tableau 5-14	Effets sur les ZICO de petits déversements maritimes (tous les types de pétrole, les deux saisons)	5-48
Tableau 5-15	Effets sur les reptiles marins et leur habitat de petits déversements maritimes (tous les types de pétrole, saison plus chaude).....	5-51
Tableau 5-16	Effets sur les mammifères marins et leur habitat de petits déversements maritimes (tous les types de pétrole, les deux saisons)	5-52
Tableau 5-17	Mazoutage à la surface de l'eau dans le cas de petits déversements maritimes par type de pétrole et saison	5-53
Tableau 5-18	Mazoutage sur les côtes dans le cas de petits déversements maritimes par type de pétrole et saison	5-54
Tableau 5-19	Mazoutage à la surface de l'eau dans le cas de grands déversements maritimes par type de pétrole et saison	5-56
Tableau 5-20	Mazoutage sur les côtes dans le cas de grands déversements maritimes (tous les types de pétrole, toutes saisons confondues).....	5-58
Tableau 5-21	Mazoutage à la surface de l'eau dans le cas de déversements au terminal maritime	5-60
Tableau 5-22	Mazoutage sur les côtes dans le cas de déversements au terminal maritime (tous les types de pétrole, toutes saisons confondues).....	5-63
Tableau 5-23	Mazoutage à la surface de l'eau dans le cas de déversements au terminal maritime (tous les types de pétrole, les deux saisons).....	5-64
Tableau 5-24	Mazoutage sur les côtes dans le cas de déversements au terminal maritime (tous les types de pétrole, les deux saisons).....	5-65
Tableau 5-25	Mazoutage à la surface de l'eau dans le cas de petits déversements au terminal maritime (défaillance d'un bras de chargement, tous les types de pétrole, toutes saisons confondues)	5-71
Tableau 5-26	Mazoutage sur les côtes dans le cas de petits déversements au terminal maritime (défaillance d'un bras de chargement, tous les types de pétrole, toutes saisons confondues)	5-72
Tableau 5-27	Effets sur les habitats le long et à proximité du rivage de petits déversements au terminal maritime (défaillance d'un bras de chargement, tous les types de pétrole, toutes les saisons)	5-74
Tableau 5-28	Effets sur les poissons marins et leur habitat de petits déversements au terminal maritime (défaillance du bras de chargement, tous les types de pétrole, toutes les saisons)	5-76
Tableau 5-29	Effets sur les oiseaux marins et leur habitat de petits déversements au terminal maritime (défaillance du bras de chargement, tous les types de pétrole, toutes les saisons)	5-79
Tableau 5-30	Effets des petits déversements au terminal maritime sur les ZICO.....	5-82

Tableau 5-31	Effets sur les reptiles marins et leur habitat de petits déversements au terminal maritime (défaillance du bras de chargement, tous les types de pétrole, toutes les saisons)	5-85
Tableau 5-32	Effets sur les mammifères marins et leur habitat de petits déversements au terminal maritime (défaillance du bras de chargement, tous les types de pétrole, toutes les saisons)	5-85
Tableau 5-33	Mazoutage à la surface découlant d'une défaillance du bras de chargement, effet lié au type de pétrole et à la saison	5-87
Tableau 5-34	Mazoutage sur les côtes découlant d'une défaillance du bras de chargement, effet lié au type de pétrole et à la saison	5-87
Tableau 5-35	Mazoutage à la surface de l'eau dans le cas de grands déversements au terminal maritime (défaillance de la jetée sur chevalets, tous les types de pétrole, toutes saisons confondues)	5-88
Tableau 5-36	Mazoutage sur les côtes dans le cas de grands déversements au terminal maritime (défaillance de la jetée sur chevalets, tous les types de pétrole, toutes saisons confondues)	5-89
Tableau 5-37	Effets sur les habitats de rivage et à proximité du rivage de grands déversements au terminal maritime (défaillance de la jetée sur chevalets, tous les types de pétrole, toutes les saisons)	5-90
Tableau 5-38	Effets sur les poissons marins et leur habitat de grands déversements au terminal maritime (défaillance de la jetée sur chevalets, tous les types de pétrole, toutes les saisons)	5-93
Tableau 5-39	Effets sur les oiseaux marins et leur habitat de grands déversements au terminal maritime (défaillance de la jetée sur chevalets, tous les types de pétrole, toutes les saisons)	5-96
Tableau 5-40	Effets sur les ZICO de grands déversements au terminal maritime (défaillance de la jetée sur chevalets, tous les types de pétrole, toutes les saisons)	5-99
Tableau 5-41	Effets sur les reptiles marins et leur habitat de grands déversements au terminal maritime (défaillance de la jetée sur chevalets, tous les types de pétrole, toutes les saisons)	5-102
Tableau 5-42	Effets sur les mammifères marins et leur habitat de grands déversements au terminal maritime (défaillance de la jetée sur chevalets, tous les types de pétrole, toutes les saisons)	5-102
Tableau 5-43	Mazoutage à la surface découlant d'une défaillance de la jetée sur chevalets, effet lié au type de pétrole et à la saison	5-103
Tableau 5-44	Mazoutage sur les côtes découlant d'une défaillance de la jetée sur chevalets, effet lié au type de pétrole et à la saison	5-104
Tableau 6-1	Affectation des ressources dégradées selon le EVOSTC (2014) aux catégories de ressources écologiques évaluées dans la présente ÉRSHE.....	6-3

Liste des figures

Figure 2-1	Zone d'étude de l'ÉRSHE et caractéristiques de la navigation maritime.....	2-5
Figure 2-2	Zones écologiques de la ZEADM de l'ÉRSHE concernant les déversements de pétrole en milieu marin au terminal maritime Canaport Énergie Est	2-21
Figure 2-3	Aires désignées, réserves écologiques et ZICO – Baie de Fundy et golfe du Maine	2-31
Figure 3-1	Cadre d'évaluation des risques pour la santé humaine et l'environnement	3-2
Figure 3-2	Lieux potentiels de déversements accidentels de pétrole par collision ou échouement	3-11
Figure 3-3	Composition des types de pétrole brut représentatifs	3-33
Figure 4-1	Températures atmosphériques et heures de clarté moyennes à l'aéroport de Saint John (1981-2010)	4-4
Figure 4-2	Vents annuels à l'aéroport de Saint John (2006-2010)	4-6
Figure 4-3	Vents annuels à l'aéroport de Saint John (2006-2010)	4-7
Figure 4-4	Potentiel relatif de rétention du pétrole du rivage, pétrole de faible viscosité (< 50 cSt).....	4-17
Figure 4-5	Potentiel relatif de rétention du pétrole du rivage, pétrole de viscosité élevée (50-2 000 cSt)	4-17
Figure 4-6	FSB attribués aux habitats le long et à proximité du rivage	4-23
Figure 4-7	FSB pour les poissons marins et leur habitat	4-29
Figure 4-8	FSB pour les reptiles marins et leur habitat.....	4-31
Figure 4-9	FSB pour les oiseaux de mer et leur habitat.....	4-37
Figure 4-10	FSB pour les mammifères et leur habitat	4-39
Figure 5-1	Visualisation d'une nappe hypothétique de pétrole à un moment précis, dans la zone balayée par cette nappe de pétrole sur une période de 30 jours.....	5-4
Figure 5-2	Visualisation de la zone balayée par deux nappes de pétrole sur des périodes de 30 jours, dans la zone globale balayée par 303 nappes individuelles de pétrole	5-5
Figure 5-3	Fréquence de mazoutage à la surface et sur les côtes dans le cas de petits déversements maritimes (tous les types de pétrole, toutes les saisons)	5-15
Figure 5-4	Fréquence de mazoutage à la surface de l'eau et sur les côtes dans tous les cas de petits déversements maritimes (tous les types de pétrole, saison plus chaude)	5-35
Figure 5-5	Fréquence de mazoutage à la surface de l'eau et sur les côtes dans tous les cas de petits déversements maritimes (tous les types de pétrole, saison plus froide)	5-37
Figure 5-6	Fréquence de mazoutage à la surface de l'eau et sur les côtes dans les cas de déversements au terminal maritime (tous les types de pétrole brut et toutes les saisons)	5-61
Figure 5-7	Fréquence de mazoutage à la surface de l'eau et sur les côtes dans les cas de déversements au terminal maritime (tous les types de pétrole brut, saison plus chaude).....	5-67
Figure 5-8	Fréquence de mazoutage à la surface de l'eau et sur les côtes dans les cas de déversements au terminal maritime (tous les types de pétrole brut, saison plus froide)	5-69

Liste des annexes

APPENDIX A	DNV GL – ÉRSHE – Mémoire
APPENDIX B	Certificats de laboratoire
APPENDIX C	Rapport de modélisation de Tetra Tech EBA

Abréviations

2D.....	bidimensionnel
3D.....	tridimensionnel
CCME.....	Conseil canadien des ministres de l'environnement
ÉES.....	évaluation environnementale et socioéconomique
ÉRE.....	évaluation des risques écologiques
ÉRSH.....	évaluation des risques pour la santé humaine
ÉRSHE.....	évaluation des risques pour la santé humaine et l'environnement
ONÉ.....	Office national de l'énergie
Projet.....	Projet Oléoduc Énergie Est
USEPA.....	Environmental Protection Agency des États-Unis

Abréviations des HAP

ACP	Acénaphène
C0-ACP	C0-Acénaphène
C1-ACP	C1-acénaphène
ACY	Acénaphtylène
ACR	Acridine
ANT	Anthracène
C0-ANT	C0-Anthracène
C1-ANT	C1-Anthracène
C2-ANT	C2-Anthracène
C3-ANT	C3-Anthracène
C4-ANT	C4-Anthracène
BaANT	Benzo[a]anthracène
C0-BaANT	C0-Benzo[a]anthracène
C1-BaANT	C1-Benzo[a]anthracène
C2-BaANT	C2-Benzo[a]anthracène
C3-BaANT	C3-Benzo[a]anthracène
C4-BaANT	C4-Benzo[a]anthracène
BbFLT	Benzo[b]fluoranthène
C0-BbFLT	C0-Benzo[b]fluoranthène
BjFLT	Benzo[j]fluoranthène
C0-BjFLT	C0-Benzo[j]fluoranthène
BkFLT	Benzo[k]fluoranthène
C0-BkFLT	C0-Benzo[k]fluoranthène
C1-B(b+j+k)FLT	C1-Benzo[b,j,k]fluoranthène
C2-B(b+j+k)FLT	C2-Benzo[b,j,k]fluoranthène
BghiPER	Benzo[g,h,i]pérylène
BcPHE	Benzo[c]phénanthrène
BaPYR	Benzo[a]pyrène
C0-BaPYR	C0-Benzo[a]pyrène
C1-BaPYR	C1-Benzo[a]pyrène
C2-BaPYR	C2-Benzo[a]pyrène
BePYR	Benzo[e]pyrène
BiPh	Biphényl
C0-BiPh	C0-Biphényl
C1-BiPh	C1-Biphényl
C2-BiPh	C2-Biphényl

Abréviations des HAP

CHR.....	Chrysène
C0-CHR.....	C0-Chrysène
C1-CHR.....	C1-Chrysène
C2-CHR.....	C2-Chrysène
C3-CHR.....	C3-Chrysène
C4-CHR.....	C4-Chrysène
DBahANT.....	Dibenzo[<i>a,h</i>]anthracène
DBT.....	Dibenzothiophène
C0-DBT.....	C0-Dibenzothiophène
C1-DBT.....	C1-Dibenzothiophène
C2-DBT.....	C2-Dibenzothiophène
C3-DBT.....	C3-Dibenzothiophène
C4-DBT.....	C4-Dibenzothiophène
FLT.....	Fluoranthène
C0-FLT.....	C0-Fluoranthène
C1-FLT.....	C1-Fluoranthène
C2-FLT.....	C2-Fluoranthène
C3-FLT.....	C3-Fluoranthène
C4-FLT.....	C4-Fluoranthène
FLU.....	Fluorène
C0-FLU.....	C0-Fluorène
C1-FLU.....	C1-Fluorène
C2-FLU.....	C2-Fluorène
C3-FLU.....	C3-Fluorène
IPYR.....	Indéno[1,2,3- <i>cd</i>]pyrène
IFLT.....	Indéno[1,2,3- <i>cd</i>]fluoranthène
NAP.....	Naphtalène
C0-NAP.....	C0-Naphtalène
C1-NAP.....	C1-naphtalène
C2-NAP.....	C2-naphtalène
C3-NAP.....	C3-naphtalène
C4-NAP.....	C4-naphtalène
PHE.....	Phénanthrène
C0-PHE.....	C0-Phénanthrène
C1-PHE.....	C1-Phénanthrène
C2-PHE.....	C2-Phénanthrène
C3-PHE.....	C3-Phénanthrène
C4-PHE.....	C4-Phénanthrène

PER	Pérylène
PYR	Pyrène
C0-PYR	C0-Pyrène
C1-PYR	C1-Pyrène
C2-PYR	C2-Pyrène
C3-PYR	C3-Pyrène
C4-PYR	C4-Pyrène
QNL	Quinoline
RET	Rétène

1 INTRODUCTION

La présente évaluation des risques pour la santé humaine et l'environnement (ÉRSHE) évalue les effets environnementaux potentiels de déversements accidentels de pétrole brut dans le milieu marin au terminal maritime Canaport Énergie Est à Saint John (Nouveau-Brunswick) et au cours du transport maritime de pétrole brut entre le terminal maritime Canaport Énergie Est et les limites des eaux territoriales canadiennes. Cette évaluation est présentée en deux parties. La partie A (le présent document) est une évaluation stochastique d'un mazoutage potentiel de l'habitat marin décrivant la probabilité que différentes zones et différents types d'habitats marins soient exposés à du pétrole brut provenant de l'exploitation d'un terminal maritime et du transport maritime de pétrole brut. La partie B (qui sera présentée dans un document distinct au début de 2016) procurera une évaluation plus détaillée des effets environnementaux potentiels des déversements de pétrole brut à partir d'une modélisation déterministe du « pire cas crédible » sur les récepteurs sensibles à trois endroits différents.

1.1 Aperçu du projet

La portée du projet Énergie Est (le projet) comprend les éléments suivants :

- la conversion d'un gazoduc naturel existant en oléoduc;
- la construction, en Alberta, en Saskatchewan, au Manitoba, en Ontario, au Québec et au Nouveau-Brunswick, de nouveaux tronçons qui seraient reliés à la canalisation convertie;
- l'exploitation du pipeline pour transporter le pétrole brut de l'Alberta au Nouveau-Brunswick;
- la construction et l'exploitation des installations connexes, des stations de pompage et des terminaux de réservoirs requis pour le transport de pétrole brut de l'Alberta au Nouveau-Brunswick;
- la construction et l'exploitation des installations du terminal maritime Canaport Énergie Est au Nouveau-Brunswick qui permettraient d'avoir accès à d'autres marchés par navire.

On s'attend à ce que, chaque année, environ 281 pétroliers passent au terminal maritime Canaport Énergie Est.

1.2 Contexte de l'évaluation des risques pour la santé humaine et l'environnement

La présente évaluation des risques pour la santé humaine et l'environnement (ÉRSHE) a pour but de traiter des exigences d'information de l'Office national de l'énergie (ONÉ) décrites dans la lettre de Lignes directrices et exigences de dépôt du 27 juin 2014 à Énergie Est (ONÉ, 2014). Plus précisément, comme il est indiqué à la section H (Transport maritime), sous-section 4 (Évaluation des effets), de la lettre de Lignes directrices et exigences de dépôt, l'ÉRSHE met l'accent sur l'évaluation de scénarios crédibles des pires cas de déversement et de déversements de moindre envergure susceptibles d'être causés par

des accidents et des défaillances éventuels aux terminaux ainsi qu'à des points représentatifs et des zones fragiles le long des trajets empruntés.

L'ÉRSHE ne traite pas des accidents et des défaillances éventuels aux composantes terrestres du projet (p. ex., défaillances du pipeline ou des réservoirs).

1.3 Portée de l'évaluation des risques pour la santé humaine et l'environnement

La portée technique de cette ÉRSHE est d'évaluer les scénarios crédibles des pires cas de déversement et de déversements de moindre envergure dans une gamme de conditions météorologiques et maritimes. La portée géographique de l'ÉRSHE comprend des parties de la baie de Fundy et du golfe du Maine allant du terminal maritime Canaport Énergie Est aux limites des eaux territoriales canadiennes, comme l'exige l'ONÉ (2014).

Une approche quantitative et qualitative est adoptée, conformément aux pratiques normalisées de modélisation du déversement de pétrole, d'évaluation des risques écologiques (ÉRE) et d'évaluation des risques pour la santé humaine (ÉRSH). L'ÉRSHE respecte des protocoles normalisés figurant dans les lignes directrices fournies par le Conseil canadien des ministres de l'environnement et Santé Canada. Pour les éléments ÉRE et ÉRSH, ces protocoles comprennent généralement l'énoncé du problème, l'évaluation de l'exposition, l'évaluation des dangers (toxicité) et la caractérisation des risques, suivis d'une discussion sur la certitude et la fiabilité.

Les scénarios de déversement de pétrole sont évalués au moyen de techniques de modélisation stochastique du devenir et du transport bidimensionnelle (2D), dont les résultats sont présentés dans ce document (partie A) et de modélisation déterministe du déversement de pétrole brut tridimensionnelle (3D), qui seront présentés dans un document distinct (partie B) au début de 2016.

1.3.1 Modélisation stochastique

Les modèles stochastiques sont utilisés de manière répétitive pour les scénarios crédibles des pires cas de déversement et de déversements de moindre envergure dans une gamme de conditions environnementales, représentant l'hiver, le printemps, l'été et l'automne, et une gamme de conditions possibles de marée, de courant et de météo. Le modèle tient également compte de l'altération et de la biodégradation du pétrole brut déversé. Une gamme de catégories de pétrole brut (représentée par un pétrole brut très léger Bakken, un pétrole brut synthétique léger et brut lourd à bitume dilué) est évaluée.

Dans le cas de l'ÉRE, cette approche de modélisation est utilisée pour évaluer la probabilité de mazoutage de cinq principales combinaisons d'habitats ou groupes de récepteurs écologiques : habitats côtiers et littoraux, poissons marins et leur habitat, reptiles marins et leur habitat, oiseaux marins et leur habitat et mammifères marins et leur habitat. Les conséquences écologiques potentielles de l'exposition au pétrole brut et les effets environnementaux négatifs qui en découleront (p. ex. dommage causé à l'habitat ou mortalité de récepteurs écologiques) à tout endroit donné font l'objet d'une évaluation en

combinant la probabilité de présence de pétrole brut à la suite d'un déversement de pétrole et la sensibilité des récepteurs écologiques ou de l'habitat qui peuvent être présents à cet endroit.

Dans le cas de l'ÉERSH, la modélisation stochastique est utilisée pour identifier les zones où le risque relatif de pétrole brut déversé est le plus élevé par rapport aux centres de population humaine et aux individus ou groupes de récepteurs sensibles.

Les résultats de la modélisation stochastique aident à éclairer la sélection d'emplacements particuliers, de saisons et de conditions météorologiques à utiliser dans la modélisation déterministe subséquente.

1.3.2 Modélisation déterministe

Les résultats de la modélisation déterministe seront présentés dans un document distinct au début de 2016. La modélisation déterministe comporte un petit nombre de scénarios crédibles des pires cas de déversement, mais utilise une modélisation du devenir et du transport de déversements de pétrole tridimensionnelle (3D). La modélisation du devenir et du transport de déversement de pétrole 3D permet de mieux comprendre le devenir du pétrole brut déversé en ce qui concerne :

- l'évaporation et le déplacement des nuages de vapeur;
- le mélange du pétrole brut (comme gouttelettes ou hydrocarbures dissous) dans la colonne d'eau.

Cela permet de mieux soutenir une analyse détaillée de l'évolution chimique et des effets des composants du pétrole déversé.

La modélisation déterministe du devenir et du transport de déversements de pétrole est suivie d'une analyse plus détaillée de la bioaccumulation, de l'exposition et de la toxicité pour des récepteurs écologiques et humains particuliers que ne le permet la modélisation stochastique. Des évaluations distinctes de l'exposition et de la toxicité sont faites pour chaque scénario de déversement hypothétique, tenant compte des nombreuses voies d'exposition reliant les récepteurs (p. ex. plantes marines, invertébrés aquatiques, poissons, oiseaux, mammifères et humains) aux composants chimiques du pétrole déversé (p. ex. benzène, toluène, éthylbenzène et xylène, hydrocarbures aromatiques polycycliques et le reste des groupes chimiques aliphatiques et aromatiques constituant des hydrocarbures pétroliers).

1.4 Limites administratives et techniques

L'ONÉ a décidé d'inclure la navigation maritime dans sa détermination de l'intérêt public général en vertu de l'article 52 de la *Loi sur l'Office national de l'énergie* (ONÉ, 2014). La rubrique A.2 du *Guide de dépôt* de l'ONÉ décrit les renseignements que les demandeurs doivent inclure dans leurs évaluations environnementales et socioéconomiques. Le 27 juin 2014, l'ONÉ a publié d'autres directives (c.-à-d. une lettre aux cadres de TCPL concernant les lignes directrices et exigences de dépôt du projet Oléoduc Énergie Est [Énergie Est]) désignant certains volets pour lesquels il juge approprié d'ajouter des exigences relativement au dépôt de documents. Parmi les autres exigences, la lettre indique des évaluations des risques écologiques et des risques sur la santé humaine pour des scénarios crédibles

des pires cas de déversement et des scénarios de déversements de moindre envergure, avec justification des méthodes employées pour parvenir aux résultats obtenus. La lettre fournit aussi des directives sur un certain nombre de facteurs, notamment le choix des endroits où des accidents et des défaillances devraient faire l'objet d'une évaluation, les scénarios de déversements à élaborer et certains des facteurs qui devraient être inclus dans les évaluations.

Cette ÉRSHE est effectuée, conformément aux méthodes et aux directives acceptées publiées par le Conseil canadien des ministres de l'environnement (CCME, 1996, 1997), l'Environmental Protection Agency des États-Unis (USEPA, 1998), le gouvernement du Canada (2012) et Santé Canada (2012). L'ÉRSHE évalue qualitativement et quantitativement les effets environnementaux potentiels de déversements hypothétiques de pétrole brut sur les récepteurs écologiques et humains qui vivent dans les habitats marins de la baie de Fundy ou à proximité de ceux-ci. Les documents d'orientation décrivent le rôle de l'ÉRSHE principalement dans un contexte d'assainissement des lieux contaminés et de réhabilitation environnementale de lieux où existent des niveaux de contamination anthropique. Cependant, une telle orientation peut également s'appliquer aux études d'ÉRSHE prospectives, comme la présente, utilisées pour décrire les effets potentiels d'accidents et de défaillances hypothétiques dans le cadre de l'évaluation environnementale et socioéconomique (ÉES).

1.5 Engagement du public, engagement des Autochtones et relations avec les propriétaires fonciers

Énergie Est s'est efforcée à développer des relations avec les intervenants tôt et souvent. De nombreuses activités de participation ont été entreprises pour renseigner le public, les communautés autochtones, les intervenants et les autorités réglementaires sur l'approche d'évaluation des effets environnementaux et socioéconomiques potentiels du projet et pour solliciter des avis tout au long du processus de planification du projet.

Les programmes d'engagement ont été guidés par les valeurs d'entreprise de responsabilité, d'intégrité, d'innovation et de collaboration de TransCanada. En outre, la politique sur les relations avec les Autochtones de TransCanada oriente les échanges avec les collectivités et les organisations des Premières nations pour le projet. Le programme d'engagement a également été guidé par les exigences réglementaires applicables et les sources de directives pertinentes, notamment le *Guide de dépôt* (2004) de l'ONÉ, la *Loi canadienne sur l'évaluation environnementale* (2012) et les politiques et directives connexes.

Durant nos échanges avec les intervenants communautaires au Nouveau-Brunswick, les préoccupations liées aux effets potentiels du projet comprenaient notamment :

- un accroissement de la circulation maritime au cours de la saison de pêche;
- la perte d'aires de pêche en cas de déversement de pétrole ou d'accident;
- l'obtention de compensation pour l'endommagement ou la perte d'engins de pêche;

- la perte d'aires de pêche dans la zone du terminal maritime Canaport Énergie Est et ses environs;
- les effets du bruit et de l'accroissement de la circulation sur les mammifères marins.

Des descriptions complètes des consultations publiques et des propriétaires fonciers et des programmes d'engagement des Autochtones sont fournies dans la demande et les rapports supplémentaires 1 à 5. Ces documents sont disponibles dans l'[index des documents de réglementation de l'ONÉ pour le projet Oléoduc Énergie Est](#).

1.6 Organisation du rapport

L'organisation du présent rapport est présentée dans le tableau 1-1.

Tableau 1-1 Organisation du rapport de l'ÉRSHE

Section du rapport	Contenu
Sommaire	Un sommaire non technique des principales constatations pour aider le lecteur à rapidement comprendre les plus importants aspects de la présente ÉRSHE.
Section 1 – Introduction	Une section d'introduction qui donne un aperçu du projet et décrit le contexte, la portée et les objectifs de l'ÉRSHE dans le processus d'ÉES en plus de présenter les normes réglementaires utilisées dans l'ÉRSHE.
Section 2 – Zone d'étude	Une description des limites spatiales et des lieux physiques au sein de la zone géographique du projet pour l'ÉRSHE.
Section 3 – Approche	Une description détaillée de l'approche adoptée dans l'ÉRSHE pour satisfaire aux exigences de l'ONÉ.
Section 4 – Méthodes d'évaluation des effets écologiques pour la modélisation stochastique des déversements de pétrole	Une description des méthodes utilisées pour l'évaluation stochastique des effets environnementaux de déversements hypothétiques de pétrole dans le milieu marin.
Section 5 – Évaluation des effets écologiques fondée sur la modélisation stochastique des déversements de pétrole	Évaluations, fondées sur la modélisation stochastique 2D de déversements de pétrole, des effets environnementaux potentiels de déversements hypothétiques de pétrole brut de plus petite ou de plus grande envergure liés à l'exploitation du terminal maritime et au transport maritime de pétrole brut exporté du terminal maritime, incluant les effets de la saison et du type de pétrole sur le devenir et les effets du pétrole brut déversé.
Section 6 – Rétablissement après un déversement de pétrole en milieu marin	Une discussion sur la probabilité et la durée de processus de rétablissement de ressources écologiques à la suite d'un déversement hypothétique de pétrole brut dans la baie de Fundy et le golfe du Maine.
Section 7 – Références	Une liste des références citées dans le rapport de l'ÉRSHE.
Annexes A, B et C	Annexes fournissant de l'information technique de soutien, des données et un résumé des intrants dans l'ÉRSHE.

2 ZONE D'ÉTUDE

2.1 Aperçu des activités au terminal maritime Canaport et de l'augmentation du trafic maritime

Le terminal maritime proposé Canaport Énergie Est sera situé sur la côte ouest de la baie de Fundy, au sud-est de la ville de Saint John et au sud-ouest de la pointe Mispec, au Nouveau-Brunswick. Le terminal maritime relèvera de la compétence du Port de Saint John. Il est proposé que le terminal maritime soit situé à proximité immédiate des installations maritimes existantes de Canaport à Saint John : un point d'amarrage unique (SBM) utilisable par l'installation Irving Canaport et le terminal Canaport LNG (figure 2-1).

Le terminal maritime comportera des jetées sur chevalets et des ducs d'albe d'amarrage pour deux postes de mouillage qui peuvent accueillir des pétroliers de taille Aframax et Suezmax (poste 2), ainsi que les très gros transporteurs de brut (TGTB) (poste 1), d'une capacité allant de 113 300 à 348 000 m³ (710 000 à 2,2 millions de barils). Les deux postes de mouillage seront construits en même temps. Le pétrole sera pompé depuis la rive et sera acheminé sur une jetée sur chevalets d'environ 645 m de longueur. Les postes de mouillage 1 et 2 seront reliés à l'aide d'une jetée sur chevalets d'environ 380 m de longueur.

On s'attend à ce que le terminal maritime reçoive environ 281 escales par année pour l'expédition de produits pétroliers bruts en provenance de l'Ouest canadien. Aux fins de l'évaluation des risques pour la santé humaine et l'environnement (ÉRSHE), la répartition présumée des pétroliers est 70 Aframax, 175 Suezmax et 36 TGTB par année.

Pour qu'un pétrolier construit avant le 6 juillet 1993 puisse évoluer en eaux canadiennes, le Canada exige qu'il soit doté d'une double coque. Une étude réalisée par le Centre national de recherches du Canada (CNRC) a également révélé que les pétroliers à double coque réduisent le volume des déversements provenant de pétroliers comparativement aux volumes provenant de pétroliers à coque simple (CNRC, 1998). Seuls les pétroliers à double coque seront autorisés à faire escale au terminal maritime Canaport Énergie Est.

Transports Canada préside le processus d'examen technique des terminaux maritimes et des sites de transbordement (TERMPOL), une initiative du gouvernement fédéral qui évalue la sécurité et les risques associés aux déplacements des navires à destination et en provenance des terminaux maritimes au Canada. Ce processus d'examen remonte à la fin des années 1970 lorsqu'un comité interministériel qui examinait les problèmes de pollution marine a cerné la nécessité de trouver une façon précise et fiable de mesurer les risques pour la navigation associés à l'emplacement et l'exploitation de terminaux maritimes.

TERMPOL est un processus d'examen volontaire et exhaustif que pourraient exiger les promoteurs de la construction et de l'exploitation d'un système de terminal maritime pour la manutention en vrac du pétrole, des produits chimiques et des gaz liquéfiés. L'examen TERMPOL est dirigé par Transports Canada et peut faire intervenir d'autres ministères fédéraux et représentants des intervenants, au besoin. L'examen pourrait tenir compte de mesures de sécurité au-delà de celles qui sont déjà prévues dans les règlements existants pour régler une situation propre à un site.

Énergie Est a entrepris un processus d'examen TERMPOL pour le terminal maritime Canaport Énergie Est.

2.1.1 Navigation des navires dans les limites du port

Les limites du port de Saint John (c.-à-d., les limites prévues par un règlement) vont jusque dans la baie de Fundy, depuis l'île Partridge vers l'ouest jusqu'au havre Musquash, et au sud jusqu'au cap Spencer. Le havre comprend le système de bouée d'amarrage à point unique (SBM) de l'installation Irving Canaport et le terminal Canaport LNG. Les zones d'embarquement des pilotes et les zones de mouillage désignées du port de Saint John se trouvent également à l'intérieur des limites du port extérieur, comme l'indique la figure 2-1 (Administration portuaire de Saint John, 2015).

Conformément à la *Loi sur le pilotage*, le port de Saint John est une zone de pilotage obligatoire gérée par l'Administration de pilotage de l'Atlantique. Le pilotage est le processus visant à diriger et contrôler le déplacement d'un navire sur les eaux près du littoral et les eaux littorales qui ne sont pas familières au capitaine du navire.

Même s'il y a trois zones de mouillage près du terminal maritime (zones de mouillage A, B et D), les pétroliers qui arrivent au terminal maritime utiliseront uniquement les zones de mouillage B et D.

Dans le cas des pétroliers dont la taille correspond à la plage de conception pour le terminal maritime, il est pratique courante d'utiliser de deux à quatre remorqueurs pour le virage et l'accostage d'un pétrolier lesté, et pour les manœuvres de départ d'un pétrolier chargé. Les besoins en remorqueurs pour le terminal maritime seront examinés au moyen du processus d'examen TERMPOL.

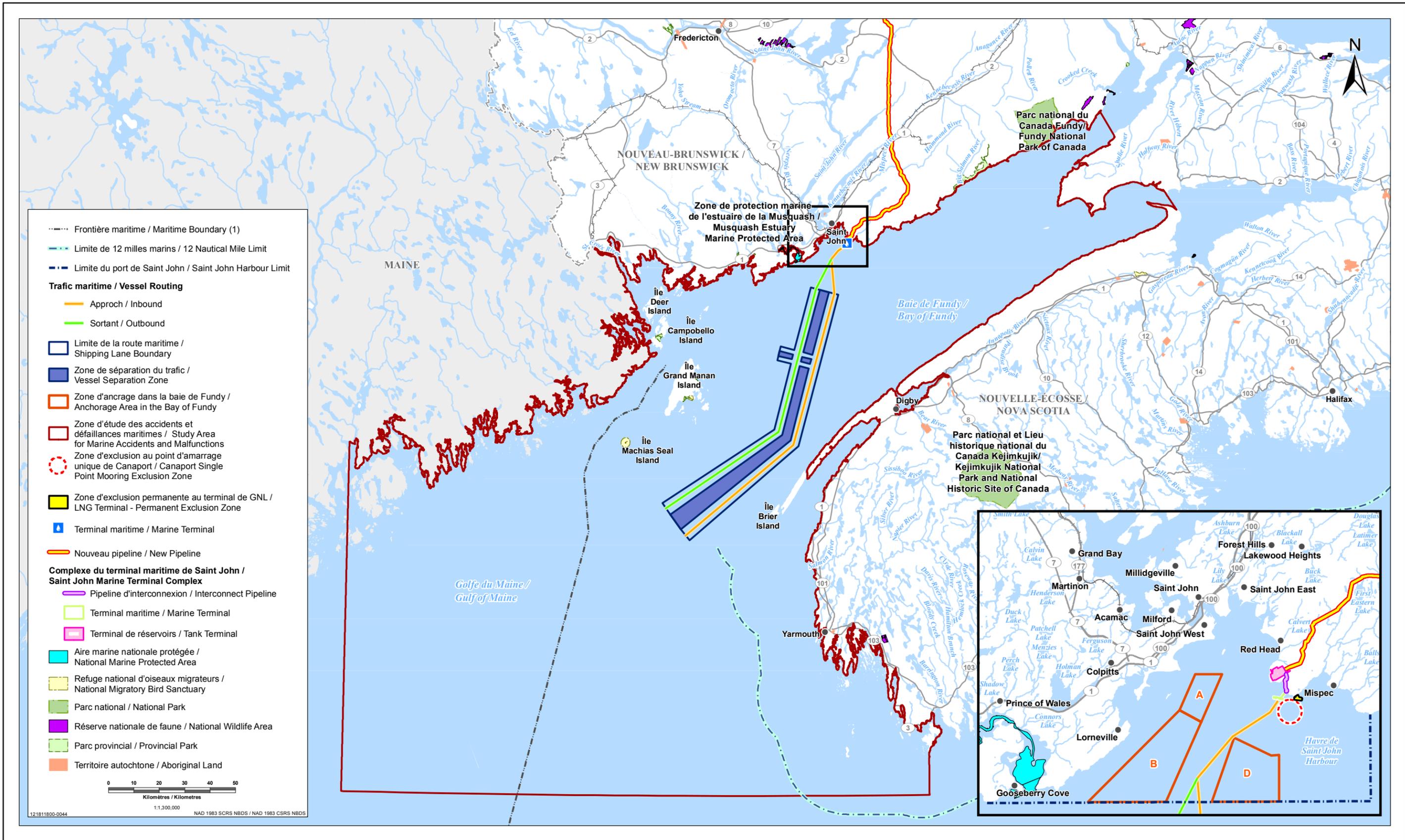
Les pratiques et procédures en vigueur au port de Saint John exigent que tous les navires qui pénètrent pour la première fois dans la zone relevant de la compétence du port utilisent les services de un ou de plusieurs remorqueurs. Une analyse préliminaire indique que le premier remorqueur rejoindra un pétrolier à l'approche avant qu'il ne croise la route du traversier Saint John-Digby (figure 2-1), à moins qu'il y ait des navires au mouillage. Le cas échéant, le premier remorqueur rejoindra le pétrolier à la station d'embarquement des pilotes. D'autres remorqueurs rejoindront le pétrolier alors qu'il entame son approche finale vers le terminal maritime et pour l'aider dans le bassin d'évitage. Pour les navires au départ, l'utilisation des remorqueurs est inversée. Les remorqueurs seront libérés par le pilote en fonction des conditions de navigation.

2.1.2 Navigation des navires dans la baie de Fundy

Le trafic dans la baie de Fundy est surveillé par les Services de communication et de trafic maritimes (SCTM) de la Garde côtière canadienne. Dans la baie de Fundy, il y a deux voies de circulation établies — une pour les arrivées dans la baie et une pour les départs (figure 2-1).

Les navires à l'arrivée sont tenus d'utiliser le chenal sud-est, et les navires au départ utilisent le chenal nord-ouest, conformément au dispositif de séparation du trafic. La profondeur de l'eau dans tout le dispositif de séparation du trafic est uniforme jusqu'à la zone côtière à l'est de Saint John. Le contour de 30 m au zéro des cartes se situe à environ 1 km au large à proximité du terminal maritime. Étant donné le tirant d'eau relativement profond et le large corridor de navigation de la baie de Fundy, conjugués au dispositif de séparation du trafic et aux services de pilotage pour les grands navires, les dangers bathymétriques pour la navigation sont minimes (DNV GL, 2015). Les eaux de la baie de Fundy ne gèlent pas de sorte que la glace de mer n'est pas un facteur à prendre en compte.

Les navires qui se rendent au terminal maritime devront suivre le réseau établi d'aides à la navigation dans la baie de Fundy, inscrit sur les cartes de navigation et les cartes nautiques, *Livres des feux, des bouées et des signaux de brume* – côte atlantique (Garde côtière canadienne, 2015a) et *Aides radio à la navigation maritime* (Garde côtière canadienne, 2015b).



--- Frontière maritime / Maritime Boundary (1)

--- Limite de 12 milles marins / 12 Nautical Mile Limit

--- Limite du port de Saint John / Saint John Harbour Limit

Trafic maritime / Vessel Routing

Approch / Inbound

Sortant / Outbound

Limite de la route maritime / Shipping Lane Boundary

Zone de séparation du trafic / Vessel Separation Zone

Zone d'ancrage dans la baie de Fundy / Anchorage Area in the Bay of Fundy

Zone d'étude des accidents et défaillances maritimes / Study Area for Marine Accidents and Malfunctions

Zone d'exclusion au point d'amarrage unique de Canaport / Canaport Single Point Mooring Exclusion Zone

Zone d'exclusion permanente au terminal de GNL / LNG Terminal - Permanent Exclusion Zone

Terminal maritime / Marine Terminal

Nouveau pipeline / New Pipeline

Complexe du terminal maritime de Saint John / Saint John Marine Terminal Complex

Pipeline d'interconnexion / Interconnect Pipeline

Terminal maritime / Marine Terminal

Terminal de réservoirs / Tank Terminal

Aire marine nationale protégée / National Marine Protected Area

Refuge national d'oiseaux migrateurs / National Migratory Bird Sanctuary

Parc national / National Park

Réserve nationale de faune / National Wildlife Area

Parc provincial / Provincial Park

Territoire autochtone / Aboriginal Land

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

PROJET OLÉODUC ÉNERGIE EST / ENERGY EAST PIPELINE PROJECT

Zone d'étude de l'évaluation des risques écologiques et à la santé humaine et caractéristiques de navigation des navires / Ecological and Human Health Risk Assessment Study Area and Vessel Navigation Features

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

FIGURE NO / FIGURE NO:
2-1

Dernières modifications : 25/11/2015 par : korzakka / Last Modified: 25/11/2015 By: korzakka

2.1.3 Aperçu des activités au terminal maritime Canaport Énergie Est

À leur arrivée au terminal maritime, les pétroliers sont pris en charge par un pilote qui a l'expérience du pilotage des pétroliers dans les conditions locales. Tous les pétroliers seront aidés par des remorqueurs. Seul le personnel qualifié qui a des rôles et responsabilités bien définis participera à l'accostage.

On adoptera des exigences opérationnelles qui permettront aux pétroliers de s'amarrer ou de transférer des produits uniquement lorsque certaines conditions environnementales sont respectées. Si ces paramètres ne sont pas respectés, l'exploitant du poste de mouillage mettra fin aux activités, exigera que le pétrolier quitte son poste de mouillage et aille se mettre à l'ancre, ou il ne permettra pas à un pétrolier de s'approcher du poste de mouillage, mais lui demandera d'aller jeter l'ancre.

Le terminal maritime sera surveillé et exploité par un personnel qualifié et il sera muni de systèmes intégrés d'automatisation et de détection des fuites. Les données relatives aux opérations de chargements portuaires et aux systèmes de récupération de vapeur seront recueillies et évaluées localement, au terminal maritime, et à distance par le centre de contrôle des opérations de TransCanada afin d'assurer des opérations sécuritaires et fiables.

Un système de communication radio continue en trois points sera en place pour appuyer les opérations de chargements portuaires entre le pétrolier, une personne responsable qualifiée au terminal maritime et le centre de contrôle des opérations. Au terminal maritime, advenant la détection d'une fuite, les exploitants activeront l'interruption d'urgence. Le terminal maritime sera doté en personnel en tout temps.

Dès qu'un pétrolier sera amarré en toute sécurité au poste de mouillage, l'exploitant procédera à une réunion de sécurité clé avec la personne responsable à bord du navire, conformément aux lignes directrices relatives aux pétroliers et aux transporteurs de produits chimiques (ISGOTT, 2006). Le rôle de chaque personne dans le processus de chargement du pétrolier sera passé en revue et accepté par tous les intervenants avant le chargement de façon à assurer un chargement sécuritaire.

Un membre d'équipage qualifié reliera les bras de chargement du terminal maritime au collecteur du navire. Les bras de chargement sont à commande hydraulique de façon à assurer une procédure de branchement et débranchement rapide. Pendant le chargement, le centre de contrôle des opérations, le personnel local du terminal maritime et l'équipage du pétrolier surveilleront les débits et les pressions et valideront les quantités transférées (un système de vérification est en place).

Advenant une situation anormale (p. ex. perte de communication, perte de confinement ou autres problèmes de sécurité constatés pendant le chargement), le personnel du terminal maritime et du pétrolier coupera le débit de pétrole à l'aide de l'interruption d'urgence et prendra les mesures immédiates pour atténuer le problème.

Outre les procédures et installations mentionnées, il y aura d'autres contrôles techniques et systèmes conçus pour faciliter un transfert sécuritaire du produit, y compris ce qui suit :

- surveillance vidéo du pétrolier et du terminal maritime pour aider l'exploitant du poste de mouillage et d'autres membres du personnel du terminal maritime à surveiller les conditions de chargement

- interruption d'urgence actionnée à distance afin de permettre au personnel du poste de mouillage ou dans la zone intertidale, ou encore au centre de contrôle des opérations d'amorcer une interruption du chargement afin de couper le débit de pétrole advenant un incident
- des alarmes de « dépassement de course » du bras de chargement qui s'activeront (et au besoin amorceront une interruption automatique) advenant que les bras de chargement dépassent leurs limites normales en raison de vents ou de courants trop forts ou des effets du passage d'un navire sur le pétrolier au poste de mouillage. Cela permettra au personnel du terminal maritime de mettre fin au chargement et d'isoler le système de chargement avant que les bras de chargement soient étirés au-delà de leur « limite sécuritaire ».
- capteurs de ligne de charge au poste de mouillage avec capacité d'alarme afin d'avertir le personnel du terminal maritime lorsque les lignes d'amarre sont chargées au-delà de leur limite sécuritaire. Cela aidera à prévenir ou atténuer les défaillances du système d'amarre en permettant aux exploitants du terminal maritime de prendre des mesures correctives dès qu'une alarme retentit.

Un plan de confinement et d'intervention en cas de déversement sera élaboré avant la mise en service du terminal maritime, conformément aux exigences de la réglementation sur les installations de manutention d'hydrocarbures en application de la *Loi de 2001 sur la marine marchande du Canada*. Le port de Saint John a des procédures et des plans d'intervention en cas de déversement et les procédures de confinement et d'intervention en cas de déversement pour le terminal maritime feront référence et se rapporteront à ces plans en vigueur.

L'exploitant du terminal maritime conclura une entente avec Atlantic Emergency Response Team (ALERT) inc., l'organisme d'intervention agréé pour le port de Saint John. L'équipement et un navire d'intervention en cas de déversement se trouveront sur la plateforme auxiliaire, immédiatement derrière la plateforme de chargement du poste de mouillage 1. Le terminal maritime disposera d'une capacité d'intervention à l'égard des 50 premières tonnes, conformément aux dispositions de la *Loi de 2001 sur la marine marchande du Canada*, après quoi il activera l'intervention d'ALERT.

Dans le cas des pétroliers en transit à destination ou en provenance du terminal maritime, les exploitants ou les propriétaires des pétroliers sont les seuls responsables et imputables des situations d'intervention d'urgence associées à leurs pétroliers respectifs, conformément aux dispositions de la *Loi de 2001 sur la marine marchande du Canada*. On s'attend aussi à ce que l'intervention d'urgence associée à ces incidents éventuels liés aux pétroliers soit entreprise par l'organisme d'intervention agréé approprié qui a compétence sur le lieu de l'incident.

2.2 Limites spatiales

Les limites spatiales pour l'ÉRSHE associées à l'évaluation stochastique des déversements de pétrole en milieu marin (c.-à-d., la zone d'étude pour les accidents et défaillances en milieu marin [ZEADM]) comprennent ce qui suit :

- le terminal maritime, et les rives et les eaux de la baie de Fundy à partir du niveau de pleine mer supérieure, depuis l'embouchure des sous-bassins intérieurs de la baie de Fundy (c.-à-d., baie Chignecto et chenal Minas) le long des côtes du Nouveau-Brunswick et de la Nouvelle-Écosse jusqu'aux limites des eaux territoriales canadiennes. La ZEADM comprend également le port de Saint John jusqu'aux Chutes réversibles. En outre, même si elles se trouvent au-delà des limites des eaux territoriales canadiennes, des parties du littoral des États-Unis jusqu'à l'île Mount Desert, au Maine, sont prises en considération de même qu'une partie des eaux du golfe du Maine (figure 2-1).

2.3 Occupation humaine

2.3.1 Utilisation des terres

La ZEADM est délimitée par deux provinces canadiennes, le Nouveau-Brunswick et la Nouvelle-Écosse, et un État américain, le Maine, qui ont une population combinée d'environ trois millions. Le nombre de personnes vivant à proximité immédiate de la baie de Fundy est cependant beaucoup plus faible. La ZEADM compte une ville de taille moyenne (Saint John, au Nouveau-Brunswick, population : 70 063 [Statistique Canada, 2011]) près de ses rives. En plus de la ville de Saint John, un certain nombre de villages, villes et aménagements côtiers de plus petite importance, y compris des chalets et des résidences rurales habitées à longueur d'année, sont limitrophes à la ZEADM, bien que peu d'entre eux comptent une population permanente de plus de 1 000 personnes. La figure 2-2 présente de l'information sur les centres de population entourant la baie de Fundy. Saint John est une plaque tournante importante du commerce du pétrole canadien et c'est là qu'on retrouve la raffinerie d'Irving Oil. Irving Oil compte un terminal pétrolier (Irving Canaport SBM) qui est situé à Canaport et qui est contigu au site du terminal maritime proposé Canaport Énergie Est. Au nord-est du terminal maritime proposé Canaport Énergie Est se trouve le terminal Canaport LNG. Un éventail d'autres produits, notamment des produits pétroliers raffinés (provenant de l'installation de chargement de la raffinerie d'Irving Oil dans le port intérieur), de la potasse, du sel, du métal recyclable et le chargement en vrac, sont régulièrement manutentionnés par le port de Saint John (Administration portuaire de Saint John, 2011).

Le terminal maritime sera situé dans une zone industrielle à l'est de Saint John, juste à côté de l'installation Irving Canaport existante. La couverture terrestre côtière dans les aires aménagées est principalement boisée. Il n'y a aucune zone agricole ni propriété résidentielle dans les environs immédiats, bien qu'il y ait quelques résidences sur les terrains au nord et à l'est de la zone, le long de la route Red Head et de la route Anthonys Cove. Des rapports sur la zone laissent entendre qu'il est probable que des activités comme la randonnée pédestre, l'ornithologie et le ski de fond surviennent occasionnellement dans les environs. La plage Mispec ainsi que plusieurs autres plages plus petites, de

même que des ensembles résidentiels se trouvent à l'est, entre Mispéc et cap Spencer. La rivière Mispéc entre dans la baie de Fundy au nord de la plage Mispéc. Le parc de la plage Mispéc comprend ce qui suit :

- une plage;
- des sentiers de marche et de randonnée pédestre;
- des belvédères d'observation;
- un terrain de jeux;
- un terrain de sport;
- des aires de pique-nique.

Le parc est principalement utilisé en été.

Au nord de Mispéc Point, on trouve Black Point et Red Head, y compris la communauté de Harbourview. La raffinerie d'Irving Oil, l'extrémité sud de Saint John et l'extrémité ouest de Saint John sont à quelques 8 km au nord-nord-ouest, respectivement, de l'endroit proposé pour le terminal maritime.

Quelques îles de la baie de Fundy ne sont pas habitées et contribuent à l'habitat marin côtier. Il y a notamment l'île Grand Manan, la plus connue, l'île Campobello et l'île Deer au Nouveau-Brunswick, l'île Long et l'île Brier au large de la péninsule de Digby, en Nouvelle-Écosse, ainsi que de nombreuses autres îles plus petites au Canada et quelques îles le long de la côte du Maine.

La baie de Fundy est une destination touristique prisée en raison de ses marées exceptionnelles, de ses communautés côtières ainsi que de sa faune et de ses poissons marins. Le secteur des croisières et le transport des marchandises se côtoient, ce qui se solde par le passage tous les ans de plus de 200 000 croisiéristes par le port de Saint John (Administration portuaire de Saint John, 2011).

2.3.2 Utilisation traditionnelle des terres et des ressources

Énergie Est a entrepris des études sur l'utilisation traditionnelle des terres et des ressources (UTTR) dans l'ensemble du projet. Les résultats de l'UTTR seront remis en tant que rapport distinct au premier trimestre et au troisième trimestre de 2016. Les renseignements qui seront recueillis seront comparés aux conclusions de l'évaluation environnementale et socioéconomique (ÉES) et, s'il y a lieu, d'autres mesures d'atténuation seront intégrées aux plans de protection de l'environnement d'Énergie Est pour régler les problèmes soulevés par les études sur l'UTTR.

Les types d'activités et de sites généralement cités dans d'autres études liées à l'UTTR ont été classés en quatre grandes catégories :

- récolte (chasse, piégeage, pêche, ramassage de plantes, et espèces et sites correspondants);
- déplacement (sentiers, chemins, cours d'eau et points de repère);

- habitation (abris, campements et lieux de rencontre et de rassemblement);
- sites culturels et spirituels (lieux de sépulture et sites sacrés ou archéologiques).

Dans le cadre des activités d'engagement du projet menées au Nouveau-Brunswick et en Nouvelle-Écosse, des groupes autochtones ont soulevé les questions suivantes relativement aux effets du projet sur l'UTTR, y compris les effets possibles :

- sur la pêche commerciale et la pêche autochtone dans la baie de Fundy
- sur l'exploitation traditionnelle
- sur le terminal maritime, sur les activités culturelles et l'entreprise commerciale
- sur la pêche à des fins alimentaires, sociales et rituelles
- sur le poisson et son habitat
- sur les espèces en péril, les espèces envahissantes, les mammifères et les oiseaux marins
- de la contamination par le pétrole et le gaz

Parce que les études sur l'UTTR ne sont pas terminées pour le projet, les espèces d'importance pour les groupes autochtones relativement à l'utilisation traditionnelle des terres et des ressources ont été déterminées en fonction de la documentation existante et antérieure au sein de la ZEADM (tableau 2-1).

Tableau 2-1 Espèces d'importance autochtone dans la ZEADM

Espèces			Source
Poissons et biote marin	Mammifères et oiseaux	Végétation	
Anguille, bar d'Amérique, morue, saumon atlantique, esturgeon noir	Aucune recensée	Aucune recensée	Pêches et Océans Canada (MPO, 2011a)
Homard, pétoncle, oursin, thon, espadon, crabe commun, crabe nordique, et divers poissons à nageoires	Aucune recensée	Aucune recensée	Jacques Whitford Limited (2009)
Homard, crabe, pétoncle, poisson de fond et autres pêches	Aucune recensée	Aucune recensée	Pêches et Océans Canada (MPO, 2007)
Hareng, y compris le hareng juvénile vendu en tant que sardines Saumon de l'Atlantique	Aucune recensée	Aucune recensée	Pêches et Océans Canada (MPO, 2007)
Homard, maquereau, limande à queue jaune et flétan de l'Atlantique, aiglefin, hareng, perche, bigorneau, truite, morue, mye et moule Achigan, anguille, gaspareau, goberge, saumon atlantique, pétoncle, alose, et éperlan	Rat musqué, loutre, marsouin Cerf, lapin, perdrix	Fraise, bleuet, pomme, main-de-mer palmée Cerise de Virginie, coptide du Groenland, frêne, glycérie, épinette, et framboise	Membertou Geomatics Consultants (2009)
Homard, maquereau, aiglefin, mye, morue, palourde américaine, pétoncle, achigan, chien de mer, anguille, goberge, éperlan, flétan, bigorneau, crabe et esturgeon Achigan (y compris le bar d'Amérique), saumon atlantique, limande à queue jaune, crabe, moule, alose, et crevette	Marsouin, cerf, faisan, perdrix, phoque, lapin, « oiseaux », orignal, ours, castor, caribou, coyote, canard, renard, vison, porc-épic d'Amérique	Aucune recensée	Membertou Geomatics Consultants (2012)

Tableau 2-1 Espèces d'importance autochtone dans la ZEADM

Espèces			Source
Poissons et biote marin	Mammifères et oiseaux	Végétation	
Saumon atlantique, alose, gaspareau, truite	Balbuzard pêcheur, épervier, papillon, orignal, cerf, ours, faisan, martre d'Amérique, salamandre, Pic laboureur, pékan, porc-épic d'Amérique	Érable à sucre, tsuga, bouleau jaune, glycérie, épinette, impatiente, arisème petit-prêcheur, médéole de Virginie, pin-cushion moss, frêne, orme, érable, pin, épinette et cèdre, noyer cendré, sureau, sanguinaire du Canada, asaret coudé, coptide du Groenland, racine sucrée, oxalidacées, iris versicolore, vioerne trilobée, vioerne à feuilles d'aulne, aulne, cerise de Virginie, frêne noir d'Amérique, pin blanc, bleuet sauvage, saule Marsault, amélanchier, crosse de fougère	Conseil de la conservation du Nouveau-Brunswick (2009)

2.4 Utilisation des ressources marines commerciales

L'utilisation de ressources marines commerciales dans la ZEADM se fait principalement par la pêche commerciale, l'aquaculture et le tourisme.

2.4.1 Pêche commerciale

La pêche commerciale dans la ZEADM est bien établie et de nombreuses espèces de poissons à nageoires et de mollusques et crustacés sont récoltées, notamment :

- hareng (*Clupea harengus*)
- homard (*Homarus americanus*)
- pétoncle géant (*Placopecten magellanicus*)
- oursin vert (*Strongylocentrotus droebachiensis*)
- concombre de mer du Nord (*Cucumaria frondosa*)
- mye (diverses espèces)
- crabe (diverses espèces)
- gaspareau [comprend alose (*Alosa pseudoharengus*) et alose d'été (*Alosa aestivalis*)]
- flétan de l'Atlantique (*Hippoglossus hippoglossus*)
- anguille d'Amérique (*Anguilla rostrata*)
- poisson plat (diverses limandes à queue jaune et plies)

De nombreuses plantes marines (p. ex., fucus, *Ascophyllum nodosum*, *Fucus* spp.; main-de-mer palmée, *Palmaria palmata*) sont récoltées commercialement. Sur le plan de la valeur pécuniaire, le homard, le hareng et le pétoncle géant dominant la pêche (MPO, 2015). Toutefois, d'autres poissons à nageoires et invertébrés, notamment l'oursin vert, la mye et le concombre de mer du Nord, ainsi que des plantes marines contribuent à la valeur globale de la récolte commerciale dans la ZEADM. Quelques Premières nations participent activement à la pêche commerciale de la région. D'autres renseignements sur la pêche commerciale dans la ZEADM sont présentés dans le volume 4, section 4 (occupation humaine et exploitation des ressources) de l'ÉES.

2.4.2 Aquaculture

Il y a une importante industrie d'aquaculture dans la ZEADM; elle se concentre principalement dans la région de Blacks Harbour/baie Passamaquoddy/île Grand Manan et dans les eaux côtières du Maine. Parmi les principales espèces élevées, mentionnons le saumon atlantique (*Salmo salar*), la moule bleue (*Mytilus edulis*) et l'huître américaine (*Crassostrea virginica*), en plus d'une certaine production de pétoncles géants et de plantes marines. Cette industrie est exploitée dans les eaux côtières de surface.

2.4.3 Tourisme

La ZEADM soutient une industrie touristique prisée qui se concentre principalement sur l'environnement marin unique de la région. Parmi les activités courantes de l'industrie, mentionnons les visites guidées pour l'observation des mammifères et oiseaux marins; la pêche récréative guidée; la visite de points d'intérêt côtiers, le camping et la randonnée pédestre; la navigation de plaisance et le kayak.

2.5 Cadre physique

L'environnement physique marin pris en considération pour la présente ÉRSHE s'étend de baie et du bassin Minas dans l'intérieur de la baie de Fundy jusqu'aux eaux du golfe du Maine du côté extérieur de la baie de Fundy. Une orientation de l'ONÉ (lettre du 27 juin 2014) indiquait que la demande doit tenir compte des effets potentiels de la navigation maritime dans les eaux intérieures du Canada, jusqu'à la limite de 12 milles marins de la mer territoriale. Ces limites sont illustrées à la figure 2-1.

2.5.1 Qualité actuelle de l'eau et des sédiments

Les processus océanographiques, les apports d'eau fraîche et les activités anthropiques peuvent influencer sur la qualité des sédiments et de l'eau de mer. L'océanographie de la ZEDAM est interreliée avec l'ensemble du golfe du Maine, la plateforme néo-écossaise et l'Atlantique Nord-Ouest. Elle se caractérise par un important régime tidal semi-diurne comprenant une amplitude de marée minimale d'environ 6 m à l'embouchure et une amplitude maximale d'environ 16 m dans la partie supérieure de la baie Chignecto. La baie de Fundy reçoit des apports d'eau fraîche de nombreuses rivières et de nombreux cours d'eau, le plus important étant la rivière Saint-Jean (Wells, 2003). Les contaminants, qui vont de sédiments en suspension et d'oligoéléments en passant par les éléments nutritifs, les pesticides, les hydrocarbures et les polluants organiques persistants qui ont le potentiel de dégrader la qualité de l'eau et des sédiments, proviennent en grande partie d'activités terrestres ponctuelles et d'apports de sources non ponctuelles découlant d'activités anthropiques.

On ne dispose d'aucune donnée sur la qualité de l'eau et des sédiments pour la ZEADM qui permettraient une analyse systématique des tendances spatiales ou temporelles. Les données disponibles sont sporadiques au plan géographique, ont un certain âge et découlent de diverses méthodes et de paramètres focaux. Toutefois, on dispose de renseignements sur les concentrations de contaminants dans l'eau, les sédiments et les indicateurs de biote pour certaines zones côtières de la baie de Fundy (Loring *et al.*, 1996, 1998; Chou *et al.*, 2003, 2004; MPO, 2005; Jacques Whitford, 2008; CBCL Limited, 2009). Ces études ont tendance à se concentrer sur les zones côtières où on pourrait s'attendre à des effets anthropiques, notamment le secteur industrialisé du port de Saint John (Jacques Whitford, 2008). Outre ces effets localisés, les données laissent entendre que les concentrations de contaminants dans les eaux et les sédiments de la baie de Fundy sont inférieures aux seuils qui causeraient des dommages à l'environnement.

2.5.2 Zones écologiques de la ZEADM

Cette section décrit les principales zones écologiques de la ZEADM (figure 2-2). Ces zones écologiques marines présentent des caractéristiques physiographiques, océanographiques et biologiques uniques (tableau 2-2).

Tableau 2-2 Caractéristiques des principales zones écologiques – Baie de Fundy

Zones écologiques marines	Caractéristiques physiographiques	Caractéristiques océanographiques	Caractéristiques biologiques
Baie Chignecto	Bras de mer peu profond bordé principalement par un littoral boisé, rocheux au nord-ouest, et des basses-terres boisées au sud-est. Reçoit le drainage de la rivière Petitcodiac qui comprend le Grand Moncton.	Influence extrême de la marée diurne. La circulation de surface entre le long de la côte sud-est et fait le tour de la baie, sortant le long de la côte nord-ouest.	Estuarienne avec de nombreux estrans vaseux et marais salés intertidaux qui procurent un habitat à d'importantes concentrations d'invertébrés benthiques et d'oiseaux de rivage migrateurs. La baie Chignecto est désignée zone importante pour la conservation d'oiseaux (ZICO). ¹
Bassin Minas	Bras de mer peu profond bordé par un littoral de basses-terres boisées le long de la portion intérieure et un littoral rocheux boisé le long de la portion extérieure. Étroite entrée de mer entre le chenal Minas et le bassin Minas central. Niveaux élevés de sédiments en suspension Drainage des terres agricoles principalement des rivières Shubenacadie et Cornallis.	Influence extrême de la marée diurne. La circulation de surface entre le long de la côte sud-est et fait le tour de la baie, sortant le long de la côte nord-ouest. Réseau complexe de remous en raison de l'entrée étroite.	Estuarienne avec de nombreux platins de sable, estrans vaseux et marais salés intertidaux qui procurent un habitat à d'importantes concentrations d'invertébrés benthiques et d'oiseaux de rivage migrateurs. Renferme une population isolée de pholades tronquées (<i>Barnea truncata</i> ; COSEPAC – menacée). Les estrans vaseux forment une importante halte migratoire pour plus d'un million d'oiseaux de rivage à la fin de juillet et au début d'août. ¹ Elle est particulièrement importante pour le Bécasseau semipalmé. Renferme une ZICO désignée. ¹
Fundy Main	Profonde dépression bordée d'un trait de côte rocheux, principalement boisé. Reçoit le drainage de la rivière Saint-Jean et renferme le port de Saint John (ZEADM).	Influence majeure de la marée diurne. La circulation de surface entre le long de la côte sud-est et fait le tour de la baie, sortant le long de la côte nord-ouest. Des tourbillons océaniques plus petits font également le tour de la baie de manière semblable.	Vaste habitat pélagique Comprend l'habitat protégé de la sauvagine du marais salé de l'estuaire de Musquash. Comprend les récifs de modioles (<i>Modiolus</i> sp.) au nord de Digby, en Nouvelle-Écosse, qui présentent une importante biodiversité et sont des sites importants pour les transferts d'énergie benthique-pélagique.

Tableau 2-2 Caractéristiques des principales zones écologiques – Baie de Fundy

Zones écologiques marines	Caractéristiques physiographiques	Caractéristiques océanographiques	Caractéristiques biologiques
Région de Quoddy	Bras de mer peu profond bordé par un littoral de basses-terres boisées au nord-ouest et trait de côte rocheux boisé dans la portion est de la baie et les îles Wolves à l'ouest. Activité aquacole importante	Influence majeure de la marée diurne. Modes de circulation complexes en raison des nombreuses îles et petites échancrures. Zone de remontée des eaux qui aide à soutenir une productivité élevée.	Renferme diverses caractéristiques uniques de l'habitat, une grande diversité d'espèces et des agrégations d'oiseaux de mer et de mammifères marins. Une zone de haute productivité marine pour la baie de Fundy. Cette région compte trois ZICO ¹ . Ici, plusieurs îles constituent d'importantes haltes migratoires, aires d'alimentation et d'hivernage pour diverses espèces d'oiseaux. ¹
Archipel et île Grand Manan	Trait de côte généralement rocheux et boisé le long des îles. Activité aquacole significative	Influence majeure de la marée diurne. Modes de circulation complexes en raison des îles et des courants de marée. Zones de remontée des eaux qui aident à soutenir une productivité élevée.	Renferme des agrégations de mammifères marins, d'oiseaux de mer (nidification, migration et hivernage) en raison d'abondantes ressources marines. Comprend plusieurs espèces d'intérêt pour la conservation, y compris l'habitat essentiel de la baleine noire de l'Atlantique Nord (<i>Eubalaena glacialis</i> ; LEP – en voie de disparition). L'archipel de Grand Manan est un habitat très important des oiseaux pendant toutes les saisons, et il est désigné ZICO. ¹
Île Brier/péninsule de Digby	Trait de côte rocheux principalement boisé	Les forts courants de marée entrants apportent de l'eau froide et des éléments nutritifs à la surface en raison de la remontée des eaux. Eau peu profonde dans la baie St. Mary's.	Renferme une forte concentration et diversité d'espèces de copépodes qui soutiennent les oiseaux de mer. L'île Brier est une importante aire d'alimentation des Puffins pendant la migration, ainsi que de nombreuses autres espèces à longueur d'année. Cette région est désignée une ZICO. ¹

Tableau 2-2 Caractéristiques des principales zones écologiques – Baie de Fundy

Zones écologiques marines	Caractéristiques physiographiques	Caractéristiques océanographiques	Caractéristiques biologiques
Sud-est de la Nouvelle-Écosse	Trait de côte rocheux principalement boisé; de nombreuses petites îles	Principalement sous l'influence du courant du Labrador qui fait le tour de la côte par le nord-est. Influence réduite des marées relativement à d'autres zones de la baie de Fundy.	Importante destination pour des oiseaux migrateurs. Il s'agit d'une importante aire de séjour pour les Phalaropes migrateurs à l'automne.
Côte du Maine	Trait de côte de basses-terres principalement boisé	Influence majeure de la marée diurne. Le grand nombre d'îles côtières et de petites échancrures contribue à des modes de circulation complexes. Le courant côtier est influencé par le tourbillon qui fait le tour du bassin Jordan.	Habitat semblable à Fundy Main et à la région de Quoddy, quoique pas aussi productif que la région de Quoddy.
Golfe du Maine	Habitat en pleine mer avec quelques petites îles rocheuses, exposées.	Sous l'influence du courant du Labrador qui fait le tour de la côte en provenance du nord-est et des tourbillons associés au bassin Jordan, bassin Georges et banc de Georges	Habitat marin pélagique
<p>SOURCES :</p> <p>Buzeta <i>et al.</i> (2003) Buzeta (2014) ¹ IBA Canada (2015)</p>			

Table 2-1 Villes et villages dans la Baie de Fundy ayant plus de 1 000 résidents / Cities and Towns on the Bay of Fundy Having More than 1,000 Residents

Communauté / Community	Population	Référence / Reference
Eastport, Maine	1,331	U.S. Census Bureau, 2010 / 2010 U.S. Census Bureau
Machiasport, Maine	2,221	U.S. Census Bureau, 2010 / 2010 U.S. Census Bureau*
Jonesport, Maine	1,370	U.S. Census Bureau, 2010 / 2010 U.S. Census Bureau
Milbridge, Maine	1,353	U.S. Census Bureau, 2010 / 2010 U.S. Census Bureau**
Bar Harbor, Maine	5,235	U.S. Census Bureau, 2010 / 2010 U.S. Census Bureau
Saint John, Nouveau-Brunswick / New Brunswick	70,063	Statistique Canada, 2011 / StatCan 2011
Saint Andrews, Nouveau-Brunswick / New Brunswick	1,889	Statistique Canada, 2011 / StatCan 2011
Grand Manan, Nouveau-Brunswick / New Brunswick	2,377	Statistique Canada, 2011 / StatCan 2011***
Saint Martins, Nouveau-Brunswick / New Brunswick	1,145	Statistique Canada, 2011 / StatCan 2011
Digby, Nouvelle-Écosse / Nova Scotia	2,152	Statistique Canada, 2011 / StatCan 2011
Parrsboro, Nouvelle-Écosse / Nova Scotia	1,305	Statistique Canada, 2011 / StatCan 2011
Yarmouth, Nouvelle-Écosse / Nova Scotia	6,761	Statistique Canada, 2011 / StatCan 2011

Remarques / Notes:

*Comprend les zones rurales intérieures ainsi que les zones côtières / Includes the rural inland area as well as coastal zone

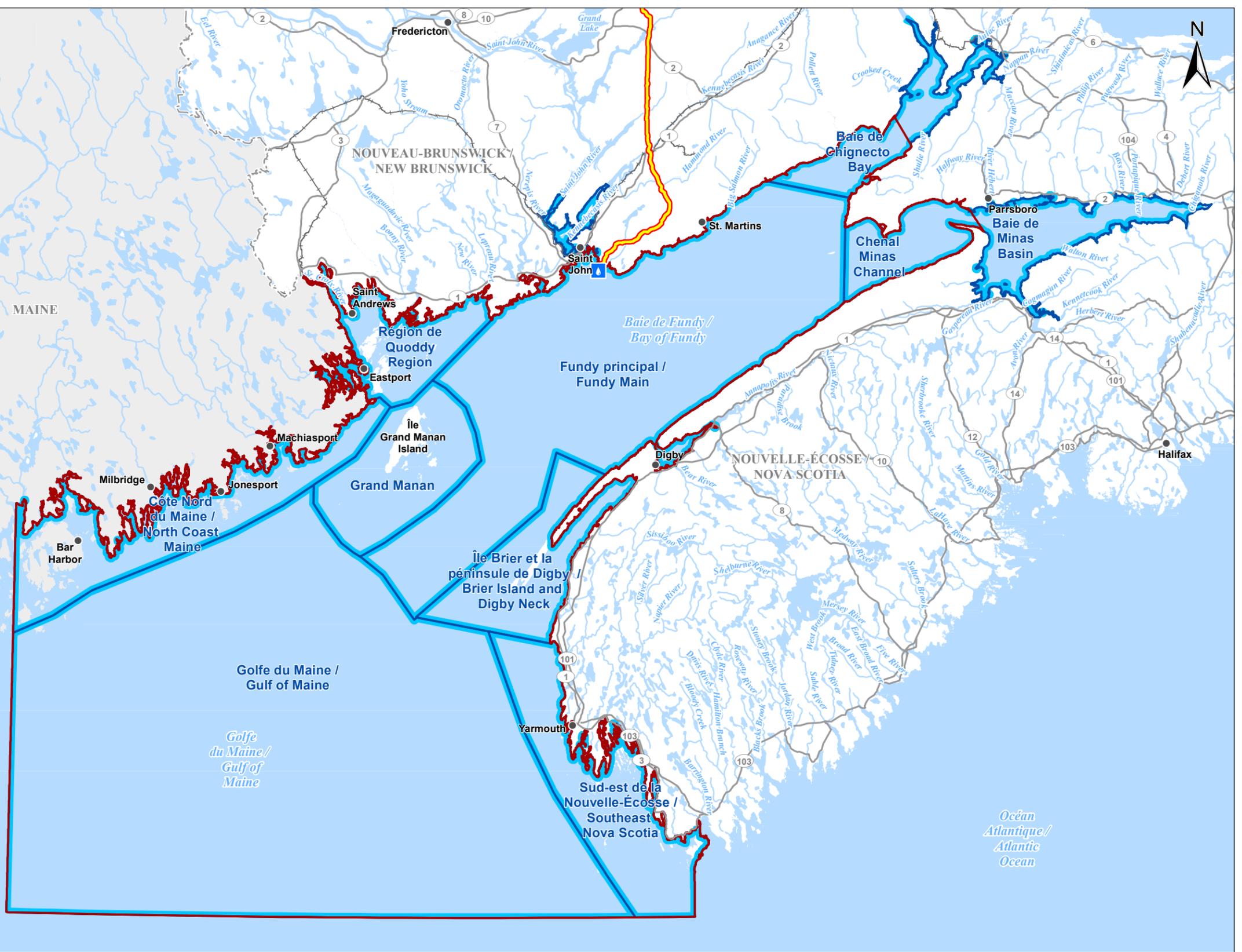
**Comprend les zones intérieures, dont la plus grande partie de la frontière est longe la côte / Includes inland area, with majority of east border on coast

***Le recensement de 2011 identifie Grand Manan comme un village et inclut l'île ainsi que les plus petites îles avoisinantes. Ne comprend pas l'île Campobello / Identified in the 2011 Census as Grand Manan Village which includes the island as well as the adjacent smaller islands; not including Campobello Island

Zone d'étude des accidents et défaillances maritimes / Study Area for Marine Accidents and Malfunctions
 Zone écologique / Ecological Area
▲ Terminal maritime / Marine Terminal
 Nouveau pipeline / New Pipeline

0 10 20 30 40 50
 Kilomètres / Kilometres
 1:1,400,000

121811800-0046 NAD 1983 SCRS NBDS / NAD 1983 CSRS NBDS



PROJET OLÉODUC ÉNERGIE EST / ENERGY EAST PIPELINE PROJECT
Zones écologiques à l'intérieur de la zone d'étude des accidents et défaillances maritimes / Ecological Areas within the Study Area for Marine Accidents and Malfunctions

Sources : Données sur le projet fournies par TransCanada Pipelines Limited. Zone d'étude régionale et zones écologiques selon Stantec. Données de base fournies par les gouvernements du Canada et du Nouveau-Brunswick / Sources: Project data provided by TransCanada Pipelines Limited. Regional Assessment Area and Ecological Areas from Stantec. Base data provided by the Governments of Canada and New Brunswick.

PRÉPARÉ PAR / PREPARED BY
 Stantec
 PRÉPARÉ POUR / PREPARED FOR
 TransCanada
 FIGURE NO. / FIGURE NO.
2-2

Dernières modifications : 25/11/2015 par : mmomasaureteg / Last Modified: 25/11/2015 By: mmomasaureteg

2.5.2.1 Habitats le long et à proximité du rivage

Le côté Maine/Nouveau-Brunswick de la ZEADM est caractérisé par une ligne de côte rocheuse où l'on retrouve de nombreuses falaises et petites îles. Cela est tout particulièrement le cas dans la portion occidentale de la ligne de côte du Maine et qui inclut l'île Mount Desert, dont la plus grande partie est protégée à titre de Acadia National Park. Le rivage rocheux et encaissé du Maine entre dans la région de Quoddy près de Lubec. La région de Quoddy comprend la baie Passamaquoddy et un grand nombre des Îles de Fundy, présentant des caractéristiques côtières semblables d'îles et de bras de mer rocheux s'étendant jusqu'à Point Lepreau. Entre Point Lepreau et Saint John, il y a moins d'îles, mais de nombreux bras de mer, dont les rivages sont principalement rocheux. L'un d'eux, havre Musquash, renferme une zone importante et vaste de marais salés. À l'est de Saint John, cap Spencer marque le début de l'intérieur de la baie de Fundy et présente un long rivage généralement droit qui s'étend jusqu'au cap Enrage. Ce rivage compte de nombreuses falaises et sections abruptes, en plus d'inclure une région très peu développée qui s'étend de St. Martins jusqu'à Alma, y compris le parc national du Canada Fundy. Le cap Enrage marque l'entrée de la partie intérieure de la baie Chignecto, qui se sépare plus loin pour devenir la baie Shepody et le bassin Cumberland. Ici, les rives ont tendance à être plus basses et il y a à la fois de vastes estrans vaseux et des concentrations de plus en plus grandes de sédiments en suspension dans l'eau.

Le rivage de la Nouvelle-Écosse commence au bassin Cumberland et s'étend au sud-ouest jusqu'au cap Chignecto, un point et promontoire exposé à la tête de la partie Fundy Main de la baie. À partir du cap Chignecto, la ligne de côte principalement abrupte et rocheuse va vers l'est jusqu'au bassin Minas, où des estrans vaseux deviennent une fois de plus généralisés et les concentrations de sédiments suspendus dans l'eau augmentent. Quittant le bassin Minas par le cap Split, le rivage s'étend ensuite au sud-ouest le long du mont Nord de la vallée de l'Annapolis, qui présente des rivages rocheux et abrupts. À Digby, un petit passage permet d'entrer dans le bassin Annapolis abrité. Si l'on s'avance plus loin vers le sud-ouest à partir de Digby, la péninsule de Digby se termine à l'île Long et à l'île Brier, qui procurent un abri à la baie Ste-Marie. À partir de la baie St. Mary's, à proximité de Yarmouth, le littoral est rocheux mais tend à s'élever moins abruptement que le long de la péninsule de Digby et du mont Nord. Au sud et à l'est de Yarmouth, le littoral reste bas de façon générale, mais devient très incisé, comptant de nombreuses petites îles basses. Le littoral de la ZEADM se termine à l'île Cape Sable, un promontoire bas et très exposé à l'extrémité sud de la Nouvelle-Écosse.

Au sud-ouest de la région de Quoddy se trouvent l'île Grand Manan, un archipel d'îles plus petites, et The Wolves, un groupe d'îles entre Grand Manan et Blacks Harbour. Même si un grand nombre des îles qui entourent Grand Manan ont une faible élévation, de façon générale Grand Manan s'incline de l'ouest vers l'est de sorte que la partie occidentale de Grand Manan est caractérisée par des falaises abruptes, tandis que la partie orientale de l'île est davantage protégée et de faible élévation. On trouve plusieurs rochers et fonds rocheux au sud et à l'ouest de Grand Manan, le plus remarquable étant l'île Machias Seal. Même si elle est de faible élévation et qu'elle fait l'objet d'un différend frontalier non résolu entre le Canada et les États-Unis, on trouve sur l'île Machias Seal un phare canadien et un important sanctuaire et site de nidification d'oiseaux de mer.

On définit la zone intertidale comme étant la zone entre la laisse de haute mer la plus élevée et le niveau moyen des plus basses eaux des marées printanières (Williams, 1993). L'habitat intertidal est fortement influencé par un éventail de facteurs physiques et biologiques, notamment le genre de substrat, la pente, l'exposition aux vagues, l'amplitude de marée, la salinité, la lumière, la température et les assemblages d'espèces (Levings *et al.*, 1983; Williams 1993; Howes *et al.*, 1997; Burd *et al.*, 2008).

La superficie intertidale totale de la baie de Fundy est d'environ 1 437 km² (Wildish et Fader, 1998). La zone intertidale comprend un éventail d'habitats : estuaires, marais salés, estrans vaseux, barres de sable, cuvettes de marée, étangs saumâtres, substrats rocheux, habitats artificiels, et plages rocheuses, boueuses ou sableuses (Buzeta *et al.*, 2003). Les habitats intertidaux sont complexes au plan structural. Trois facteurs — type de substrat, exposition et élévation — jouent des rôles importants dans la détermination des caractéristiques biologiques de l'habitat intertidal. Les zones très exposées subissent un stress en raison du mouvement physique de l'eau et de l'action des vagues. La zone intertidale supérieure enregistre des périodes d'exposition plus longues à l'air et à la dessiccation que la zone intertidale inférieure. Les attributs biologiques de la zone intertidale peuvent également être des facteurs importants pour l'habitat global. À titre d'exemple, la présence d'algues marines telles que *Fucus* spp. peut aider d'autres espèces à prospérer en leur fournissant une source de nourriture, d'ombre, de protection contre les prédateurs et une exposition réduite à la dessiccation.

Les habitats intertidaux rocheux sont nombreux sur la majeure partie du rivage de la ZEADM et ils sont caractérisés par une zonalité verticale forte depuis le niveau le plus élevé de marée jusqu'à la zone infralittorale (Thomas, 1983). On retrouve de façon générale et en grand nombre des lichens dans la partie supérieure de l'habitat rocheux intertidal, qui est habituellement exposé. Il s'agit de lichens tels *Verrucaria maura*, *Verrucaria ceuthocarpa*, *Xanthoria parietina*, *Caloplaca marina*, *Parmelia saxatilis* et *Parmelia sulcata* (Thomas, 1994). La laisse de haute mer est souvent marquée par une étroite bande de *Fucus spiralis* (Thomas, 1994). La zone intertidale rocheuse intermédiaire à inférieure est reconnue pour ses tapis d'*Ascophyllum nodosum*, et dans une moindre mesure, de *Fucus vesiculosus*, des algues brunes (*Phaeophyceae*) que l'on appelle collectivement des fucus (Thomas, 1994). Seuls les milieux rocheux les plus extrêmes, non protégés, sont dépourvus d'algues fucoides. La zone intertidale abrite aussi de nombreux invertébrés sessiles et semi-mobiles, notamment les patelles (p. ex., *Acmaea testudinalis*), les pouces-pieds (*Semibalanus balanoides*, *Balanus crenatus*), les bigorneaux (p. ex., *Littorina saxatilis*) et les moules bleues (*Mytilus edulis*), de même que les échinodermes, en particulier l'oursin vert (*Strongylocentrotus droebachiensis*) (Thomas, 1994). Dans cette zone, les fucoides (fucus) sont presque toujours l'hôte d'hydrozoaires et de bryozoaires (p. ex., *Sertularia pumila*, *Flustrellidra hispida*) (Thomas, 1983). On trouve principalement dans la portion la plus basse de l'habitat rocheux intertidal, qui n'est submergé que quelques heures par jour, une ou plusieurs espèces d'algues vertes (Chlorophyta) ou rouges (Rhodophyta), y compris *Acrosiphonia arcta*, *Mastocarpus stellatus*, *Chondrus crispus* et *Palmaria palmata*.

Les cuvettes de marée sont des dépressions dans l'habitat intertidal rocheux qui contiennent de l'eau de mer (Thomas, 1983). Elles sont reconnues comme étant des microhabitats diversifiés du point de vue biologique présentant des propriétés physiochimiques distinctes qui varient selon leur position sur la rive.

Les cuvettes de marée peuvent être permanentes ou éphémères, et elles peuvent contenir de l'eau saline, saumâtre ou principalement douce. La diversité biologique des cuvettes de marée est habituellement plus élevée dans celles qui se trouvent dans la zone intertidale inférieure. Les cuvettes de marée typiques sur les rives rocheuses de la baie de Fundy soutiennent des assemblages d'algues vertes, de fucus, de lichens (p. ex., *Verrucaria* sp.), ostracodes, copépodes, turbellariés, plichètes, divers mollusques et crustacés, échinodermes (p. ex., étoiles de mer) et de petits poissons vertébrés (p. ex., sigouine de roche [*Pholis gunnellus*]).

Dans la ZEADM, les habitats de plage sont très variables, selon des facteurs comme l'exposition aux vagues, la pente et la géologie sous-jacente (Steele, 1983). Les plages abritées se composent souvent de sédiments mal triés, tandis que les particules sur les plages exposées à l'action constante des vagues sont habituellement arrondies et très bien triées. En général, l'habitat de plage sédimentaire présente seulement quelques touffes de macroalgues qui dominent les rives rocheuses (p. ex., *Fucus* sp.) en raison de la non-permanence des substrats de sable et de gravier (Steele, 1983). À la place, des diatomées et des algues plus fines, notamment *Pylaiella littoralis* et *Dictyosiphon foeniculaceus*, dominent les assemblages d'algues. Des roches plus grosses ou des rochers sur les plages peuvent abriter une épifaune comme des moules et des pouces-pieds, et peuvent soutenir un habitat humide ou ombragé en dessous, où l'on peut trouver un éventail d'organismes, notamment des hydraires, des éponges, des anémones, des plathelminthes (*Procerodes* sp.), des amphipodes (*Gammarus* sp.) et des isopodes (*Jaera* sp.), de même que des sigouines de roche, des crabes nordiques (*Cancer irroratus*), des crabes verts (*Carcinus maenas*), des bigorneaux et des nasses (*Thais lapillus*) (Steele, 1983). Pour la plupart, les plages au sable fin sont dépourvues de végétation et on y retrouve surtout des organismes fouisseurs comme la crevette grise (*Crangon septemspinus*) et les myes (p. ex., *Mya arenaria*) ainsi que les petits clypéastres, les escargots (p. ex., *Buccinum undatum*, *Lunatia* sp.) et les hérissons (Steele, 1983).

Il se forme souvent des estrans vaseux le long de la côte de la baie de Fundy au Nouveau-Brunswick, en périphérie de la baie Chignecto et du bassin Minas, ainsi que dans la partie supérieure du bassin Annapolis (Buzeta *et al.*, 2003). Par contre, les rives de la partie sud-ouest du Nouveau-Brunswick et du Maine sont principalement rocheuses et l'amplitude globale de marée est plus petite de sorte que les zones d'estrans vaseux ont tendance à être plus petites et à être situées dans des anses et des baies. La ligne de côte des zones de la péninsule de Digby et d'Annapolis est principalement rocheuse avec des socles rocheux, des petites anses et plages (de galets et de sable) devenant de plus en plus répandus à mesure que l'exposition aux vagues diminue vers le nord-est. Les estrans vaseux procurent un habitat aux myes (*Mya arenaria*) et aux « vers d'appât » (p. ex., *Glycera dibranchiata*), qui sont récoltés de façon récréative et commerciale dans toute la baie (MPO, 1997; Shepherd et Boates, 1999).

On trouve des marais salés ici et là dans toute la baie de Fundy. Les marais salés les plus importants se trouvent dans la partie supérieure de la baie Chignecto (dans les environs de Moncton, Sackville et Amherst), le bassin Minas (dans les environs de Truro, Windsor et Wolfville), et dans une moindre mesure dans le bassin Annapolis (Thomas, 1983; Buzeta *et al.*, 2003; Buzeta, 2014). On trouve également des petites zones de marais salés de St. Martins jusqu'à la rivière Ste-Croix. Le marais de Saint's Rest, près de Saint John, et l'estuaire Musquash, à l'ouest de Saint John, sont des exemples

remarquables de marais salés dans l'extérieur de la baie de Fundy. Les marais salés représentent une zone de transition très productive entre les estrans vaseux et l'environnement terrestre, et ils sont caractérisés par leur communauté végétale dense dominée par les herbes *Spartina* spp., de même que *Puccinellia*, *Distichlis*, *Juncus* et *Scirpus*, et de petites quantités d'algues intertidales communes (Thomas, 1983). La faune des marais salés communs comprend les escargots (*Hydrobia* et *Melampus*), la moule de Magellan (*Modiolus demissus*), les vers (en particulier *Nereis*), et des petits poissons comme l'épinoche (*Gasterosteus*) et les fondules (*Fundulus*).

Les estuaires peuvent également soutenir des niveaux élevés de productivité biologique, et de façon générale contiennent un éventail de types d'habitats côtiers, notamment des berges rocheuses, des plages, des marais salés et des estrans vaseux. Les herbiers sont une caractéristique commune de l'habitat estuarien abrité. La mousse de mer (*Zostera marina*) est l'espèce prédominante dans la baie de Fundy; des proportions moins grandes de ruppie (*Ruppia maritima*) se trouvent dans les parties supérieures, moins salines, des estuaires (Kenchington, 2014). La rivière Saint-Jean est le plus important cours d'eau qui se jette dans la baie de Fundy, contribuant pour 70 % de tout l'apport en eau douce. Cependant, elle ne soutient pas l'estuaire le plus remarquable. Les plus importantes zones de l'habitat estuarien se trouvent dans les portions supérieures de la baie Chignecto et du bassin Minas, où de nombreux cours d'eau contribuent à ce que l'on pourrait considérer comme d'importants réseaux estuariens. Il existe aussi des estuaires plus petits à l'embouchure de nombreuses rivières plus petites dans toute la baie de Fundy (Metcalf et al., 1976; Buzeta, 2014). L'estuaire Musquash est une aire marine protégée (AMP) relativement peu perturbée, entourée d'un important marais salé (Singh et Buzeta 2007). La rivière Ste-Croix et la rivière Annapolis soutiennent également des estuaires remarquables.

La zostère (*Zostera marina*) est une plante aquatique commune et productive qui peut former de vastes herbiers en zones intertidale et subtidale dans les estuaires et le long des côtes du Canada atlantique (MPO, 2009). La structure d'habitat qu'elle forme dans les milieux marins sublittoraux fournit également une protection contre la prédation de la part de diverses espèces d'invertébrés et de poissons, réduit les régimes de courant locaux et améliore la productivité secondaire en accroissant la complexité de l'habitat et la surface de celui-ci. Les herbiers de zostères peuvent également améliorer le milieu marin en stabilisant les sédiments, en créant une zone tampon le long des lignes de côte et en filtrant l'eau. La répartition de la zostère dans la ZEADM n'est pas très bien comprise (Hanson, comm. pers.). De façon générale, la zostère n'est pas présente dans les zones très exposées, les courants forts, les zones de haute turbidité ou les substrats rocheux. En conséquence, la répartition de la zostère dans la baie de Fundy serait limitée en grande partie à l'extérieur de la baie, en particulier les milieux estuariens abrités comme l'estuaire Musquash (Hanson, 2004).

2.5.2.2 Habitat sublittoral peu profond

L'habitat sublittoral est fortement influencé par les caractéristiques physiques du lit marin, notamment la topographie, la rugosité, le type et la répartition des sédiments, la taille et la forme des grains, la microrépartition, la composition rocheuse et l'épaisseur des sédiments (Levings et al., 1983; Fader et al., 1998; Todd et Kostylev, 2010). Des facteurs océanographiques comme la saturation en oxygène, la

salinité ou la stratification de l'eau et la pénétration de la lumière influent également sur l'habitat sublittoral dans la baie de Fundy. Ici, on définit l'habitat sublittoral peu profond comme étant un habitat près du fond où la lumière peut pénétrer de sorte que l'activité photosynthétique peut se produire et les plantes marines peuvent se développer. À remarquer que cette définition est limitée par l'occurrence de très hauts niveaux de sédiments en suspension dans certaines parties de la baie de Fundy, ce qui peut limiter la croissance de plantes marines, même en eau peu profonde. Les sédiments sublittoraux peu profonds ont également tendance à être près de la rive, l'action des vagues et les courants de marée jouant une très forte influence.

L'habitat sublittoral peu profond a tendance à soutenir une plus grande biodiversité et productivité que les habitats sublittoraux profonds dans la ZEADM, principalement en raison de la pénétration de la lumière. Des portions rocheuses de la zone de transition entre l'habitat intertidal et l'habitat sublittoral peu profond contiennent des quantités variables de fucus, d'algues rouges (p. ex., *Palmaria palmata*, *Mastocarpus stellatus*) et de kombu (p. ex., *Laminaria* sp., *Alaria esculenta*) parsemées de roc dénudé (zones stériles à oursins) créé par le pâturage des oursins de mer verts. La faune de cette zone de transition comprend les étoiles de mer (*Asterias vulgaris* et *A. forbesii*), la moule bleue (*Mytilus edulis*) et divers escargots (p. ex., *Buccinum undatum*, *Thais lapillus*, *Littorina* sp.) (Thomas, 1983).

Les habitats sublittoraux rocheux peu profonds sont habituellement incrustés d'algues coralliennes du genre *Lithothamnion*, avec des brachiopodes tels que *Terebratulina septentrionalis* dans des crevasses et la face inférieure des roches (Noble *et al.*, 1976; Thomas, 1983). Ce type d'habitat est courant dans la ZEADM, mais il est caractéristique de la plus grande partie de la région de Quoddy, de Grand Manan et des rives de l'île Brier (Buzeta *et al.*, 2003). L'autre faune abondante de la communauté dite *Terebratulina* comprend (en ordre d'abondance) chitons (*Polyplacophora*), hydriaires et anémones (*Coelenterata*), bryozoaires, gastropodes (patelles), tuniciers, annélides, décapodes et bivalves (homard, crevette, moule, crabe, et pétoncle), échinides (tels que les oursins et les petits clypeasters), pouces-pieds (*Cirripedia*), éponges (*Porifera*), autres gastropodes et autres échinodermes (Thomas, 1983). Les macroalgues telles *Laminaria* et *Palmaria* sont présentes dans les zones les moins profondes, mais elles sont généralement absentes à des profondeurs supérieures à 10 m. Les moules bleues aussi sont habituellement concentrées dans l'eau sublittorale peu profonde (Thomas, 1983).

On peut trouver dans les habitats sublittoraux sédimentaires des assemblages d'espèces semblables à ceux des habitats rocheux et du socle rocheux, même si les organismes ont tendance à se regrouper sur des gros galets et des rochers, ou à proximité (Steele, 1983; Wildish, 1983). Les clypéastres (*Echinarachnius parma*) et les oursins verts sont répandus dans les zones sublittorales, sablonneuses et peu profondes (Steele, 1983). Des herbiers peuvent s'étendre depuis la zone intertidale inférieure jusque dans les zones sublittorales peu profondes lorsque la clarté de l'eau le permet, et là où l'on retrouve des substrats meubles. Les huitres (*Crassostrea virginica*) sont peu fréquentes dans la ZEADM, dans les portions sublittorales peu profondes des substrats rocheux et sablonneux (Kenchington, 2014). Même si l'on retrouve habituellement des récifs de modioles (*Modiolus modiolus*) dans les milieux plus profonds du large, on a trouvé d'importants récifs à l'embouchure du bassin Annapolis, près de Digby (Buzeta, 2014; Wildish et Fader, 1998; Wildish *et al.*, 2009).

Plusieurs espèces d'algues des zones intertidales et sublittorales sont récoltées à des fins récréatives et commerciales dans la ZEADM. La main-de-mer palmée (*Palmaria palmata*) est récoltée en tant qu'aliment, en particulier dans l'archipel Grand Manan et la péninsule de Digby (Chopin et Ugarte, 2006). *Chondrus crispus* (mousse d'Irlande) et *Mastocarpus stellatus* sont récoltées commercialement pour en extraire le carraghénane (un polysaccharide sulfaté), que l'on utilise dans l'industrie alimentaire, pharmaceutique et cosmétique (Chopin et Ugarte, 2006). *Ascophyllum nodosum*, l'espèce de fucus dominante dans la plupart des zones intertidales rocheuses, est récoltée commercialement dans toute la ZEADM pour être utilisée dans la fabrication d'engrais naturels et d'autres produits (Chopin et Ugarte, 2006). Des espèces mélangées de kombu (p. ex., *Laminaria saccharina*) sont également récoltées commercialement dans la baie (Chopin et Ugarte, 2006; Vandermeulen, 2013).

2.5.2.3 Habitat sublittoral profond

L'habitat sublittoral profond est caractérisé par un habitat près du fond où moins de lumière peut pénétrer, ce qui limite l'activité photosynthétique. La profondeur à laquelle l'habitat sublittoral profond se produit dépend en grande partie de la turbidité de l'eau et de la période de l'année. De façon générale, l'habitat sublittoral profond est plus loin au large et subit moins l'influence des courants de marée et de l'action des vagues que les zones sublittorales peu profondes. Habituellement, l'habitat sublittoral profond présente une proportion plus grande de sédiments plus fins tels le sable et le limon, quoique des substrats durs sont également courants.

L'intensité lumineuse plus faible de l'habitat sublittoral profond limite l'abondance d'algues marines et de plantes marines. Les surfaces dures sont souvent colonisées par des brachiopodes tels que *Terebratulina septentrionalis* (Noble *et al.*, 1976; Thomas, 1983), des bryozoaires et, lorsque l'eau n'est pas trouble, des éponges. En général, les substrats meubles dans un habitat sublittoral profond contiennent des assemblages d'espèces semblables à ceux que l'on retrouve dans les zones moins profondes (c.-à-d., ptychètes, nématodes, crustacés, mollusques et poissons benthiques).

2.5.2.4 Habitat en eau libre

L'habitat en eau libre s'entend de l'habitat océanique pélagique qui n'est pas situé près de la rive ou du substrat du fond. Il subit l'influence de nombreux facteurs, notamment la profondeur, le courant, la pénétration de la lumière et la disponibilité d'éléments nutritifs, qui à leur tour agissent sur une foule d'autres facteurs environnementaux. D'un point de vue océanographique physique, l'habitat en eau libre de la ZEADM peut se diviser en trois grandes zones : le golfe du Maine, l'extérieur de la baie de Fundy et l'intérieur de la baie de Fundy. L'extérieur de la baie et l'intérieur de la baie font la transition au sein de l'aire écologique de Fundy Main. Plus particulièrement, une transition océanographique se produit entre les eaux de l'intérieur de la baie de Fundy et de l'extérieur de la baie de Fundy à une limite qui se prolonge approximativement de Point Lepreau, au Nouveau-Brunswick, à Digby, en Nouvelle-Écosse. L'extérieur de la baie, tout comme le golfe du Maine, est davantage océanique et présente un été plus froid et un hiver plus chaud, une salinité plus élevée et des courants moins rapides que l'intérieur de la baie. L'intérieur de la baie connaît des fluctuations saisonnières plus extrêmes pour ce qui est de la

température de l'eau, une salinité moins élevée, des courants plus rapides et un plus grand nombre de sédiments en suspension que dans l'extérieur de la baie. Ces caractéristiques sont particulièrement prononcées dans la baie Chignecto et dans le bassin Minas.

Le gradient des conditions océanographiques à l'intérieur de la baie de Fundy donne lieu à des différences dans les communautés en eau libre que l'on retrouve dans différentes zones. Les nombreuses espèces de poisson qui habitent les eaux libres, notamment le thon, le requin, le hareng, le maquereau et diverses espèces de poisson de fond sont plus abondantes dans l'extérieur de la baie que dans l'intérieur.

L'importante remontée des eaux près de l'île Grand Manan et de l'archipel, de même qu'autour de l'île Brier à l'extrémité de la péninsule de Digby, provoque de hauts niveaux de productivité primaire d'un bout à l'autre de l'embouchure de la baie de Fundy. Cela favorise de fortes concentrations de zooplancton (p. ex. krill et copépodes) qui attirent une abondance de poissons, d'oiseaux de mer et de mammifères marins dans les eaux libres de l'extérieur de la baie de Fundy (Buzeta *et al.*, 2003). Dans la région de Quoddy, au large de la côte sud-ouest du Nouveau-Brunswick, la caractéristique océanographique dominante est l'importante marée semi-diurne, qui produit de forts courants (Smith *et al.*, 1984). La résistance topographique à ces débits de marée donne lieu à une remontée locale des eaux à petite échelle, un mélange vertical vigoureux et des convergences horizontales qui créent des concentrations locales de zooplancton. Ces concentrations attirent ensuite les prédateurs à plusieurs niveaux trophiques, du calmar aux poissons en passant par les oiseaux de mer, les phoques, les marsouins et les baleines (Smith *et al.*, 1984).

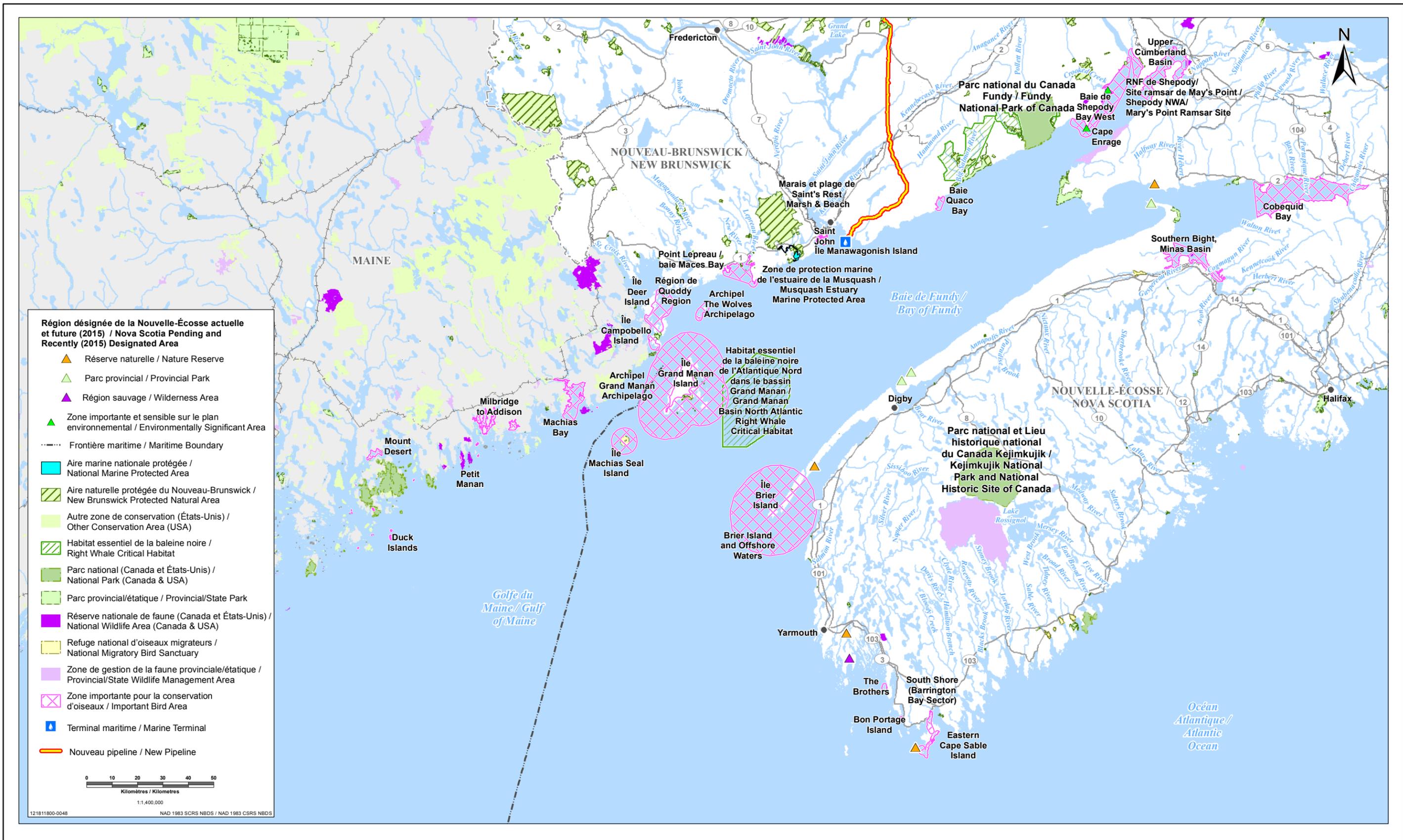
2.6 Aires désignées et réserves écologiques

Ici, on définit les aires désignées et les réserves écologiques comme étant les terres côtières, les îles et l'habitat océanique qui relèvent de la compétence du gouvernement au sein de la ZEADM et qui cherchent à préserver la faune et l'habitat faunique à des fins de conservation. Cela comprend les parcs nationaux, les parcs provinciaux et les parcs d'État, les aires marines protégées (AMP) ainsi que les habitats essentiels désignés par les provinces, l'État ou le gouvernement fédéral, les réserves ou refuges fauniques ainsi que les sanctuaires d'oiseaux (figure 2-3).

Cette section ne décrit pas d'autres aires écologiquement importantes reconnues par des organismes non gouvernementaux, notamment les propriétés assorties de servitudes de conservation appartenant à des fondations, et les zones cernées par Zones importantes pour la conservation des oiseaux au Canada. Quoi qu'il en soit, plusieurs de ces zones existent dans toute la ZEADM [p. ex., île Brier (N.-É.); baie Quaco (N.-B.)] et peuvent être ou ne pas être protégées par des lois.

2.6.1 Aires désignées par les provinces (Canada)

Aux fins du présent document, les aires désignées par les provinces comprennent les parcs provinciaux actuels, les aires naturelles protégées (ANP) du Nouveau-Brunswick, et les aires de nature sauvage de même que les réserves naturelles de la Nouvelle-Écosse.



PROJET OLÉODUC ÉNERGIE EST / ENERGY EAST PIPELINE PROJECT

Régions désignées, réserves écologiques et les zones importantes pour la conservation d'oiseaux à l'intérieur de la baie de Fundy et le golfe du Maine / Designated Areas, Ecological Reserves and Important Bird Areas within the Bay of Fundy and Gulf of Maine

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, du Nouveau-Brunswick, de la Nouvelle-Écosse 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, Provincial Government of New Brunswick and Nova Scotia, and the Government of the State of Maine.

PRÉPARE PAR / PREPARED BY
 Stantec

PRÉPARE POUR / PREPARED FOR
 TransCanada

FIGURE NO. / FIGURE NO.
2-3

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

2.6.1.1 Parcs provinciaux (Nouveau-Brunswick)

Dans la portion de la ZEADM au Nouveau-Brunswick, on compte trois parcs provinciaux The Anchorage, Herring Cove et New River Beach (Tourisme Nouveau-Brunswick, 2015). Les parcs provinciaux The Anchorage et Herring Cove renferment des habitats côtiers caractéristiques des îles dans la région de Quoddy et Grand Manan. Le parc provincial The Anchorage longe la rive sud-est de l'île Grand Manan et présente plusieurs kilomètres d'habitat côtier, notamment le Refuge d'oiseaux migrateurs de l'île de Grand Manan (Environnement Canada, 2014). Le parc provincial Herring Cove se trouve sur le côté est de l'île Campobello et présente un éventail d'habitats côtiers, notamment Lake Glensevern, un étang formé par un cordon littoral. Le parc provincial New River Beach sert principalement à des fins récréatives et offre une grande plage sablonneuse très prisée pour la baignade. Il se situe le long de la rive sud du Nouveau-Brunswick, au sein de l'aire écologique Fundy Main.

2.6.1.2 Parcs provinciaux (Nouvelle-Écosse)

Les parcs provinciaux les plus importants au sein de la portion de la ZEADM en Nouvelle-Écosse sont Cape Chignecto (4 233 ha) et Blomidon (2 123 ha) (province de la Nouvelle-Écosse, 2013). Il y a aussi quelque six parcs provinciaux plus petits (de 0,5 à 100 ha) dans la ZEADM, qui se composent principalement de belvédères, d'aires de pique-nique et de points d'accès au secteur riverain.

Le parc provincial Cape Chignecto englobe une grande partie de la pointe du cap Chignecto, entre la baie Chignecto et le chenal Minas. Le parc est prisé pour le camping dans l'arrière-pays et une destination pour la randonnée pédestre; il est aussi réputé pour ses hautes falaises maritimes bordées de plages rocheuses et sablonneuses. La plus grande partie du parc est très boisée et comprend plus de 15 km de littoral marin. Le parc provincial Blomidon est situé à l'extrémité est du chenal Minas, le long du cap Blomidon. Tout comme Cape Chignecto, Blomidon est réputé pour ses immenses falaises et ses vastes aires fauniques.

Les parcs provinciaux plus petits le long du littoral de la Nouvelle-Écosse de la ZEADM comprennent le parc provincial Annapolis Basin Lookoff, le parc provincial Central Grove, le parc provincial Smuggler's Cove, le parc provincial Cottage Cove, le parc provincial Mavilette Beach et le parc provincial Port Maitland Beach. Il y a aussi plusieurs zones de la ZEADM en Nouvelle-Écosse, non décrites ici, que l'on envisage de désigner comme parc provincial.

2.6.1.3 Zones naturelles protégées (ZNP) du Nouveau-Brunswick

Quelque 14 réserves naturelles le long de la partie de la baie de Fundy au Nouveau-Brunswick sont protégées en vertu de la *Loi sur les zones naturelles protégées* (ministère des Ressources naturelles du Nouveau-Brunswick [MRNNB], 2015a). Les ZNP comptent plusieurs petites îles (environ 1 ha) associées à la région de Quoddy et l'archipel Grand Manan (p. ex., île High Duck), des terres côtières associées à d'importants estuaires (p. ex., Musquash) et d'autres îles et propriétés côtières dispersées.

2.6.1.4 Réserves intégrales protégées de la Nouvelle-Écosse

Au sein de la portion de la ZEADM en Nouvelle-Écosse, on compte actuellement deux aires protégées en vertu de la *Wilderness Areas Protection Act* : la réserve intégrale Raven Head; et la réserve naturelle Tiddville. La réserve intégrale Raven Head englobe environ 44 km de littoral le long de la baie Chignecto, et compte de très grandes battures, des marais salés, des falaises côtières ainsi que des forêts (province de la Nouvelle-Écosse, 2015). La réserve naturelle Tiddville est une petite propriété côtière (30 ha) sur la péninsule de Digby où l'on retrouve une zone humide abritant plusieurs espèces végétales rares. Il y a également plusieurs réserves naturelles et réserves intégrales proposées qui sont à l'étude pour l'obtention du statut protégé.

2.6.2 Zones désignées au niveau fédéral (Canada)

2.6.2.1 Estuaire Musquash

Au Canada, les aires marines protégées sont établies par Pêches et Océans Canada (MPO) en vertu de la *Loi sur les océans*. Une telle aire, l'estuaire Musquash, a été désignée dans la baie de Fundy. L'estuaire Musquash compte plus de 742 ha et se situe à environ 20 km au sud-ouest de Saint John. Cet estuaire présente une productivité biologique élevée ainsi que divers habitats côtiers, un estuaire relativement non perturbé et un complexe de marais salés (MPO, 2008).

2.6.2.2 Habitat essentiel de la baleine noire de l'Atlantique Nord dans le bassin Grand Manan

L'habitat essentiel de la baleine noire de l'Atlantique Nord dans le bassin Grand Manan est situé dans l'extérieur de la baie de Fundy, entre l'île Grand Manan et la péninsule de Digby. Le bassin Grand Manan a été désigné habitat essentiel de la baleine noire de l'Atlantique Nord et est protégé en vertu de la *Loi sur les espèces en péril* (LEP) du Canada en raison de son importance pour les agrégations de baleines noires de l'Atlantique Nord. La remontée d'eau et les courants forts produits par les marées extrêmes améliorent la productivité dans cette partie de la baie de Fundy et concentrent de grandes quantités de copépodes, la proie préférée des baleines (Brown *et al.*, 2009). Le bassin Grand Manan est aussi l'une des deux pouponnières de la baleine noire de l'Atlantique Nord. On y trouve des mères et leur petit pendant l'été (Elvin et Taggart, 2008).

2.6.2.3 Refuges d'oiseaux migrateurs

À l'intérieur de la ZEADM, on compte deux refuges d'oiseaux migrateurs, Grand Manan et île Machias Seal, qui sont protégés en vertu de la *Loi sur la Convention concernant les oiseaux migrateurs* (Environnement Canada, 2014). Le refuge d'oiseaux de Grand Manan compte un éventail de battures de sable ou de gravier et de plages rocheuses, ainsi que deux grands étangs d'eau douce formés par un cordon littoral qui servent d'aire d'hivernage et de zone migratoire à un éventail de sauvagines. Contrairement à Grand Manan, l'île Machias Seal est une île éloignée, sans arbres, qui offre un accès

limité du public. L'île abrite des milliers d'oiseaux de mer nicheurs, notamment le Macareux moine (*Fratercula arctica*), le Petit Pingouin (*Alca torda*), la Sterne (*Sternidae*) et plusieurs autres espèces d'oiseaux. L'île Machias Seal a été un point d'intérêt important à long terme pour la recherche sur les oiseaux de mer.

2.6.2.4 Parc national du Canada Fundy

Le parc national du Canada Fundy est une aire protégée d'envergure qui occupe le côté néo-brunswickois de l'intérieur de la baie de Fundy ainsi que l'extérieur de la baie Chignecto. Dans cette zone, le littoral se compose principalement de hautes falaises bordées de plages rocheuses et sablonneuses, avec plusieurs petits cours d'eau, dont certains forment des estuaires (p. ex., rivière Wolf).

2.6.3 Zones désignées par l'État (États-Unis)

2.6.3.1 Parcs de l'État du Maine/terres publiques réservées

On compte six parcs d'État/terres publiques réservées avec ligne de côte dans la zone écologique de la ZEADM de la côte nord du Maine : Roque Bluffs State Park, Machias State Park, Cutler Coast Public Reserved Land, Quoddy Head State Park, Shackford Head State Park et Cobscook Bay State Park. Les traits de côte de ces zones comprennent des espèces de poisson et de faune marine qui sont typiques de la ZEADM.

2.6.4 Zones désignées au niveau fédéral (États-Unis)

2.6.4.1 Habitat essentiel de la baleine noire de l'Atlantique Nord (nord-est)

La National Oceanic and Atmospheric Administration a récemment proposé d'agrandir l'habitat essentiel désigné de la baleine noire de l'Atlantique Nord de façon à inclure les eaux côtières de la zone écologique de la ZEADM de la côte nord du Maine. La baleine noire de l'Atlantique Nord est désignée en voie de disparition en vertu de la *Endangered Species Act* des États-Unis.

2.6.4.2 Complexe de la réserve faunique nationale des îles côtières du Maine

Le complexe de la réserve faunique nationale des îles côtières du Maine compte cinq refuges qui couvrent la côte du Maine et soutiennent des habitats diversifiés, notamment les îles côtières, des promontoires boisés, des estuaires et des zones humides d'eau douce. Trois d'entre eux – Cross Island, Petit Manan et Seal Island – font partie de la zone écologique de la côte nord du Maine de la ZEADM. Le complexe de réserve est destiné à rétablir et gérer des colonies d'oiseaux de mer nicheurs. Les îles refuges fournissent un habitat à la Sterne pierregarin, la Sterne arctique et la Sterne de Dougall (une espèce en voie de disparition), au Macareux moine, au Petit Pingouin, au Guillemot à miroir, à l'Océanite cul-blanc, au Goéland argenté, au Goéland marin et à la Mouette atricille et au Cormoran à aigrettes et au Grand cormoran, ainsi qu'à l'Eider à duvet.

2.6.4.3 Acadia National Park

Le Acadia National Park est un parc national américain situé dans la zone écologique de la côte nord du Maine de la ZEADM. Le parc englobe une grande partie de la ligne de côte de l'archipel de Mount Desert et une portion de la péninsule Schoodic.

2.7 Communauté de poissons marins

La ZEADM se caractérise par un grand éventail de types d'habitats du poisson (Buzeta *et al.*, 2003). Plus de 120 espèces sont présentes dans la région (Pohle *et al.*, 2004). Il s'agit à la fois d'espèces résidentes, qui passent tout leur cycle de vie dans la baie de Fundy, et d'espèces qui entrent dans la baie de Fundy pendant leur migration de frai ou leur migration trophique. Les espèces de poisson migrateur proviennent principalement du plateau néo-écossais et du golfe du Maine, mais comprennent également des espèces provenant de régions très éloignées, comme la baie de Chesapeake (p. ex., bar rayé [*Morone saxatilis*]), la mer des Sargasses (anguille d'Amérique [*Anguilla rostrata*]) et la côte du Labrador (saumon atlantique [*Salmo salar*]). En outre, la baie de Fundy renferme de nombreuses espèces diadromes et estuariennes, notamment l'alose savoureuse (*Alosa sapidissima*), le gaspateau (*Alosa pseudoharengus*), l'alose d'été (*Alosa aestivalis*), le poulamon (*Microgadus tomcod*), l'esturgeon à museau court (*Acipenser brevirostrum*) et l'esturgeon noir (*Acipenser oxyrinchus*).

La ZEADM soutient également plus de 1 430 espèces d'invertébrés, notamment éponges, cnidaires, goseilles de mer, plathelminthes, nématodes, mollusques, vers marins, arthropodes, bryozoaires et échinodermes (Pohle *et al.*, 2004). Le homard et le pétoncle sont d'importantes espèces commerciales; on récolte également des myes, des oursins, des moules et d'autres espèces.

2.7.1 Pêche commerciale, récréative et autochtone

Les pêches commerciale, récréative et autochtone sont protégées en vertu de lois fédérales pour leur valeur écologique et socioéconomique. La *Loi sur les pêches* les définit comme suit :

- Commerciale : les espèces de poissons pêchées dans le cadre d'un permis et destinées à la vente, à l'échange ou au troc.
- Récréative : les espèces de poissons pêchées par des pêcheurs à la ligne à des fins personnelles ou pour le sport, ainsi que le poisson commun et le poisson fourrage dont dépend ce type de pêche. La pêche récréative en mer est une importante activité côtière au sein de la ZEADM. Un vaste éventail d'espèces est ciblé, notamment bar d'Amérique, plie rouge (*Pseudopleuronectes americanus*), maquereau (*Scomber scombrus*), hareng, pétoncle géant et mye.
- Autochtone : la pêche pratiquée par une organisation autochtone ou ses membres à des fins de consommation personnelle, à des fins sociales ou cérémoniales ou à des fins prévues dans un accord sur des revendications territoriales. En l'absence de renseignements à l'appui, toutes les espèces de poisson visées par la présente évaluation sont traitées comme étant aussi pertinentes à la pêche autochtone.

2.7.2 Espèces d'intérêt pour la conservation

On compte 23 espèces de poissons marins d'intérêt pour la conservation (EIC) dans la ZEADM (tableau 2-3). Trois de ces espèces — le saumon atlantique (intérieur de la baie de Fundy), le grand requin blanc (*Carcharodon carcharias*) et le corégone d'Acadie (*Coregonus huntsmani*) — sont inscrites à la liste des espèces en voie de disparition figurant à l'annexe 1 de la LEP. Le loup atlantique (*Anarhichas lupus*) et l'esturgeon à museau court (*Acipenser brevirostrum*) figurent à l'annexe 1 de la LEP au titre d'espèces préoccupantes. Le corégone d'Acadie est aussi inscrit à la liste des espèces en voie de disparition de la *Endangered Species Act* de la Nouvelle-Écosse (ESA N.-É.). Aucune des espèces n'est protégée en vertu de l'annexe A de la LEP du Nouveau-Brunswick. De nombreuses espèces ont été désignées par le Comité sur la situation des espèces en péril au Canada (COSEPAC) de manière à laisser entendre qu'elles sont des espèces d'intérêt pour la conservation; toutefois, elles ne jouissent d'aucune protection juridique en vertu de lois fédérales ou provinciales.

2.7.3 Poissons marins et leur habitat

Les poissons marins et leur habitat représentent une combinaison de valeurs écologiques ainsi que de valeurs commerciales, récréatives et traditionnelles. Les principales caractéristiques du cycle biologique de ces espèces sont présentées au tableau 2-4.

Tableau 2-3 Espèces de poissons d'intérêt pour la conservation – Portion canadienne de la ZEADM

Nom commun	Nom scientifique	Statut en vertu de la LEP	Désignation selon le COSEPAC	Désignation provinciale (LEP N.-B.; ESA N.-É.)
Sébaste acadien (population de l'Atlantique)	<i>Sebastes fasciatus</i>	Aucun statut (à l'étude)	Menacée (2010)	Menacée (N.-B.)
Anguille d'Amérique	<i>Anguilla rostrata</i>	Aucun statut	Menacée (2012)	Menacée (N.-B.)
Plie canadienne (population des Maritimes)	<i>Hippoglossoides platessoides</i>	Aucun statut	Menacée (2009)	Menacée (N.-B.)
Thon rouge de l'Atlantique	<i>Thunnus thynnus</i>	Aucun statut	En voie de disparition (2011)	En voie de disparition (N.-B.)
Saumon de l'Atlantique (population de l'intérieur de la baie de Fundy)	<i>Salmo salar</i>	En voie de disparition, Annexe 1, Habitat essentiel désigné	En voie de disparition (2010)	En voie de disparition (N.-B.)
Saumon de l'Atlantique (population de l'extérieur de la baie de Fundy)	<i>Salmo salar</i>	Aucun statut (à l'étude)	En voie de disparition (2010)	En voie de disparition (N.-B.)
Saumon de l'Atlantique – Population des hautes terres du Sud	<i>Salmo salar</i>	Aucun statut (à l'étude)	En voie de disparition (2010)	Aucun statut
Esturgeon noir (population des Maritimes)	<i>Acipenser oxyrinchus</i>	Aucun statut	Menacée (2011)	Menacée (N.-B.)
Corégone d'Acadie	<i>Coregonus huntsmani</i>	En voie de disparition, Annexe 1	En voie de disparition (2010)	En voie de disparition (N.-É.)
Loup atlantique	<i>Anarhichas lupus</i>	Préoccupante, Annexe 1	Préoccupante (2012)	Préoccupante (N.-B.)
Pèlerin	<i>Cetorhinus maximus</i>	Aucun statut	Préoccupante (2009)	Aucun statut
Requin bleu (population de l'Atlantique)	<i>Prionace glauca</i>	Aucun statut	Préoccupante (2006)	Préoccupante (N.-B.)
Brosme	<i>Brosme brosme</i>	Aucun statut	En voie de disparition (2012)	En voie de disparition (N.-B.)

Tableau 2-3 Espèces de poissons d'intérêt pour la conservation – Portion canadienne de la ZEADM

Nom commun	Nom scientifique	Statut en vertu de la LEP	Désignation selon le COSEPAC	Désignation provinciale (LEP N.-B.; ESA N.-É.)
Requin-taube commun	<i>Lamna nasus</i>	Aucun statut	En voie de disparition (2004)	En voie de disparition (N.-B.)
Bar rayé (population de la baie de Fundy)	<i>Morone saxatilis</i>	Aucun statut (à l'étude)	En voie de disparition (2012)	En voie de disparition (N.-B.)
Requin-taube bleu (population de l'Atlantique)	<i>Isurus oxyrinchus</i>	Aucun statut	Menacée (2006)	Menacée (N.-B.)
Esturgeon à museau court	<i>Acipenser brevirostrum</i>	Préoccupante, Annexe 1	Préoccupante (2005) (réévaluation en cours – publication attendue en avril 2015)	Préoccupante (N.-B.)
Aiguillat commun (population de l'Atlantique)	<i>Squalus acanthias</i>	Aucun statut	Préoccupante (2010)	Préoccupante (N.-B.)
Loup tacheté	<i>Anarhichas minor</i>	Menacée, Annexe 1	Menacée (2012)	Aucun statut
Raie épineuse	<i>Amblyraja radiata</i>	Aucun statut	Préoccupante (2012)	Préoccupante (N.-B.)
Merluche blanche	<i>Urophycis tenuis</i>	Aucun statut	Menacée (2013)	Aucun statut
Grand requin blanc (population de l'Atlantique)	<i>Carcharodon carcharias</i>	En voie de disparition, Annexe 1	En voie de disparition (2006)	En voie de disparition (N.-B.)
Pholade tronquée	<i>Barnea truncata</i>	Aucun statut	Menacée (2009)	Aucun statut

Tableau 2-4 Principales caractéristiques du cycle biologique d'espèces représentatives de poissons marins

Espèces	Stades du cycle biologique présents dans la baie de Fundy	Rôle écologique	Apparition et caractéristiques des stades du cycle biologique			
			Oufs	Larves	Juveniles	Adultes
Anguille d'Amérique (<i>Anguilla rostrata</i>)	Larves Adultes	Prédateur dans les estuaires et l'eau douce; proie pour des organismes de plus grande taille	Novembre à janvier; pélagique; flotte à la surface après la fécondation; (présente seulement dans la mer des Sargasses)	Présente dans toute la baie de Fundy dès le mois de mars; pélagique; cherche les cours d'eau douce et les rivières à remonter	« Anguillettes »; à l'année dans l'eau douce, les estuaires et les aires marines côtières, quoique la plupart migrent en amont; principalement benthique	Passes plusieurs années dans des zones d'eau douce ou saumâtre; benthique, omnivore nocturne, s'enfouit dans les substrats meubles pendant le jour; les adultes sexuellement matures migrent à l'automne dans la mer des Sargasses
Homard (<i>Homarus americanus</i>)	Tous	Omnivore benthique; proie pour les poissons et mammifères de plus grande taille; les larves forment une composante importante de la communauté de zooplancton	Transporté sur la femelle; période d'incubation de 9 à 12 mois	Éclosion au printemps; planctonique de deux à quatre semaines pendant l'été; s'établit au fond entre le milieu et la fin de l'été	Benthique; à diverses profondeurs; depuis les zones intertidales inférieures jusqu'aux plateaux profonds du large; préfère le substrat rocheux, mais habite aussi les fonds de sable, de gravier et de boue	Habitats benthiques dans toute la baie de Fundy; résident permanent; même préférence de substrat que les juvéniles

Tableau 2-4 Principales caractéristiques du cycle biologique d'espèces représentatives de poissons marins

Espèces	Stades du cycle biologique présents dans la baie de Fundy	Rôle écologique	Apparition et caractéristiques des stades du cycle biologique			
			Oufs	Larves	Juveniles	Adultes
Hareng (<i>Clupea harengus</i>)	Tous	Pélagique, planctonivore de bancs; proie importante des poissons de plus grande taille, des mammifères marins et des oiseaux	Frai au printemps ou à l'automne (avril à novembre); les œufs adhésifs, benthiques incubent sur la roche, le sable, le gravier et le varech, ainsi que sur d'autres substrats	Éclosion en 5 à 30 jours; planctonique; dérive au gré des courants océaniques pendant 3 à 11 mois, dans toute la baie de Fundy	Pélagique; rassemblement en bancs; se nourrit abondamment de zooplancton; migrant verticalement jusqu'à la surface la nuit, suivant les déplacements diurnes de ses proies tout en évitant les prédateurs de surface le jour	Mature vers trois ans, et peut vivre jusqu'à 15 ou 18 ans; pélagique, rassemblement en bancs, se nourrit principalement de plancton
Saumon de l'Atlantique (<i>Salmo salar</i>)	Préadultes (saumoneau) Adultes	Prédateur diadrome; nourriture pour les prédateurs de plus grande taille et les mammifères marins, transfère les éléments nutritifs d'origine marine dans les systèmes fluviaux	Octobre à avril; dans les cours d'eau d'amont, au fond de gravier	Avril à juin; passe de deux à quatre semaines dans l'habitat des cours d'eau en zone intertidale et en sort en tant que juvénile (tacon) en mai et juin	Plusieurs années; se nourrit principalement de macroinvertébrés dans les cours d'eau et rivières d'ordre secondaire; le « saumoneau » qui vient d'atteindre la maturité migre vers la mer au printemps et à l'automne	Le saumoneau et les adultes plus vieux passent de un à quatre ans en mer, dans la baie de Fundy et plus loin au large; pélagique; passe énormément de temps dans les zones côtières et estuariennes à s'acclimater avant de retourner à la frayère natale pour le frai

Tableau 2-4 Principales caractéristiques du cycle biologique d'espèces représentatives de poissons marins

Espèces	Stades du cycle biologique présents dans la baie de Fundy	Rôle écologique	Apparition et caractéristiques des stades du cycle biologique			
			Œufs	Larves	Juveniles	Adultes
Capucettes (<i>Menidia menidia</i>)	Tous	Espèce fourrage (proie) très abondante des estuaires et des zones intertidales	Mars à la fin juin; benthique; adhère à la végétation dans les marais salés, les chenaux de marée et d'autres habitats estuariens	Éclosion entre 3 à 30 jours; densités les plus élevées dans les estuaires moyens (salinité entre 1 à 15 ppm) sur des substrats enherbés	Estuaires maritimes et zones littorales; sur des substrats de sable et de gravier, pélagique en eau peu profonde	De façon générale, mêmes préférences d'habitat que les juvéniles; opportunistes, omnivores en bancs; hivernent dans des zones plus profondes et meurent en un ou deux ans
Loup atlantique (<i>Anarhichas lupus</i>)	Tous	Prédateur benthique vorace d'invertébrés à carapace dure et de petits poissons	Septembre à mars; benthique; masses pondues dans des crevasses sur des hauts-fonds de sable et de gravier à des profondeurs variant entre 29 et 150 m; gardé par les mâles	Éclosion de janvier à mars et benthique pendant environ quatre semaines; devient ensuite un nageur pélagique pendant un à deux mois, mais reste relativement près du fond	À la fin de l'été, les juvéniles passent la plus grande partie du temps sur les fonds de sable ou de gravier, à des profondeurs variant entre 29 et 250 m.	Les adultes sont des prédateurs opportunistes et cryptiques des grandes profondeurs; mêmes préférences d'habitat que les juvéniles; une certaine migration entre les zones de frai peu profondes et les zones d'hivernage profondes.

Tableau 2-4 Principales caractéristiques du cycle biologique d'espèces représentatives de poissons marins

Espèces	Stades du cycle biologique présents dans la baie de Fundy	Rôle écologique	Apparition et caractéristiques des stades du cycle biologique			
			Œufs	Larves	Juveniles	Adultes
Lançon (<i>Ammodytes americanus</i>)	Tous	Poisson fourrage pélagique (proie) très abondant; principalement des zones estuariennes et littorales sablonneuses	Décembre à mai; benthique; adhère aux substrats rocheux, de gravier et de sable	Mi-mai à août; pélagique	Semi-benthique vers la fin de l'été; se repose dans le sable ou la boue pendant la nuit; se rassemble en bancs avec les adultes à diverses profondeurs pendant le jour	Se nourrit en grands bancs sur le zooplancton pendant le jour, à n'importe quelle profondeur; retraite vers les fonds de gravier ou de sable la nuit; éphémère et de façon générale de moins de 30 cm de longueur en tout
Pétoncle géant (<i>Placopecten magellanicus</i>)	Tous	Filtreur benthique; proie de divers organismes; le lit des cours d'eau et les carapaces rejetées créent son habitat	Fin juillet à novembre; benthique, non adhésif; période d'incubation approximative de 30 jours	Planctonique; un à deux mois; dérive au gré des courants mais aussi nageur	Un à deux ans; benthique; substrats sédimentaires fermes	18 à 110 m de profondeur; benthique; se rassemble souvent sur les lits; substrats lisses fermes (compactés) de sable, de gravier, de carapaces et de galets

Tableau 2-4 Principales caractéristiques du cycle biologique d'espèces représentatives de poissons marins

Espèces	Stades du cycle biologique présents dans la baie de Fundy	Rôle écologique	Apparition et caractéristiques des stades du cycle biologique			
			Œufs	Larves	Juvéniles	Adultes
Esturgeon à museau court (<i>Acipenser brevirostrum</i>)	Adultes	Benthique, omnivore; espèce principalement estuarienne des grandes rivières à marées; présent localement dans le cours inférieur de la rivière Saint-Jean	Printemps-été; incubation dans des substrats de gravier ou de blocs rocheux dans un habitat lotique, d'eau douce (rivière Saint Jean)	Substrats lotiques, d'eau douce, de gravier ou de blocs rocheux de grands systèmes fluviaux	Lotique, eau douce	Dans le cours inférieur saumâtre des grands cours d'eau; mangeur benthique sur le fond; de grande taille et longévif, on le trouve généralement dans les aires marines inférieures
Merluche blanche (<i>Urophycis tenuis</i>)	Tous	Prédateur côtier saisonnier; proie de prédateurs de plus grandes tailles et de mammifères marins	Fin d'été; pélagique; dérive dans la tranche supérieure de 50 m pendant deux à quatre semaines	Fin d'été; pélagique; dérive dans la tranche supérieure de 50 m pendant deux à quatre semaines	S'établit au fond après une métamorphose; zones peu profondes; sédiments boueux ou fins; un an et plus	Plus de 50 m de profondeur; se déplace plus près de la côte pour le frai à la fin de l'été; hiverne dans les zones plus profondes au large
Plie rouge (<i>Pseudopleuronectes americanus</i>)	Tous	Benthique; se nourrit d'invertébrés et de petits poissons; proie pour les poissons de plus grande taille, les phoques et les oiseaux	Avril à juin; se fixe sur des substrats de sable ou de boue; incubation de 15 à 30 jours	Deux à quatre mois (juin à octobre); planctonique	Fin de l'été jusqu'à la fin de l'hiver; habitats côtiers sur fond meuble	Substrats meubles; de 2 à 40 m de profondeur (quoiqu'on le trouve à de plus grandes profondeurs); parties sublittorales d'estrans vaseux

2.8 Oiseaux marins et leur habitat

Les oiseaux marins ont une valeur sociale, culturelle et esthétique, et ils contribuent à la biodiversité locale et mondiale. Souvent appelés oiseaux de mer, les oiseaux marins sont les oiseaux qui dépendent des milieux marins et côtiers pour suivre leur cycle de vie (p. ex., oiseaux de mer côtiers, oiseaux pélagiques et oiseaux de rivage). La présente section offre des renseignements généraux sur les oiseaux marins visés par l'ÉRSHE. On trouve d'autres renseignements sur les oiseaux marins dans le volume II de l'ÉES, mise à jour 2, Rapport de données techniques sur la faune marine et son habitat (déposé dans le cadre du présent rapport supplémentaire n° 5).

La baie de Fundy est une voie migratoire essentielle qui fait partie de la voie migratoire de l'Atlantique. De nombreux oiseaux de rivage et canards de mer migrent par la baie de Fundy, souvent en transit entre les aires de reproduction et d'estivage dans le nord et les aires d'hivernage dans le sud des États-Unis, les Caraïbes ou l'Amérique centrale et l'Amérique du Sud. On estime que 360 espèces d'oiseaux migrent par la baie de Fundy, certaines d'entre elles peuvent former des populations de dizaines de milliers d'oiseaux nicheurs, migrants ou d'hivernage. La région soutient des populations d'oiseaux qui peuvent passer l'été et se reproduire dans la baie de Fundy, ainsi que des résidents à l'année. La plupart des oiseaux marins dans la ZEADM appartiendraient à l'une des guildes suivantes :

- Puffins et Océanites cul-blanc
- oies, canards barboteurs et plongeurs
- huards, grèbes et cormorans
- alcidés
- goélands et sternes
- oiseaux de rivage

2.8.1 Espèces d'intérêt pour la conservation

Les espèces d'oiseaux marins d'intérêt pour la conservation qui se trouvent dans la ZEADM comprennent les espèces suivantes : Arlequin plongeur, Garrot d'Islande, Sterne de Dougall, Pluvier siffleur, Phalarope à bec étroit et Bécasseau maubèche (tableau 2-5).

L'Arlequin plongeur est inscrit sur la liste provinciale des espèces en voie de disparition tant en Nouvelle-Écosse qu'au Nouveau-Brunswick, et est une espèce préoccupante en vertu de la LEP. La cause première du déclin de cette espèce a été principalement la chasse, qui a été interdite dans la plupart des régions de l'est du Canada depuis 1990 (COSEPAC, 2013a). L'Arlequin plongeur est présent sur les eaux côtières, près du rivage de la baie de Fundy en hiver, quoiqu'il passe l'été et se reproduit dans des parties du Québec, du Labrador, du nord du Nouveau-Brunswick, de Terre-Neuve et du Nunavut. Le régime alimentaire de ce petit canard de mer comprend des amphipodes, des escargots, des petits crabes, des pouces-pieds et des œufs de poisson (Robertson et Goudie, 1999). L'Arlequin plongeur a tendance à retourner aux aires d'hivernage préférées (Breault et Savard, 1999), et des couples sont formés ou

renouvelés dans ces aires (Smith *et al.*, 2000). Quoique relativement peu répandus dans la ZEADM, on trouve des Arlequins plongeurs d'hivernage près de l'archipel Wolves, de Point Lepreau, de l'île Kent et de l'île Whitehead au Nouveau-Brunswick, et dans la péninsule de Digby, à l'île Cape Sable et à l'île Bald Tusket, en Nouvelle-Écosse. On a observé des individus dans les environs de Black Point et de Mispéc, près du terminal maritime. Cette espèce est également à l'occasion une espèce migratoire.

Le Garrot d'Islande est classé parmi les espèces préoccupantes en vertu de la LEP et au Nouveau-Brunswick. Il se retrouve très occasionnellement dans la ZEADM. Dans l'est du Canada, le Garrot d'Islande se reproduit dans de petits lacs d'altitude dans le golfe du Saint-Laurent et l'estuaire du Saint-Laurent au Québec. Un petit nombre de Garrots d'Islande (environ 400 oiseaux) hivernent dans la baie de Fundy ou le golfe du Maine (Environnement Canada, 2013). Dans la ZEADM, le Garrot d'Islande a été observé dans la région de Saint John, dans la région de Quoddy, au large de Grand Manan et à l'île Brier.

La Sterne de Dougall est inscrite sur la liste des espèces en voie de disparition en vertu de la LEP, ainsi qu'en Nouvelle-Écosse et au Nouveau-Brunswick. Cette espèce est limitée par le nombre d'îles disponibles pour la nidification où il n'y a pas de prédateurs, et elle a subi les répercussions du développement industriel et de la perturbation anthropique (COSEPAC, 2009). La Sterne de Dougall se nourrit presque exclusivement de petits poissons marins et, rarement, de mollusques et crustacés, d'insectes ou de calmar (Nisbet *et al.*, 2014). Elle se nourrit principalement en plongeant en piqué, mais le fait aussi au contact ou en surface. Elle est présente dans la baie de Fundy pendant le printemps et l'été et elle niche en colonies en association avec la Sterne pierregarin. La nidification se fait sur de petites îles, près du rivage, sous le couvert de végétations épaisses, de roches parsemées, de bois de grève ou de structures artificielles (COSEPAC, 2009). La taille des nichées est habituellement de un ou deux œufs, qui sont incubés pendant environ 23 jours. Dans la ZEADM, la Sterne de Dougall niche sur les îles Brothers, en Nouvelle-Écosse, et sur l'île Petit Manan, au Maine. Les habitats d'hivernage d'Amérique du Sud de cette espèce ne sont pas bien compris (Nisbet *et al.*, 2014).

Le Pluvier siffleur est inscrit sur la liste des espèces en voie de disparition en vertu de la LEP, tant en Nouvelle-Écosse qu'au Nouveau-Brunswick. Cette espèce est menacée par la prédation, la perturbation anthropique et la perte d'habitat (COSEPAC, 2013b). La sous-espèce de l'est de Pluvier siffleur occupe un habitat strictement côtier. Elle se reproduit entre Terre-Neuve et la Caroline du Nord et hiverne des Carolines à la Floride, ainsi que sur les côtes du Mexique, des Bahamas et des Antilles (Elliott-Smith et Haig, 2004). Au Canada atlantique, le Pluvier siffleur niche sur de vastes plages sablonneuses où l'on retrouve un mélange de substrats (c.-à-d. cailloux, gravier) et peu de végétation. Pendant la nidification, elle est vulnérable à l'activité anthropique. Le Pluvier siffleur arrive sur les aires de reproduction entre la mi-avril et la mi-mai, et il fait son nid sur le sol. Habituellement, il pond quatre œufs. Les oisillons éclosent après environ 28 jours d'incubation et ils sont en mesure de voler de 18 à 35 jours plus tard (COSEPAC, 2015a). La migration vers le sud survient entre la fin de juillet et septembre (USFWS, 1996). En Nouvelle-Écosse, on a observé le Pluvier siffleur à un endroit dans le comté de Colchester (c.-à-d. près de Truro et en remontant la rive nord jusqu'au bassin Minas), ainsi qu'en plusieurs endroits le long du littoral sud de la Nouvelle-Écosse, y compris l'île Cape Sable (Elliott-Smith *et al.*, 2015). Au Nouveau-Brunswick, le

Pluvier siffleur niche sur les plages le long du détroit de Northumberland et de la péninsule acadienne. Historiquement, il avait aussi la réputation de nicher le long de la baie de Fundy et de l'île Grand Manan (MRNNB, 2015b).

Bien que les Phalaropes soient membres de la famille des oiseaux de rivage, leur comportement dans la baie de Fundy ressemble davantage au plan fonctionnel à celui des canards. Le Phalarope à bec étroit a été inscrit sur la liste des espèces préoccupantes par le COSEPAC en 2014. Le Phalarope à bec étroit se nourrit principalement en nageant, d'insectes, de mollusques et crustacés. Il est connu pour son comportement inhabituel de tourner en rond en eau peu profonde, probablement pour l'agiter et faire monter la nourriture à la surface (Elphick *et al.*, 2001). Cette espèce se reproduit dans le Bas-Arctique ou le Bas-Subarctique du Canada et en Alaska, où elle construit son nid près de lacs, d'étangs ou de marais d'eau douce. À l'automne, le Phalarope à bec étroit quitte ses aires de reproduction et migre vers le sud jusqu'aux aires d'hivernage tropicales au large de la côte d'Amérique du Sud (Rubega *et al.*, 2000). Dans la ZEADM, le Phalarope à bec étroit est un oiseau migrateur d'automne (Diamond, 2012). Le littoral de l'île Brier est une des plus importantes zones pour les Phalaropes en Amérique du Nord (IBA Canada, 2015). Des bandes mélangées comptant des milliers de Phalaropes à bec large et de Phalaropes à bec étroit arrivent dans la région en août. Ce site sert d'importante halte migratoire où les oiseaux peuvent se nourrir avant de poursuivre leur voyage vers le sud.

Le Bécasseau maubèche est inscrit sur la liste des espèces en voie de disparition en vertu de la LEP, ainsi qu'en Nouvelle-Écosse et au Nouveau-Brunswick. Ce bécasseau de taille moyenne est présent dans l'est de l'Amérique du Nord. Même si cet oiseau de rivage migre par la baie de Fundy, il se reproduit dans la toundra arctique. À l'automne, le Bécasseau maubèche entreprend une longue migration de l'Arctique canadien jusqu'en Amérique du Sud, où il hiverne à Tierra del Fuego, en Argentine et au Chili (COSEPAC, 2007). Pendant sa migration dans la ZEADM, il fréquente les zones côtières comportant des battures intertidales où il se nourrit d'invertébrés marins, en particulier des moules (Baker *et al.*, 2013). Dans la ZEADM, l'île Grand Manan au Nouveau-Brunswick et l'île Cape Sable en Nouvelle-Écosse offrent un habitat important au Bécasseau maubèche pendant sa migration vers le sud à la fin de l'été (COSEPAC, 2007).

Tableau 2-5 Espèces d'oiseaux de mer d'intérêt pour la conservation observées dans la ZEADM

Espèces	Situation quant à la conservation			
	LEP ¹	COSEPAC ²	N.-B. ³	N.-É. ⁴
Arlequin plongeur (population de l'Est) (<i>Histrionicus histrionicus</i>)	Annexe 1, préoccupante	Préoccupante	*En voie de disparition	En voie de disparition
Garrot d'Islande (population de l'Est) (<i>Bucephala islandica</i>)	Annexe 1, préoccupante	Préoccupante	Préoccupante	Aucun statut
Pluvier siffleur (<i>Charadrius melodus melodus</i>)	Annexe 1, en voie de disparition	En voie de disparition	*En voie de disparition	En voie de disparition
Phalarope à bec étroit (<i>Phalaropus lobatus</i>)	Aucun statut	Préoccupante	Aucun statut	Aucun statut
Bécasseau maubèche (<i>Calidris canutus rufa</i>)	Annexe 1, en voie de disparition	En voie de disparition	En voie de disparition	En voie de disparition
Sterne pierregarin (<i>Sterna dougallii</i>)	Annexe 1, en voie de disparition	En voie de disparition	En voie de disparition	En voie de disparition
REMARQUE :				
* Cette espèce est protégée en vertu du <i>Règlement sur les interdictions</i> pris en vertu de la LEP du Nouveau-Brunswick				
SOURCE :				
¹ Environnement Canada (2015)				
² COSEPAC (2015b)				
³ MRNNB (2015c)				
⁴ Ministère des Ressources naturelles de la Nouvelle-Écosse (2015)				

2.8.2 Oiseaux marins et leur habitat

Les oiseaux marins et leur habitat représentent un éventail de guildes d'alimentation et de sensibilité en ce qui concerne l'exposition au pétrole brut, de même que des valeurs écologiques fondamentales. Les principales caractéristiques du cycle biologique de ces espèces sont présentées au tableau 2-6.

Tableau 2-6 Espèces d'intérêt pour la conservation et oiseaux marins sélectionnés – Baie de Fundy et golfe du Maine

Groupe	Espèces	Saisonnalité dans la baie de Fundy et golfe du Maine	Se reproduit dans la baie de Fundy et golfe du Maine	Utilisation de l'habitat dans la baie de Fundy et golfe du Maine
Pingouins	Macareux moine	Toute l'année	Oui	Falaises ou îles au large pendant la reproduction; au large à l'automne et en hiver
	Petit pingouin	Toute l'année	Oui	Falaises côtières pendant la reproduction; au large à l'automne et en hiver
	Guillemot à miroir	Toute l'année	Oui	Côtier; se reproduit sur les côtes rocheuses d'îles au large
Puffins et Océanites cul-blanc	Puffin majeur	Mai à octobre	Non	Au large
	Océanite cul-blanc	Printemps et été	Oui	Îles côtières libres d'animaux prédateurs pendant la reproduction; au large pendant le reste de l'année
Oiseaux de rivage	Phalarope à bec étroit	Migrateur automnal	Non	Au large de zones de marée
	Pluvier siffleur	Mi-avril à septembre	Oui	Plages ouvertes, sablonneuses
	Bécasseau maubèche	Migrateur automnal	Non	Côtier, zones intertidales
	Bécasseau semipalmé	Migrateur automnal	Non	Côtier, zones intertidales
	Chevalier grivelé	Mai à octobre	Oui	Zones côtières intertidales et rivières et lacs intérieurs
Hérons	Grand Héron	Mars à novembre	Oui	Niche en colonies, habituellement près de l'eau salée; patauge dans les replats de marée ou dans des estuaires et des marais pour attraper le poisson ainsi que les mollusques et les crustacés.
Sternes	Sterne de Dougall	Printemps et été	Oui	Petites îles proches du rivage

Tableau 2-6 Espèces d'intérêt pour la conservation et oiseaux marins sélectionnés – Baie de Fundy et golfe du Maine

Groupe	Espèces	Saisonnalité dans la baie de Fundy et golfe du Maine	Se reproduit dans la baie de Fundy et golfe du Maine	Utilisation de l'habitat dans la baie de Fundy et golfe du Maine
Cormorans	Cormoran à aigrettes	Printemps, été et automne	Oui	Zones côtières dotées de perchoirs, notamment des rochers, des barres de sable, des pieux ou des arbres. La reproduction se fait sur les rivages côtiers, dans les estuaires, les étangs, les lacs ou des bassins artificiels.
Goélands	Goéland argenté	Toute l'année	Oui	Côtier; se reproduit principalement sur des îles dans des zones sablonneuses ou rocheuses
Oiseaux de proie	Pygargue à tête blanche	Toute l'année	Oui	Côtier et intérieur; se reproduit dans les arbres hauts; souvent près de l'eau; se nourrit souvent de poisson ou de charogne
Canards	Arlequin plongeur	Hiver	Non	Côtier, eaux littorales; rives rocheuses
	Garrot d'Islande	Hiver	Non	Baies, havres, bras de mer, habituellement avec une côte rocheuse et des moulières
	Eider à duvet	Toute l'année	Oui	Niche sur de petites îles côtières; utilise les anses abritées pour élever les jeunes; hiverne en eau libre, en particulier sur les hauts-fonds marins
	Canard noir	Toute l'année	Oui	Marais salés de marée pendant l'hiver; se reproduit dans les terres humides d'eau douce, les étangs de castors, les tourbières oligotrophes, les lacs ou marais salés peu profonds
REMARQUES :				
BdF À l'extérieur de la baie de Fundy				
GdM Golfe du Maine				

2.8.3 Habitat important pour la conservation des oiseaux

De nombreux sites ont été répertoriés en tant que ZICO dans la ZEADM. Les zones importantes pour la conservation des oiseaux sont des sites qui soutiennent des groupes précis d'oiseaux, notamment les oiseaux menacés, de grands groupes d'oiseaux ou les oiseaux limités par l'aire de répartition ou l'habitat. Ces sites sont d'une importance internationale pour la conservation des oiseaux (IBA Canada, 2015). Une description des ZICO, y compris les espèces importantes et la saisonnalité correspondante (selon le cas), est présentée au tableau 2-7. Les emplacements des ZICO présentés à la figure 2-3.

Hincklin et Smith (1984) donnent un aperçu des oiseaux de la baie de Fundy. Les deux cours extrêmes de la baie de Fundy sont décrits comme étant de la plus haute importance pour les oiseaux marins. L'embouchure de la baie de Fundy, grosso modo la zone entre l'île Brier et la baie Passamaquoddy est de la plus haute importance pour les espèces pélagiques, qui comptent sur des îles rocheuses pour se reproduire, ainsi que sur de l'eau claire et des courants rapides pour concentrer la nourriture à des fins d'alimentation. Le fond de la baie de Fundy offre de vastes estrans vaseux et des marais salés occupés par les oiseaux de rivage et la sauvagine. La région intermédiaire caractérisée par des falaises de grès abruptes, des habitats intertidaux rocheux et de l'eau trouble est moins attrayante pour les congrégations d'oiseaux observées ailleurs dans la baie de Fundy (Hincklin et Smith, 1984).

Les vasières intertidales et la faune qui y est associée dans le cours supérieur de la baie de Fundy offrent d'importantes aires d'alimentation pour les bécasseaux et les pluviers migrateurs à la fin de l'été et à l'automne. La baie Chignecto, le bassin Minas et la baie Cobequid procurent la plus grande partie de l'habitat de vasières dans la baie de Fundy, et l'amphipode *Corophium volutator* de même que des ptychètes de grande taille offrent une importante ressource alimentaire tant aux oiseaux migrateurs qu'aux oiseaux de rivage résidents (Hincklin et Smith, 1984). Le cours supérieur de la baie de Fundy offre également la plus grande partie du marais salé de la baie, qui soutient les oiseaux de rivage tels que le Petit Chevalier et le Grand Chevalier, et le Bécasseau minuscule pendant la migration. Les zones de marais salé sont également importantes pour la Bernache du Canada et le Canard pataugeur, tous deux des oiseaux migrateurs, y compris le Canard noir, le Canard colvert, la Bécassine à queue pointue, la Sarcelle à ailes vertes et la Sarcelle à ailes bleues, et le Canard d'Amérique (Hincklin et Smith, 1984).

La baie Passamaquoddy et l'archipel de Grand Manan offrent des estrans vaseux et des marais salés moins étendus, et les oiseaux de rivage y sont moins nombreux. Cependant, les zones côtières soutiennent un grand nombre de Bernaches cravants et Canards noirs migrateurs. La région soutient aussi de nombreux eiders reproducteurs. Le cours inférieur de la baie de Fundy accueille également de nombreux oiseaux de rivage pélagiques (p. ex., Phalarope à bec large et Phalarope à bec étroit migrateurs), qui se rassemblent au large de l'île Brier, en Nouvelle-Écosse, et de l'île Deer, au Nouveau-Brunswick, pendant leur migration vers le sud à l'automne (Hincklin et Smith, 1984).

Six espèces d'alcidés séjournent régulièrement dans le golf du Maine pendant les mois froids : le Guillemot de Brünnich, le Mergule nain, la Petit Pingouin, le Guillemot à miroir, le Macareux moine et le Guillemot marmette. Le Guillemot de Brünnich et le Mergule nain sont essentiellement des espèces d'hiver; les quatre autres espèces sont présentes à l'année. Le Guillemot à miroir est observé principalement dans les zones côtières, tandis que les autres espèces sont davantage pélagiques (Finch *et al.*, 1978).

Tableau 2-7 Zones importantes pour la conservation d'oiseaux – ZEADM

Numéro d'identification	Nom du site	Description	Espèces aviaires	Saisonnalité
Nouveau-Brunswick				
NB016	ZICO de l'île Manawagonish	La ZICO de l'île Manawagonish est située sur la côte nord de la baie de Fundy, à environ cinq km au sud-est de la ville de Saint John au Nouveau-Brunswick. L'île de 40 ha mesure approximativement 1 km de longueur sur 0,5 km de largeur, et la rive continentale se trouve à seulement 1,5 km au nord-ouest.	Cormoran à aigrettes	Reproduction
			Goéland argenté	Reproduction
			Goéland marin	Reproduction
			Canard chipeau	Reproduction
NB022	Marais et plage de Saint's Rest	La zone importante pour la conservation d'oiseaux est située sur la rive sud du Nouveau-Brunswick, dans la baie de Fundy, à environ 5 km au sud-ouest de la ville de Saint John. La zone comprend une flèche littorale de gravier qui relie la péninsule Taylor et le parc naturel Irving au continent, et un marais partiellement tidal associé au ruisseau Manawagonish. Le site se situe presque au niveau de la mer, mais possède quelques crêtes abruptes (moins de 5 m).	Pluvier siffleur	Migration automnale
			Pluvier semipalmé	Migration automnale
			Bécasseau semipalmé	Migration automnale
			Petit chevalier	Migration automnale
			Bécasseau minuscule	Migration automnale
			Bécasseau à poitrine cendrée	Migration automnale
			Diverses sauvagines	Migration automnale
NB033	Baie Quaco	La baie Quaco est située le long de la rive nord de la baie de Fundy, près de l'embouchure de la rivière Saint-Jean, au sud-ouest de la ville de Saint John. Les zones marines comprennent des récifs intertidaux bordés de vasières, et quelques bras de mer peu profonds. La ligne de côte est basse et s'élève graduellement, la marée basse exposant de petites falaises et de petits récifs.	Pluvier semipalmé	Migration automnale
			Bécasseau minuscule	Migration automnale
			Bécasseau semipalmé	Migration automnale
			Bécasseau sanderling	Migration automnale
			Pluvier argenté	Migration automnale
			Bécasseau à croupion blanc	Migration automnale
			Bécassin roux	Migration automnale
			Mouette rieuse	Migration printanière

Tableau 2-7 Zones importantes pour la conservation d'oiseaux – ZEADM

Numéro d'identification	Nom du site	Description	Espèces aviaires	Saisonnalité
NB020	Point Lepreau/baie Maces	Point Lepreau/baie Maces sont situées sur la côte nord de la baie de Fundy, à environ 30 km au sud-ouest de Saint John. Le point forme la limite orientale de la baie Maces, de Welch Cove et du bassin Little Lepreau, qui composent les aires marines du site. Ces zones marines comprennent des récifs intertidaux bordés de vasières, et quelques bras de mer peu profonds. Plusieurs îles sont également présentes, notamment l'île New River Island et les îles The Brothers (îles Salkeld). Les eaux et récifs intertidaux s'étendent sur environ 10 km au sud, depuis la pointe jusque dans la baie de Fundy. La ligne de côte est basse et s'élève graduellement, la marée basse exposant de petites falaises et de petits récifs.	Bernache cravant	Halte migratoire
			Pluvier semipalmé	Migration automnale
			Bécasseau minuscule	Migration automnale
			Bécasseau semipalmé	Migration automnale
			Bécassin roux	Migration automnale
			Pluvier argenté	Migration automnale
			Bécasseau sanderling	Migration automnale
			Bécasseau à croupion blanc	Migration automnale
			Grand chevalier	Migration automnale
			Bécasseau violet	Hivernage
			Plongeon catmarin	Migration printanière
			Eider à duvet	Migration printanière
			Harelde kakawi	Migration printanière
			Macreuse noire	Migration printanière
Macreuse à front blanc	Migration printanière			
Macreuse à ailes blanches	Migration printanière			
Arlequin plongeur (population de l'Est)	Hivernage			

Tableau 2-7 Zones importantes pour la conservation d'oiseaux – ZEADM

Numéro d'identification	Nom du site	Description	Espèces aviaires	Saisonnalité
NB004	Archipel The Wolfes	L'archipel The Wolfes forme un groupe de petites îles rocheuses dans la baie de Fundy, à environ 12 km au sud de Blacks Harbour, au Nouveau-Brunswick. L'île Eastern Wolf est la plus grande (environ 240 ha); Green Rock, l'île Spruce, l'île Flat Wolf et l'île Southern Wolf ont toutes moins de 75 ha. Les rives sont principalement rocheuses et comportent une importante zone intertidale. Quelques petites anses sont également présentes. La végétation est principalement caractérisée par des espèces boréales comme l'épinette, le sapin baumier et le peuplier. Dans les endroits plus exposés, on trouve principalement des framboisiers et de l'herbe; des arbustes et arbres rabougris sont également présents.	Arlequin plongeur (population de l'Est)	Hivernage/halte migratoire
			Bécasseau violet	Hivernage
			Eider à duvet	Reproduction
			Goéland argenté	Reproduction
			Goéland marin	Reproduction
			Guillemot à miroir	Reproduction
			Mouette tridactyle	Reproduction
			Petit pingouin	Reproduction
NB037	Région de Quoddy	La ZICO de la région de Quoddy est un plan d'eau de mer, principalement en eaux canadiennes, le long de la côte sud du Nouveau-Brunswick. La ZICO englobe toutes les eaux dans une région limitée en grande partie par Eastport, au Maine, le rivage occidental de l'île Campobello jusqu'au cap East Quoddy, l'île White Horse, et le rivage oriental de l'île Deer jusqu'à Deer Island Point. Cela comprend une zone que l'on appelle le passage de Head Harbour. On observe ici des zones de remontée des eaux et des zones de grande productivité en raison des forts courants créés par les passages étroits qui mènent jusqu'à la baie Passamaquoddy.	Mouette de Bonaparte	Migration automnale/ hivernage
			Goéland argenté	Migration automnale/ hivernage
			Goéland marin	Hivernage
			Mouette tridactyle	Hivernage
			Harelde kakawi	Hivernage
			Eider à duvet	Hivernage
			Macreuse sp.	Été
			Phalarope à bec étroit	Migration automnale
			Fou de Bassan	Reproduction
			Mouette rieuse	Hivernage
			Mouette pygmée	Migration automnale/ hivernage

Tableau 2-7 Zones importantes pour la conservation d'oiseaux – ZEADM

Numéro d'identification	Nom du site	Description	Espèces aviaires	Saisonnalité
NB037 (suite)	Région de Quoddy (suite)		Puffin des Anglais	Migration automnale/ été
NB011	Archipel Grand Manan	L'île Grand Manan est une île de grande taille, souvent couverte de brume, située sur le côté occidental de l'embouchure de la baie de Fundy. Cette ZICO englobe : une bande de 10 km d'eau libre autour de l'île, les hauts-fonds Old Proprietor, toutes les îles plus petites de l'archipel et une bande de 1 km de terre côtière le long de l'île Grand Manan. La bande de 10 km est peut-être plus que suffisante pour englober l'importante utilisation pour les oiseaux, en particulier du côté occidental, mais on s'en est servi en raison des connaissances insuffisantes quant à l'utilisation par les oiseaux pélagiques. Les hauts-fonds Old Proprietor sont situés au large du rivage sud-est de l'archipel, tout comme d'autres eaux relativement peu profondes. Les côtés nord et ouest de l'île sont bordés de hautes falaises, tandis que les rives du côté est se composent de gros rochers, de pierres et de quelques plages sablonneuses. De nombreuses îles plus petites de l'archipel sont rocheuses, mais l'île Grand Manan elle-même est un mélange varié de terres humides et d'habitats boisés.	Petit pingouin	Hivernage
			Phalarope à bec étroit	Non indiqué (alimentation)
			Océanite de Wilson	Migration estivale/automnale
			Puffin majeur	Non indiqué (alimentation)
			Pluvier semipalmé	Non indiqué (migration)
			Pluvier argenté	Non indiqué (migration)
			Grand chevalier	Non indiqué (migration)
			Bécasseau minuscule	Non indiqué (migration)
			Bernache cravant	Fin d'hiver/début de printemps
			Bécasseau violet	Hivernage
			Goéland marin	Hivernage
			Eider à duvet	Hivernage/reproduction
			Arlequin plongeur	Hivernage
			Mergule nain	Hivernage
			Guillemot marmette	Hivernage
Goéland argenté	Reproduction			
Océanite cul-blanc	Reproduction			
Mouette de Bonaparte	Hivernage			

Tableau 2-7 Zones importantes pour la conservation d'oiseaux – ZEADM

Numéro d'identification	Nom du site	Description	Espèces aviaires	Saisonnalité
NB011 (suite)	Archipel Grand Manan (suite)		Puffin des Anglais	Automne/été
			Pluvier siffleur	Automne
			Puffin fuligineux	Automne
NB019	Île Machias Seal	L'île Machias Seal se trouve dans le golfe du Maine, à 25 km au sud-ouest de l'île Grand Manan. Elle forme un îlet isolé de roches brisées et lavées par les vagues, une petite superficie d'herbe et de plantes herbacées non graminéoïdes recouvrant un sol graveleux. L'amplitude des marées est d'environ 3 à 4 m. Les seuls bâtiments que l'on trouve sur l'île sont un phare, deux maisons et plusieurs cabanons. Le climat est frais et souvent venteux et brumeux.	Sterne arctique	Reproduction
			Macareux moine	Reproduction
			Sterne pierregarin	Reproduction
			Petit pingouin	Reproduction/hivernage
			Sterne de Dougall	Reproduction
			Océanite cul-blanc	Reproduction
			Eider à duvet	Reproduction
			Arlequin plongeur (population de l'Est)	Hivernage
			Bécasseau violet	Hivernage
			Mouette de Bonaparte	Hivernage
Goéland marin	Hivernage			

Tableau 2-7 Zones importantes pour la conservation d'oiseaux – ZEADM

Numéro d'identification	Nom du site	Description	Espèces aviaires	Saisonnalité
Nouvelle-Écosse				
NS021	Île Brier et eaux du large	L'île Brier forme l'extrémité occidentale de la Nouvelle-Écosse et se situe à environ 50 km au sud-ouest de la ville de Digby. Le site comprend l'île Brier ainsi que la minuscule île Peter et les eaux marines environnantes sur au moins 15 km au large. L'île Brier mesure 7 km sur 3 km, et elle est séparée de l'île Long voisine par le Grand Passage de 1 km de largeur. La majeure partie de l'île est boisée, sauf pour le village de Westport et des champs qui l'entourent. Deux crêtes parallèles traversent l'île, des basses-terres comme des tourbières et des étangs se trouvant entre les deux.	Phalarope à bec étroit	Migration automnale
			Phalarope à bec large	Migration automnale
			Puffin majeur	Migration automnale
			Puffin fuligineux	Non indiqué
			Puffin des Anglais	Non indiqué
			Mouette tridactyle	Hivernage
			Petit pingouin	Hivernage
			Guillemot de Brünnich	Hivernage
			Mergule nain	Hivernage
			Mouette rieuse	Été
			Bernache cravant	Printemps
			Grand cormoran	Hivernage
			Fou de Bassan	Migration automnale
			Bécasseau violet	Hivernage
Bécasseau sanderling	Migration automnale			
Pluvier semipalmé	Migration automnale			
Océanite de Wilson	Migration automnale			

Tableau 2-7 Zones importantes pour la conservation d'oiseaux – ZEADM

Numéro d'identification	Nom du site	Description	Espèces aviaires	Saisonnalité
Maine				
3396, 3397, 3398, 3399	Baie Machias	Old Man Island : Située tout juste au-delà de l'embouchure de la baie Little Machias. Petite île sans arbres à 4 milles (6,44 km) au sud-ouest de Cutler.	Guillemot à miroir	Reproduction
			Cormoran à aigrettes	Reproduction
			Océanite cul-blanc	Reproduction
			Petit pingouin	Reproduction
		Îles Libby : La plupart des îles dans la baie Machias sont dépourvues d'arbres.	Guillemot à miroir	Reproduction
			Eider à duvet	Reproduction
			Goéland marin	Reproduction
			Goéland argenté	Reproduction
		Baie Machias : S'étend de l'embouchure de la rivière Machias à Machiasport jusqu'aux îles Libby, à environ 3 milles (4,83 km) au large. Le côté oriental de la baie est divisé par Sprague Neck, la portion au nord-est étant connue sous le nom de baie Holmes. À marée basse, d'importants replats de marée sont exposés.	Bécasseau variable	Migration automnale
			Tourne-pierre à collier	Migration automnale
			Bécasseau sanderling	Migration automnale
			Pluvier semipalmé	Migration automnale
			Bécasseau semipalmé	Migration automnale
Bécassin roux	Migration automnale			
Courlis corlieu	Migration automnale			
Chevalier semipalmé	Migration automnale			

Tableau 2-7 Zones importantes pour la conservation d'oiseaux – ZEADM

Numéro d'identification	Nom du site	Description	Espèces aviaires	Saisonnalité		
3396, 3397, 3398, 3399 (suite)	Baie Machias (suite)	Sprague Neck : Péninsule de terre divisant la baie Machias à l'ouest et au sud et la baie Holmes au nord et à l'est. Une flèche littorale de gravier à l'extrémité nord de la langue de terre. Des estrans vaseux se trouvent à proximité.	Pluvier argenté	Migration automnale		
			Bécasseau variable	Migration automnale		
			Bécasseau minuscule	Migration automnale		
			Pluvier siffleur	Migration automnale		
			Tourne-pierre à collier	Migration automnale		
			Pluvier semipalmé	Migration automnale		
			Bécasseau semipalmé	Migration automnale		
			Bécassin roux	Migration automnale		
			Bécasseau d'Alaska	Migration automnale		
			Courlis corlieu	Migration automnale		
3402, 3403, 3404, 3405	Millbridge à Addison	Rivière et baie Narraguagus/baie Back : Le paysage est dominé par la rivière Narraguagus, qui draine une partie importante des comtés de Washington à l'ouest et de Hancock à l'est. La baie Black forme un important estran vaseux à marée basse, avec des bancs de zostères marines et des marais salés qui émergent. À marée haute, une crête exposée est utilisée par les oiseaux de rivage au repos.	Pygargue à tête blanche	Reproduction		
			Pluvier argenté	Migration automnale		
			Grand chevalier	Migration		
			Bécasseau minuscule	Migration		
			Petit chevalier	Migration		
					Bruant de Nelson	Reproduction
					Tourne-pierre à collier	Reproduction
					Pluvier semipalmé	Migration
					Bécasseau semipalmé	Migration
		Bécassin roux	Migration			
		Chevalier semipalmé	Migration			

Tableau 2-7 Zones importantes pour la conservation d'oiseaux – ZEADM

Numéro d'identification	Nom du site	Description	Espèces aviaires	Saisonnalité
3402, 3403, 3404, 3405 (suite)	Millbridge à Addison (suite)	Rivière Mill/baie Flat/Blasket Point : Rivière à marées sinuose comportant d'importants marais d'eau salée. Baie Flat et Blasket Point présentent d'importants estrans vaseux à marée basse.	Pluvier argenté	Migration
			Grand chevalier	Migration
			Petit chevalier	Migration
			Tourne-pierre à collier	Migration
			Pluvier semipalmé	Migration
			Bécasseau semipalmé	Migration
			Bécassin roux	Migration
			Courlis corlieu	Migration
			Bécasseau à croupion blanc	Migration
		Rivière Harrington et rivière Pleasant : Nombreuses baies et anses avec des battures à marée basse. Les rivières Harrington et Pleasant divisées par la péninsule menant à Ripley Neck sont les principales formes de relief de cette région.	Pygargue à tête blanche	Reproduction
			Garrot d'Islande	Non-reproduction
			Pluvier argenté	Migration
			Garrot à œil d'or	Non-reproduction
			Bécasseau variable	Migration
			Grand chevalier	Migration
			Bécasseau minuscule	Migration
			Petit chevalier	Reproduction
			Bruant de Nelson	Reproduction
			Tourne-pierre à collier	Reproduction
			Pluvier semipalmé	Migration
Bécasseau semipalmé	Migration			
Bécassin roux	Migration			

Tableau 2-7 Zones importantes pour la conservation d'oiseaux – ZEADM

Numéro d'identification	Nom du site	Description	Espèces aviaires	Saisonnalité
3402, 3403, 3404, 3405 (suite)	Millbridge à Addison (suite)	Rivière West/rivière Indian : À cet endroit, la rivière Indian se sépare aux environs de l'île Crowley pour former la rivière West du côté ouest de l'île Crowley et reste la rivière Indian du côté est de l'île.	Courlis corlieu	Migration
			Tourne-pierre à collier	Migration
			Pluvier semipalmé	Migration
			Bécasseau semipalmé	Migration
			Bécassin roux	Migration
	Petit Manan	Île Green : Île de 10 acres (24,7 ha) qui est reliée à l'île Petit Manan par une barre à marée basse. Des herbes, des rosiers rugueux, la grande ortie et l'herbe d'angélique constituent la principale végétation.	Huitrier d'Amérique	Migration
			Eider à duvet	Reproduction
			Bécasseau variable	Migration
			Bécasseau minuscule	Migration
			Bécasseau violet	Non-reproduction
			Bécasseau maubèche	Migration
			Tourne-pierre à collier	Migration
			Bécasseau semipalmé	Migration
		Bécassin roux	Migration	
		Île Petit Manan : Située à l'extrémité d'une série de crêtes s'étendant depuis Petit Manan Point. On y trouve un phare ainsi que la maison du gardien du phare.	Sterne arctique	Reproduction
			Macareux moine	Reproduction
			Guillemot à miroir	Reproduction
			Eider à duvet	Reproduction
			Sterne pierregarin	Reproduction
Mouette atricille	Reproduction			

Tableau 2-7 Zones importantes pour la conservation d'oiseaux – ZEADM

Numéro d'identification	Nom du site	Description	Espèces aviaires	Saisonnalité
	Petit Manan (suite)		Océanite cul-blanc	Reproduction
			Bécasseau violet	Non-reproduction
			Petit pingouin	Reproduction
			Sterne de Dougall	Reproduction
		Jordan's Delight : Île de 27 acres où l'on retrouve des herbages, des framboises, des herbes d'angélique et des épinettes. Imposantes falaises de granit sur la rive occidentale.	Guillemot à miroir	Reproduction
			Eider à duvet	Reproduction
			Cormoran à aigrettes	Reproduction
			Goéland marin	Reproduction
			Goéland argenté	Reproduction
		Over Point : Consiste en une anse de marée longue et étroite et une lagune de marée entourées par une barre de galets.	Océanite cul-blanc	Reproduction
			Pluvier argenté	Migration
			Bécasseau variable	Migration
			Bécasseau minuscule	Migration
			Pluvier siffleur	Migration
			Bécasseau maubèche	Migration
			Tourne-pierre à collier	Migration
			Pluvier semipalmé	Migration
Bécasseau semipalmé	Migration			
Bécassin roux	Migration			
Courlis corlieu	Migration			

Tableau 2-7 Zones importantes pour la conservation d'oiseaux – ZEADM

Numéro d'identification	Nom du site	Description	Espèces aviaires	Saisonnalité
	Petit Manan (suite)	Île Trafton : Petite île à 1 mille (1,61 km) au large dans la baie Narraguagus à la toute extrémité. Boisée, comportant plusieurs petites anses.	Grand Héron	Reproduction
3406 à 3410	Mount Desert	The Thrumcap : Île au dôme de granit située dans la baie Frenchman. A déjà été boisée, mais tous les arbres sont morts depuis longtemps.	Cormoran à aigrettes	Reproduction
			Eider à duvet	Reproduction
			Goéland argenté	Reproduction
			Goéland marin	Reproduction
			Guillemot à miroir	Reproduction
			Bécasseau violet	Hivernage
		îles Ship/Trumpet et Barge Ledges : Situées dans la baie Blue Hill. Petites îles dépourvues d'arbres où les efforts de rétablissement des oiseaux de rivage n'ont cessé au cours des 10 dernières années.	Huîtrier d'Amérique	Reproduction
			Eider à duvet	Reproduction
			Sterne pierregarin	Reproduction
			Cormoran à aigrettes	Reproduction
			Goéland marin	Reproduction
			Goéland argenté	Reproduction
			Bécasseau violet	Non-reproduction
		Egg Rock : Île stérile de 12 acres près de l'embouchure de la baie Frenchman.	Eider à duvet	Hiver
Bécasseau violet	Hiver			
Marais Bass Harbor : Important marais salé de marée près du village côtier de Bass Harbor.	Petit Blongios	Reproduction		
	Bécasse d'Amérique	Reproduction		
	Bruant de Nelson	Reproduction		

Tableau 2-7 Zones importantes pour la conservation d'oiseaux – ZEADM

Numéro d'identification	Nom du site	Description	Espèces aviaires	Saisonnalité
3406 à 3410 (suite)	Mount Desert (suite)		Busard Saint-Martin	Reproduction
			Canard noir	Reproduction
		Mount Desert Narrows : Mince bande d'eau salée séparant l'île Mount Desert du continent. Comprend plusieurs petites îles, anses, crêtes ainsi qu'un petit marais salé.	Canard noir	Non-reproduction
			Garrot d'Islande	Non-reproduction
			Eider à duvet	Non-reproduction
			Garrot à œil d'or	De passage
			Bécasseau minuscule	Reproduction
			Bruant de Nelson	De passage
			Tourne-pierre à collier	De passage
			Pluvier semipalmé	De passage
			Bécasseau semipalmé	De passage
			Bécasseau d'Alaska	Non-reproduction
3376	Îles Duck	Île Great Duck : 8 milles (12,9 km) au sud-est du cap Brass Harbour. Dans la partie intérieure, l'habitat comprend un pré de framboises et d'herbes vivaces, une forêt d'épinettes et une terre humide. Le périmètre est dominé par des affleurements rocheux, un fouillis de rochers et quelques petites plages de galets.	Guillemot à miroir	Reproduction
			Goéland argenté	Reproduction
			Océanite cul-blanc	Reproduction
		Île Little Duck : L'habitat sur cette île de 90 acres (222,4 ha) comprend des champs abandonnés, une forêt maritime de conifères, des affleurements rocheux, et un fouillis de rochers.	Guillemot à miroir	Reproduction
			Eider à duvet	Reproduction
			Cormoran à aigrettes	Reproduction
			Grand cormoran	Reproduction
			Océanite cul-blanc	Reproduction

Tableau 2-7 Zones importantes pour la conservation d'oiseaux – ZEADM

Numéro d'identification	Nom du site	Description	Espèces aviaires	Saisonnalité
SOURCES : Résumés du site IBA Canada (2014) National Audubon Society (2015)				

2.9 Mammifères marins et leur habitat

L'aire de répartition de nombreux mammifères marins est très grande. Le résumé qui suit décrit sur le plan qualitatif la répartition typique de la plupart des espèces, quoique quelques occurrences précises au sein de la ZEADM à un moment donné varient, et des observations peu fréquentes d'espèces peuvent survenir presque n'importe où dans la ZEADM. La présente section offre des renseignements généraux sur les oiseaux marins visés par l'ÉRSHE. On trouve d'autres renseignements sur les mammifères marins dans le volume II de l'ÉES, mise à jour I, Rapport de données techniques sur la faune marine et son habitat (déposé dans le cadre du présent rapport supplémentaire n° 5).

Quelque 14 espèces de cétacés (baleines, dauphins et marsouins) et quatre espèces de pinnipèdes (phoques) habitent les eaux marines de la ZEADM, du moins de façon saisonnière. Six de ces espèces de cétacés et une espèce de pinnipèdes sont considérées courantes à longueur d'année ou des résidents saisonniers (tableau 2-8); les autres espèces sont considérées occasionnelles ou des visiteurs peu fréquents (tableau 2-9).

Tableau 2-8 Espèces de mammifères marins communs et choisis – ZEADM

Espèces	Présence, répartition, régime saisonnier et sources de nourriture	Situation quant à la conservation			
		LEP ¹	N.-B. ²	N.-É. ³	COSEPAC ⁴
Baleine noire de l'Atlantique Nord (<i>Eubalaena glacialis</i>)	<p>De juin à octobre, la baie de Fundy sert d'habitat pour se nourrir. Elle est aussi un habitat important pour élever les petits. Les deux tiers des baleines noires femelles fertiles de l'ouest de l'Atlantique Nord utilisent la baie de Fundy comme pouponnière. Les baleineaux accompagnent habituellement leur mère durant la migration printanière et l'alimentation estivale. De manière générale, les baleines noires de l'Atlantique Nord sont réparties dans le bassin Grand Manan, dans l'extérieur de la baie de Fundy. Dans le Canada atlantique, on a désigné le bassin Roseway, au large de la Nouvelle-Écosse, et le bassin Grand Manan, dans la baie de Fundy, comme étant un habitat essentiel pour la baleine noire de l'Atlantique Nord en vertu de la LEP.</p> <p>La baleine noire de l'Atlantique Nord est actuellement l'une des espèces de cétacés les plus menacées de disparition dans le monde. Les estimations minimum et maximum du nombre de baleines noires de l'Atlantique Nord photographiées étaient de 295 et de 682 respectivement.</p> <p>Les sources de nourriture dans la baie de Fundy comprennent le krill, en particulier <i>Calanus finmarchius</i>, les œufs euphausiacés à l'état de larve et d'autres copépodes.</p>	En voie de disparition (annexe 1)	Préoccupante	Aucun statut	En voie de disparition

Tableau 2-8 Espèces de mammifères marins communs et choisis – ZEADM

Espèces	Présence, répartition, régime saisonnier et sources de nourriture	Situation quant à la conservation			
		LEP ¹	N.-B. ²	N.-É. ³	COSEPAC ⁴
Marsouin commun (<i>Phocoena phocoena</i>)	<p>Le marsouin commun est un résident à l'année de la baie de Fundy, où son aire de répartition est très grande. On le trouve surtout à proximité d'îles, de caps et de chenaux restreints. On a toutefois observé des individus dans la partie sud de la baie de Fundy.</p> <p>On estime à 79 883 le nombre de marsouins communs dans le golfe du Maine/baie de Fundy.</p> <p>Les principales sources de nourriture comprennent le hareng, la morue et le maquereau. On sait peu de choses sur son régime alimentaire en hiver et au printemps. Les autres sources de nourriture comprennent d'autres espèces de poissons, le calmar et les plyphètes.</p>	Menacée (annexe 2)	En voie de disparition	Aucun statut	Préoccupante
Rorqual commun (<i>Balaenoptera physalus</i>)	<p>On ne connaît pas bien les zones d'hivernage, de vèlage et de reproduction des rorquals communs dans l'ouest de l'Atlantique Nord, mais certaines données indiquent que les animaux du stock du nord de Terre-Neuve se déplacent dans la baie de Fundy en hiver, ce qui fait en sorte que l'espèce est présente dans la baie de Fundy toute l'année. Ceux qui migrent dans la région se retrouvent dans la baie de Fundy entre mai et octobre.</p> <p>Un relevé aérien réalisé par Pêches et Océans Canada dans le cadre du Trans North Atlantic Sightings Survey a montré qu'environ 3 522 rorquals communs peuplaient les eaux de l'ouest de l'Atlantique Nord en 2007. On observe régulièrement des rorquals communs dans la partie ouest de la baie de Fundy.</p> <p>Les rorquals communs passent la plupart de leur temps à se nourrir dans la région à l'est de l'île Grand Manan, où se trouvent leurs proies en abondance, notamment le hareng et le krill.</p>	Préoccupante (annexe 1)	Menacée	Aucun statut	Préoccupante

Tableau 2-8 Espèces de mammifères marins communs et choisis – ZEADM

Espèces	Présence, répartition, régime saisonnier et sources de nourriture	Situation quant à la conservation			
		LEP ¹	N.-B. ²	N.-É. ³	COSEPAC ⁴
Rorqual à bosse (<i>Megaptera novaeangliae</i>)	<p>Présent dans la baie de Fundy du printemps jusqu'à la fin de l'automne. Les rorquals à bosse migrent de façon saisonnière depuis des zones d'alimentation à haute latitude en été jusqu'à des zones de reproduction et de vèlage à basse latitude en hiver. Ces migrations entraînent de grands écarts saisonniers dans la répartition de la population, même si certains individus demeurent dans des zones à haute latitude tard durant la saison de reproduction. La région du golfe du Maine et de la Nouvelle-Écosse, qui comprend la baie de Fundy, est une des zones d'alimentation estivale fréquentées par les rorquals à bosse dans le Canada atlantique. On les trouve principalement dans la partie extérieure de la baie de Fundy, même si certains individus ont été observés dans la partie intérieure de la baie. En hiver, les rorquals à bosse de l'ouest de l'Atlantique Nord, ce qui comprend le stock du golfe du Maine, semblent utiliser les Antilles comme zones de vèlage et de reproduction.</p> <p>Il y a peu d'information sur la taille actuelle de la population de rorquals à bosse dans l'Atlantique Nord. Au moins 823 individus ont été recensés dans le golfe du Maine et la baie de Fundy en 2008.</p> <p>Les sources de nourriture comprennent le krill et les petits poissons en bancs.</p>	Préoccupante (annexe 3)	Menacée	Aucun statut	Non en péril

Tableau 2-8 Espèces de mammifères marins communs et choisis – ZEADM

Espèces	Présence, répartition, régime saisonnier et sources de nourriture	Situation quant à la conservation			
		LEP ¹	N.-B. ²	N.-É. ³	COSEPAC ⁴
Petit rorqual (<i>Balaenoptera acutorostrata</i>)	<p>Le petit rorqual est répandu dans l'hémisphère nord. On le trouve dans la baie de Fundy de juillet à septembre.</p> <p>Selon un levé aérien réalisé en 2007 dans la région entre le nord du Labrador et le plateau néo-écossais, on estime à 20 741 le nombre de petits rorquals dans l'Atlantique Nord. De ce nombre, 16 199 petits rorquals utilisent les eaux au large du Canada atlantique. Les petits rorquals utilisent la baie de Fundy comme zone d'alimentation estivale. On observe fréquemment des petits rorquals en train de se nourrir près des pointes nord des îles Grand Manan et Campobello, dans la baie de Fundy, où l'on trouve des zones de remontée riches en nutriments laissées dans le sillage des marées en été.</p> <p>Les sources de nourriture comprennent le krill et les petits poissons en bancs.</p>	Aucun statut	Préoccupante	Aucun statut	Non en péril
Dauphin à flancs blancs (<i>Lagenorhynchus acutus</i>)	<p>Les dauphins à flancs blancs sont présents toute l'année dans la baie de Fundy. On les observe principalement dans la partie extérieure de la baie. La densité de la population des dauphins à flancs blancs dans le golfe du Maine et la baie de Fundy est plus forte en été et décline en hiver lorsque les espèces se déplacent vers le sud, sur les côtes nord-est des États-Unis.</p>	Aucun statut	Préoccupante	Aucun statut	Non en péril

Tableau 2-8 Espèces de mammifères marins communs et choisis – ZEADM

Espèces	Présence, répartition, régime saisonnier et sources de nourriture	Situation quant à la conservation			
		LEP ¹	N.-B. ²	N.-É. ³	COSEPAC ⁴
Dauphin à flancs blancs (<i>Lagenorhynchus acutus</i>) (suite)	<p>Le dauphin à flancs blancs est une espèce de dauphins répandue dans l'Atlantique Nord. On estime la population de dauphins à flancs blancs de l'ouest de l'Atlantique Nord à 48 819 en s'appuyant sur les données d'inventaire recueillies en 2011. On estime à 24 422 le nombre de dauphins à flancs blancs dans les eaux au large du Canada atlantique, selon les données des inventaires aériens effectués en 2007 dans la région qui s'étend du nord du Labrador au plateau néo-écossais.</p> <p>Les sources de nourriture comprennent la merluche et le calmar, et le hareng est la proie la plus courante pendant l'été.</p>				
Phoque commun (<i>Phoca vitulina</i>)	<p>La saison de mise bas du phoque commun a été étudiée dans la baie Passamaquoddy, dans la partie extérieure de la baie de Fundy. La saison de mise bas a lieu en mai et juin, et la saison de l'après-mise-bas a lieu l'été. En automne et en hiver, on observe, de manière générale, une migration des phoques communs hors de la baie de Fundy, vers les eaux du sud de la Nouvelle-Angleterre. Cependant, on observe des phoques communs toute l'année dans la baie de Fundy. Par conséquent, on a déterminé que les eaux littorales de l'ensemble de la baie de Fundy constituent un habitat permanent pour le phoque commun.</p>	Aucun statut	Préoccupante	Aucun statut	Non en péril

Tableau 2-8 Espèces de mammifères marins communs et choisis – ZEADM

Espèces	Présence, répartition, régime saisonnier et sources de nourriture	Situation quant à la conservation			
		LEP ¹	N.-B. ²	N.-É. ³	COSEPAC ⁴
Phoque commun (<i>Phoca vitulina vitulina</i>) (suite)	<p>Des inventaires aériens de la baie de Fundy montraient que les phoques communs étaient plus nombreux dans la partie néo-brunswickoise de la baie de Fundy que dans la partie néo-écossaise, et que la plupart des observations étaient faites dans les eaux du large de l'île Grand Manan et du sud-ouest de la Nouvelle-Écosse. On a aussi remarqué que les échoueries de prédilection des phoques communs dans la baie de Fundy semblent être éloignées de la côte continentale et comprendre des îles du large et des hauts-fonds isolés. Le phoque commun est le phoque le plus répandu dans l'Atlantique Nord. On le trouve dans les eaux littorales de l'est de l'Arctique canadien jusqu'au sud de la Nouvelle-Angleterre et au New Jersey. Selon le dénombrement des phoques communs effectué sur la côte du Maine en 2012, la population totale de phoques communs dans l'ouest de l'Atlantique Nord serait de 70 142 animaux.</p> <p>Les sources de nourriture sont principalement le poisson (poisson de fond, hareng), mais aussi les crevettes.</p>				
<p>SOURCES :</p> <p>Rapport de données techniques sur la faune et son habitat</p> <p>¹ Environnement Canada (2015)</p> <p>² COSEPAC (2015b)</p> <p>³ MRNNB (2015c)</p> <p>⁴ Ministère des Ressources naturelles de la Nouvelle-Écosse (2015)</p>					

Tableau 2-9 Statut de conservation des espèces de mammifères marins susceptibles d'être présentes dans la ZEADM

Espèces	Situation quant à la conservation			
	LEP ¹	COSEPAC ²	N.-B. ^{*3}	N.-É. ⁴
Rorqual boréal (<i>Balaenoptera borealis</i>)	Non en péril	Non en péril	Aucun statut	Aucun statut
Rorqual bleu (<i>Balaenoptera musculus</i>)	En voie de disparition (annexe 1)	En voie de disparition	En voie de disparition	Aucun statut
Globicéphale noir (<i>Globicephala melas</i>)	Non en péril	Non en péril	Aucun statut	Aucun statut
Dauphin à bec blanc (<i>Lagenorhynchus albirostris</i>)	Non en péril	Non en péril	Aucun statut	Aucun statut
Épaulard (<i>Orcinus orca</i>)	Aucun statut	Préoccupante	Aucun statut	Aucun statut
Cachalot pygmée (<i>Kogia breviceps</i>)	Non en péril	Non en péril	Aucun statut	Aucun statut
Grand cachalot (<i>Physeter microcephalus</i>)	Non en péril	Non en péril	Aucun statut	Aucun statut
Baleine-à-bec boréale (<i>Hyperoodon ampullatus</i>)	En voie de disparition (annexe 1)	En voie de disparition	Aucun statut	Aucun statut
Phoque gris (<i>Halichoerus grypus</i>)	Non en péril	Non en péril	Aucun statut	Aucun statut
Phoque à capuchon (<i>Cystophora cristata</i>)	Non en péril	Non en péril	Aucun statut	Aucun statut
Phoque du Groenland (<i>Pagophilus groenlandicus</i>)	Aucun statut	Aucun statut	Aucun statut	Aucun statut
REMARQUE :				
* Les espèces inscrites à la LEP du Nouveau-Brunswick ne sont pas protégées en vertu du <i>Règlement sur les interdictions</i> pris en vertu de la LEP du Nouveau-Brunswick.				
SOURCE :				
Bay of Fundy Species Information System (2015)				
¹ Environnement Canada (2015)				
² COSEPAC (2015b)				
³ MRNNB (2015c)				
⁴ Ministère des Ressources naturelles de la Nouvelle-Écosse (2015)				

2.10 Tortues de mer

Le résumé qui suit se fonde en grande partie sur les renseignements contenus dans le volume 11 de l'ÉES, mise à jour 1, Rapport de données techniques sur la faune marine et son habitat (déposé dans le cadre du présent rapport supplémentaire n° 5). Le Rapport de données techniques se concentre sur la baie de Fundy; cependant, on s'attend à ce que les renseignements qu'il renferme soient représentatifs de toute la ZEADM.

On peut trouver quatre espèces de tortues de mer dans la baie de Fundy : la tortue luth (*Dermochelys coriacea*), la tortue caouanne (*Caretta caretta*), la tortue de Ridley (*Lepidochelys kempii*) et la tortue verte (*Chelonia mydas*). Les observations signalées des quatre espèces sont rares dans la baie de Fundy, mais la tortue de Ridley et la tortue verte ont tendance à avoir une répartition davantage de zones tempérées et tropiques, et elles sont donc particulièrement rares dans les eaux froides de la baie de Fundy. Ni l'une ni l'autre de ces deux espèces n'est inscrite par le COSEPAC en vertu du petit nombre de fois qu'on les aperçoit en eaux canadiennes. Par conséquent, la discussion sur les tortues de mer se concentre sur la tortue luth et la tortue caouanne. La tortue luth est inscrite à l'annexe 1 de la LEP au titre d'espèce en voie de disparition, tandis que la tortue caouanne est considérée en voie de disparition par le COSEPAC (Tableau 2-10).

Tableau 2-10 Espèces de tortues de mer susceptibles d'être présentes dans la ZEADM

Espèces	LEP ¹	COSEPAC ²	N.-B. ³
Tortue luth (<i>Dermochelys coriacea</i>)	En voie de disparition (annexe 1)	Non active	En voie de disparition
Tortue caouanne (<i>Caretta caretta</i>)	Aucun statut	En voie de disparition	Aucun statut
SOURCE :			
¹ Environnement Canada (2015)			
² COSEPAC (2015b)			
³ MRNNB (2015c)			
⁴ Ministère des Ressources naturelles de la Nouvelle-Écosse (2015)			

2.10.1 Tortue luth

L'aire de répartition de la tortue luth est grande dans tout l'Atlantique, le Pacifique et l'océan Indien (COSEPAC, 2012). En mai 2012, on a divisé les tortues luths en deux populations (Atlantique et Pacifique). Le COSEPAC a ensuite inscrit la population atlantique comme étant en voie de disparition. Elle n'est toutefois pas considérée comme telle en vertu de la LEP (COSEPAC, 2012). Bien que les recherches soient limitées, les données existantes portent à croire que la population saisonnière de tortues luths du Canada atlantique (dont la baie de Fundy forme une petite partie) compte des milliers

d'individus et qu'on trouve entre 34 000 et 94 000 tortues luths adultes dans l'Atlantique Nord (COSEPAC, 2012).

Les tortues luths ne nichent pas au Canada, mais visitent les eaux canadiennes pour se nourrir (COSEPAC, 2012) entre avril et décembre. Elles atteignent leurs densités maximales de juillet à septembre (James *et al.*, 2006, 2007). On observe plus souvent les tortues luths le long de la côte atlantique de la Nouvelle-Écosse, ce qui comprend la région nord-est de l'île du Cap-Breton. Toutefois, la distribution des observations est toutefois influencée par les variations d'efforts entre les différents sites d'observation (James *et al.*, 2006). On observe peu de tortues luths dans la baie de Fundy comparativement au plateau néo-écossais. Les observations signalées se limitent à l'embouchure de la baie de Fundy, principalement aux abords de Lighthouse Cove et de Long Island, en Nouvelle-Écosse (équipe de rétablissement de la tortue luth de l'Atlantique, 2006; James *et al.*, 2006). On les observe rarement dans la baie de Fundy, car les eaux du Canada atlantique sont à l'extrémité nord de leur répartition qui s'étend jusqu'à l'extrémité sud-est de la partie continentale de Terre-Neuve-et-Labrador (James *et al.*, 2006; Haplin *et al.*, 2009). On considère que la partie ouest de la baie de Fundy se trouve dans l'aire de répartition (COSEPAC, 2012).

2.10.2 Tortue caouanne

Les tortues caouannes sont considérées comme étant en voie de disparition par le COSEPAC (COSEPAC, 2010), et l'on envisage de les inscrire à la liste des espèces en péril en vertu de la LEP (MPO, 2011b). On ne dispose d'aucune donnée à jour sur l'abondance de la tortue caouanne au Canada atlantique. La tortue caouanne ne niche pas au Canada.

La tortue caouanne est présente dans les eaux subtropicales et tempérées. Elle se nourrit près du rebord de la plate-forme continentale et dans les eaux au large du Canada atlantique (Harris *et al.*, 2010). Au printemps, à l'été et à l'automne, elle se nourrit d'organismes benthiques comme le crabe et les mollusques et crustacés (Brazner et McMillan, 2008; MPO, 2011b). Les tortues caouannes sont présentes au large de la Nouvelle-Écosse en été, notamment dans les régions du banc Georges, du plateau néo-écossais et des Grands Bancs, où on les a signalées comme prises accessoires dans le cadre de la pêche d'espèces pélagiques à la palangre (Brazner et McMillan, 2008). Aucune observation récente n'a été signalée dans la ZEADM. On a observé un individu dans la baie de Fundy en 1979 (Haplin *et al.*, 2009).

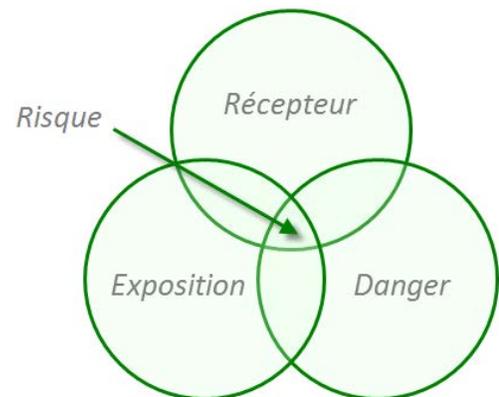
3 APPROCHE

La partie qui suit décrit plus précisément la démarche suivie dans l'évaluation des risques pour la santé humaine et l'environnement (ÉRSHERSHE) pour satisfaire aux exigences de l'Office national de l'énergie (ONÉ, 2014).

3.1 Cadre d'évaluation des risques pour la santé humaine et l'environnement

L'objectif de l'ÉRSHE est d'évaluer les risques que posent les expositions à court terme (aiguës) et à long terme (chroniques) associées à des déversements hypothétiques de pétrole au cours du transport maritime. L'ÉRSHE se divise en deux grandes parties : une évaluation des risques écologiques (ÉRE) et une évaluation des risques pour la santé humaine (ÉRSH). L'ÉRE analyse les risques que posent les déversements potentiels de pétrole brut et ses composés chimiques (contaminants potentiellement préoccupants, [CPP]) aux récepteurs écologiques comme les poissons, ainsi que les autres formes de la vie marine comme les mammifères et les oiseaux. L'ÉRSH analyse les risques potentiels pour les récepteurs humains relativement aux composants chimiques du pétrole brut déversé accidentellement.

Tous les produits chimiques (qu'ils soient présents naturellement, ou produits ou rejetés par l'activité humaine) ont le potentiel de causer des effets sur l'environnement. Toutefois, la gravité de l'effet sur l'environnement dépend du récepteur (écologique ou humain) exposé, de la voie et de la durée d'exposition, de la concentration du contaminant potentiellement préoccupant auquel est exposé le récepteur, de la dose reçue et de la toxicité intrinsèque de ce contaminant. Comme l'illustre le diagramme à droite, si les trois composants sont présents (là où se croisent les trois cercles représentant le récepteur, la voie d'exposition et le danger du contaminant), la possibilité d'un risque existe. S'il manque un ou plusieurs de ces trois composants, il n'existe aucun risque. Par exemple, si un récepteur est exposé à un contaminant, mais que ce contaminant n'est présent qu'à de très faibles concentrations, ou que sa toxicité est intrinsèquement faible, aucun risque inacceptable n'est prévu. Par ailleurs, si un contaminant très dangereux est présent, mais qu'il n'existe aucune voie par laquelle le récepteur peut y être exposé (c.-à-d. aucune voie d'exposition complète), alors ce récepteur ne risque pas d'entrer en contact avec ce contaminant.



L'ÉRSHE a été réalisée conformément aux méthodes et aux orientations acceptées sur l'évaluation des risques, publiées et approuvées par les organismes de réglementation, notamment le Conseil canadien des ministres de l'environnement (CCME, 1996), Santé Canada (2010), le Partenariat atlantique pour la

mise en œuvre RBCA de l'Atlantique (2012, mise à jour en 2015), ainsi que l'Environmental Protection Agency des États-Unis (USEPA, 1998).

Le cadre d'évaluation du risque qui a servi à analyser les effets potentiels sur l'environnement des accidents et des défaillances lors du transport en mer du pétrole brut suit une démarche normalisée qui consiste à définir le problème, évaluer l'exposition, le danger, et caractériser le risque (Figure 3-1).

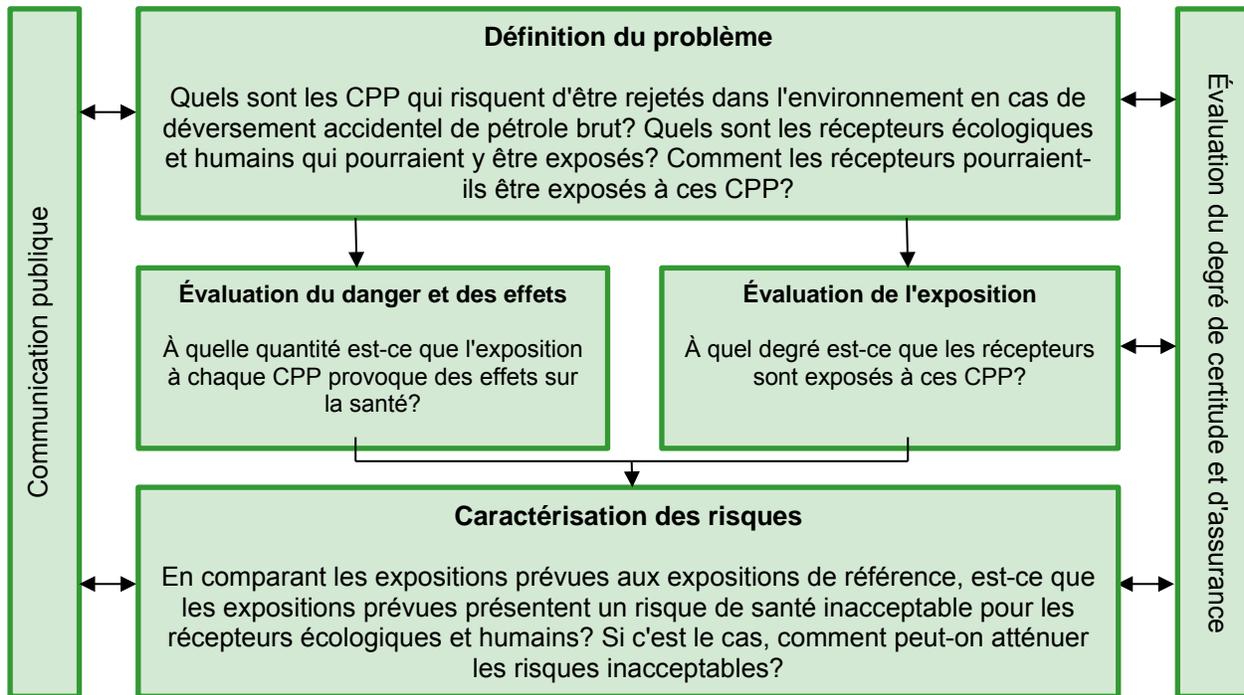


Figure 3-1 Cadre d'évaluation des risques pour la santé humaine et l'environnement

3.1.1 Définition du problème

Le stade de définition du problème est le stade auquel on recueille et on interprète les renseignements, et où l'accent est mis sur les questions de première importance pour le projet Oléoduc Énergie Est (le projet). La définition du problème consiste à définir la nature de l'évaluation des risques, et permet de délimiter la portée du travail, de sorte que l'ÉRSHE vise les principaux domaines et questions d'intérêt. Les données recueillies fournissent des renseignements sur les propriétés générales de la zone à l'étude, les produits de pétrole brut étudiés, les mécanismes de rejet crédibles (c.-à-d. où le risque est pris en compte), les volumes de pétrole brut déversé et les lieux de déversement, les récepteurs écologiques potentiels, ainsi que des renseignements sur les questions préoccupantes à aborder.

Les principaux éléments du stade de définition du problème sont :

- Caractérisation de la zone géographique où est menée l'ÉRSHE.
- Identification des produits de pétrole brut évalués, les CPP qui sont présents, et les mécanismes de rejet dans l'environnement.
- Détermination des milieux et des voies d'exposition.
- Détermination et caractérisation d'éléments représentatifs des récepteurs écologiques et humains.

Ensemble, ces éléments forment la base et la portée de l'ÉRSHE.

3.1.2 Évaluation de l'exposition

L'objectif du stade d'évaluation de l'exposition est d'évaluer les données sur les produits de pétrole brut qui pourraient être rejetés, d'évaluer les récepteurs écologiques et humains qui pourraient être exposés au pétrole brut rejeté, ainsi que leurs caractéristiques, et de définir les voies d'exposition identifiées lors du stade de définition du problème. À l'aide de données spécifiques au site et des hypothèses nécessairement prudentes au besoin pour prendre en compte les incertitudes, l'évaluation de l'exposition se fonde sur le comportement et la répartition prévus du pétrole brut dans l'environnement, et l'ampleur à laquelle les récepteurs seraient exposés, selon les scénarios et les voies d'exposition définis lors du stade de définition du problème. L'ampleur à laquelle est exposé chaque récepteur (écologique ou humain) dépend de plusieurs facteurs :

- Le degré de mazoutage ou de contamination chimique dans les divers milieux environnementaux (p. ex., l'air, l'eau, les sédiments, l'alimentation d'origine marine) après un déversement hypothétique.
- Les propriétés physiques et chimiques des pétroles bruts, lesquelles déterminent leur devenir dans l'environnement, leur diffusion et leur persistance.
- L'influence des saisons et des caractéristiques environnementales propres à la zone concernée (p. ex. la météo, les courants, le vent, les vagues, les propriétés du littoral, le type de sédiments) sur l'évolution du pétrole brut rejeté dans l'environnement.
- Les propriétés physiologiques et comportementales des récepteurs qui déterminent le degré d'exposition, la susceptibilité d'exposition au pétrole brut, ou la sensibilité à un ou plusieurs composants chimiques du pétrole brut.

3.1.3 Évaluation du danger

L'objectif du stade de l'évaluation du danger et des effets est de déterminer les effets physiques et toxiques du pétrole brut déversé et de ses composants chimiques. Les effets physiques de l'exposition au pétrole brut sont les effets que provoque le pétrole sur la santé des récepteurs écologiques et humains. Ainsi, les effets physiques sont à la fois reliés aux propriétés physiques du pétrole (p. ex. la viscosité) et à la quantité de pétrole à laquelle un récepteur est exposé (p. ex. mL de pétrole, ou épaisseur du pétrole sur la surface de l'eau). Les effets toxicologiques de l'exposition au pétrole brut peuvent désigner la

quantité (dose) de pétrole brut assimilée par le corps ou la quantité de CPP absorbée par le corps, ainsi que la durée de l'exposition (c.-à-d. la durée d'exposition du récepteur). La toxicité du pétrole dépend :

- des propriétés intrinsèques du pétrole ou de ses composants chimiques qui entraînent un effet biochimique ou physiologique;
- de la capacité des pétroles bruts ou de leurs composés chimiques à atteindre leur site d'action à l'intérieur du corps;
- des sensibilités propres à l'espèce en question, à leur stade de vie, et des interactions avec les conditions environnementales et physiologiques.

3.1.4 Caractérisation des risques

Le stade de caractérisation des risques prend en compte l'évaluation de l'exposition et du danger pour produire une estimation prudente des risques pour la santé des récepteurs étudiés dans les différents scénarios d'exposition. Les risques potentiels sont caractérisés en comparant les expositions estimées ou prévues par toutes les voies d'exposition (définies dans l'évaluation de l'exposition) aux limites d'exposition ou aux toxicités de références déterminées (dans l'évaluation du danger) pour le pétrole brut et les CPP.

3.1.5 Discussion de la certitude et de l'assurance

Ce stade comprend une évaluation qualitative du degré d'assurance dans l'analyse et les résultats. Les évaluations de risque comprennent normalement des éléments d'incertitude, et ces incertitudes sont traitées en intégrant des hypothèses prudentes (c.-à-d. des hypothèses qui surestiment la gravité des effets au lieu de les sous-estimer) dans l'analyse. La certitude et l'assurance sont abordées dans l'analyse pour mettre ces considérations en contexte, et montrer que les conclusions sont insensibles aux hypothèses clés, ou que les hypothèses sont crédibles ou prudentes et susceptibles de présenter avec exactitude ou de surestimer le risque.

3.2 Accidents et défaillances qui risquent d'entraîner un rejet de pétrole brut dans le milieu marin

Énergie Est a retenu les services de Det Norske Veritas (DNV GL) pour réaliser une évaluation des risques pour la navigation posés par la circulation des pétroliers du projet, dont les résultats iront alimenter l'ÉRSHE. L'évaluation des risques pour la navigation a examiné la probabilité de certains types d'accidents au terminal maritime (c.-à-d. pendant le chargement des pétroliers) ou lors du transport maritime des pétroliers chargés entre le terminal maritime et les limites des eaux territoriales canadiennes. Cette analyse a considéré les échouements et les collisions, ainsi que la probabilité qu'ils provoquent un bris de confinement qui entraînerait un rejet du pétrole brut.

La conclusion de l'évaluation des risques pour la navigation a fourni une analyse fondée sur le risque des lieux potentiels de déversement accidentel du pétrole brut, des volumes de déversement, et de la

fréquence potentielle de tels événements. Elle a pris en compte les mesures de sécurité qui sont en place, notamment la séparation des voies de circulation, les pilotes, les remorqueurs, les avertissements et les arrêts au terminal maritime (voir le tableau 3-1). Ces données ont servi de base pour modéliser le devenir et le transport du pétrole brut qui pourrait être rejeté dans le milieu marin à la suite de tels accidents.

Tableau 3-1 Types d'accidents et principales mesures d'atténuation pour les pétroliers

Menace	Mesure d'atténuation	Description de la mesure
Collision	Double coque	Tous les pétroliers auront une coque dédoublée, ce qui réduit la probabilité d'une fuite lors des collisions. À ce jour, aucun pétrolier à double coque n'a perdu la totalité de son chargement en pétrole brut (DNV GL, 2015).
	Système de navigation (p. ex. radar, GPS, SIA [système d'identification automatique], radio)	Les systèmes de navigation à bord permettent au pétrolier de voir ou détecter les autres navires.
	Zones de pilotage obligatoires	Des pilotes qui connaissent très bien les eaux locales et le port guident les pétroliers en toute sécurité vers leur destination.
	Séparation des voies de circulation et service de circulation des navires (SCN)	La séparation des voies de circulation et les points d'appel permettent au SCN de surveiller les navires, de communiquer avec eux, et de leur affecter des voies de navigation.
	Remorqueurs	Tous les pétroliers qui entrent au terminal maritime et qui en sortent font appel à un ou plusieurs remorqueurs selon les instructions des pilotes locaux. Les pétroliers doivent toujours se faire accompagner par des remorqueurs dans le port.
Échouement	Double coque	Tous les pétroliers auront une coque dédoublée, ce qui réduit la probabilité d'une fuite lors des échouements. À ce jour, aucun pétrolier à double coque n'a perdu la totalité de son chargement en pétrole brut (DNV GL, 2015).
	Zones de pilotage obligatoires	Des pilotes qui connaissent très bien les eaux locales et le port guident les pétroliers en toute sécurité vers leur destination.
	Des voies de navigation balisées et naturellement profondes, eaux dégagées dans la baie de Fundy	Les voies de navigation sont toutes suffisamment profondes, bien balisées et équipées d'aides à la navigation.
	Remorqueurs	Tous les pétroliers qui entrent au terminal maritime et qui en sortent font appel à un ou plusieurs remorqueurs selon les instructions des pilotes locaux. Les pétroliers doivent toujours se faire accompagner par des remorqueurs dans le port.

L'évaluation des risques d'accidents et de défaillances sur la voie de sortie a pris en compte :

- Les collisions : incidents dans lesquels deux navires entrent en collision avec suffisamment de force pour percer les coques externe et interne d'un pétrolier, brisant le confinement de la cargaison dans un ou plusieurs de ses compartiments-citernes.
- Les échouements, y compris les échouements moteurs allumés (c.-à-d. quand le navire est sous puissance) et les échouements à la dérive (c.-à-d. quand le navire a perdu sa puissance) : incidents dans lesquels la coque du pétrolier heurte le plancher sous-marin avec suffisamment de force pour endommager ses coques externe et interne, brisant le confinement de la cargaison dans un ou plusieurs de ses compartiments-citernes.

L'évaluation des risques d'accidents et de défaillances sur la voie de sortie a pris en compte :

- Les défaillances des bras de chargement et des autres infrastructures, qui provoquent une fuite du pétrole brut dans le milieu marin pendant le chargement du navire.
- L'endommagement du chevalet qui supporte l'oléoduc de transport du pétrole brut aux quais de chargement lors des collisions des pétroliers, provoquant une fuite du pétrole brut de l'oléoduc dans le milieu marin.

Énergie Est ne sera ni propriétaire ni exploitant de pétroliers, mais les menaces et les principales mesures d'atténuation des collisions et des échouements des pétroliers sont décrites dans le tableau 3-1. Les mesures d'atténuation seront renforcées par le processus de triage des pétroliers, veillant à ce qu'elles soient en place pour tous les pétroliers qui entrent au terminal maritime.

En plus du risque de rejet de pétrole brut à la suite d'un accident relié au transport maritime, dans le cadre de TERMPOL, DNV GL a également examiné le potentiel des déversements accidentels de pétrole dus aux navires qui heurtent le chevalet ou un pétrolier lors du chargement, ou qui pourraient se produire lors des transferts de cargaison au terminal maritime Canaport Énergie Est (annexe A).

3.2.1 Estimations de la Fréquence des déversements accidentels de pétrole

Dans le cadre de l'évaluation des risques pour la navigation, DNV GL a évalué la fréquence des incidents maritimes pour les pétroliers qui opèrent au terminal maritime, qui passent par la voie d'entrée ou de sortie, et qui se dirigent vers ou reviennent de l'aire de mouillage. En ce qui concerne l'évaluation pour la navigation, un incident maritime a été défini comme étant un événement non intentionnel qui peut ou non provoquer un rejet de pétrole brut. L'évaluation a pris en compte les mesures de réduction des risques et a estimé la fréquence des collisions, des échouements moteurs allumés, des échouements moteurs éteints, à l'aide du système de calcul des risques d'accident maritimes (MARCS) de DNV.

La plupart des incidents ne provoqueront pas de rejet de pétrole brut. Dans le cas du terminal maritime Canaport Énergie Est, seuls les pétroliers quittant le port ont leurs citernes chargées de pétrole brut, de sorte que seuls les incidents impliquant les pétroliers quittant le port peuvent provoquer un déversement accidentel de pétrole brut. Les pétroliers qui se dirigent vers l'aire de mouillage ou qui en reviennent ont été considérés comme étant chargés à moitié de pétrole brut. La probabilité qu'un incident impliquant un

pétrolier quittant le port provoque un déversement accidentel de pétrole brut a été estimée à l'aide du système MARCS, et l'estimation a pris en compte les facteurs suivants :

- Les dimensions et la structure des pétroliers.
- La probabilité d'échouement sur un littoral rocheux par rapport à un littoral à fond mou.
- En ce qui concerne les échouements, la probabilité que l'endommagement du bas de la coque suffise à percer une ou plusieurs citernes.
- En ce qui concerne les collisions, l'énergie absorbée par le pétrolier heurté et l'angle de la collision, et la probabilité que l'endommagement du bas de la coque suffise à percer une ou plusieurs citernes.

Pour respecter les exigences de l'ONÉ voulant que les lieux des scénarios de déversement accidentels étudiés dans l'ÉRSHE soient fondés sur le risque, le résultat du modèle du système MARCS a servi à déterminer les lieux et les zones où les collisions et les échouements sont susceptibles de se produire. Le résultat a été fourni géospaialement selon la grille du modèle MARCS. Toutefois, les résultats de la fréquence étaient trop bas (moins de $1,0E-09$ par an pour une cellule de la grille) dans la majeure partie de la zone d'étude. Les collisions sont très peu susceptibles de se produire dans la majeure partie de la zone d'étude, car la densité de la circulation des pétroliers est négligeable dans les zones en dehors du schéma de séparation de la circulation, et il n'y a que quelques parties du chemin de navigation qui ont des voies de circulation qui se croisent et où les navires sont suffisamment gros pour constituer une menace à la circulation des pétroliers à double coque.

Dans le cas des zones où les collisions et les échouements entraînant un bris de confinement (de quelque taille que ce soit) peuvent être visualisées à l'aide des données de cartographie géospaiale du modèle MARCS, ces zones ont été considérées comme un lieu potentiel de déversement accidentel, et la fréquence cumulée de toute la zone a été calculée et affectée à un seul lieu de déversement hypothétique. Les lieux où le modèle MARCS a indiqué que les collisions ou les échouements menant à un bris de confinement dans les pétroliers Suezmax, Aframax ou les très gros transporteurs de brut (TGTB) sont susceptibles de se produire sont montrés dans la figure 3-2. La fréquence du bris de confinement de chaque lieu hypothétique de collision est indiquée dans le tableau 3-2. La fréquence du bris de confinement de chaque lieu hypothétique d'échouement est indiquée dans le tableau 3-3.

Tableau 3-2 Fréquence annuelle prévue des déversements accidentels de pétrole brut entraînés par les collisions

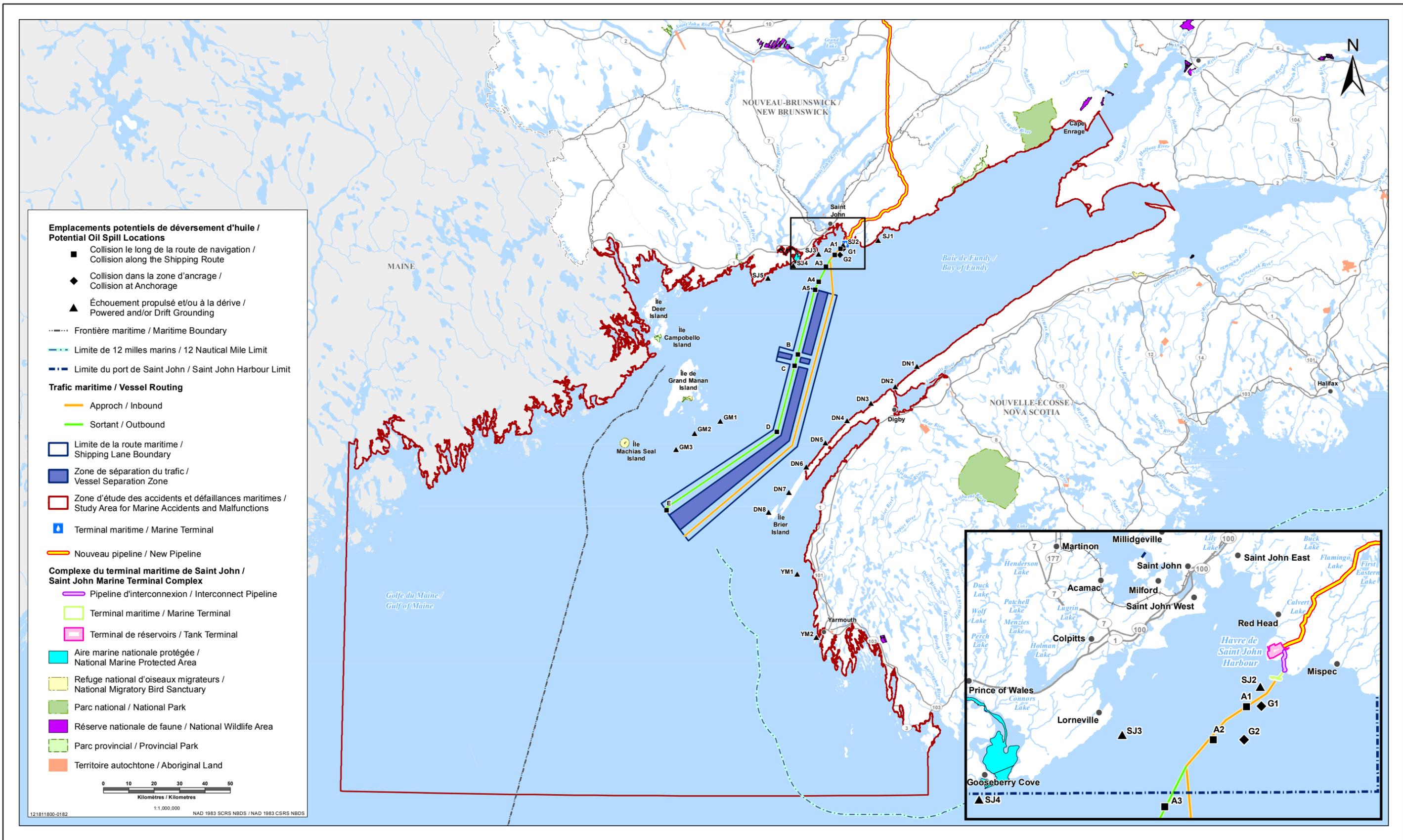
Zone	Type d'incident	Lieu de l'incident	Type de pétrolier		
			Aframax	Suezmax	TGTB
Zone du port de Saint John	Collision à quai	Terminal maritime (MT1)	1,92E-05	4,80E-05	9,86E-06
	Collision en route vers l'aire de mouillage ou au mouillage	G1	2,68E-07	7,17E-07	1,14E-07
		G2	7,52E-08	2,31E-07	1,92E-08
	Collision sur la voie de sortie	A1	1,44E-06	3,65E-06	5,93E-07
		A2	6,91E-09	4,23E-08	0
		A3	5,58E-06	1,41E-05	2,80E-06
		A4	1,93E-06	5,12E-06	8,90E-07
		A5	2,88E-08	7,64E-08	0
En dehors de la zone du port de Saint John	Collision sur la voie de sortie	B	3,28E-08	8,70E-08	0
		C	1,87E-08	4,97E-08	0
		D	9,69E-08	3,06E-07	3,15E-08
		E	2,21E-07	1,00E-06	3,27E-08
REMARQUE :					
Fréquences annuelles : une fréquence annuelle de 1,00E-05 équivaut à une valeur de 0,00001 événement par an, ou peut être exprimée comme un événement qui se produit 1 fois tous les 100 000 ans.					

Tableau 3-3 Fréquence annuelle prévue des déversements accidentels de pétrole brut entraînés par les échouements

Zone	Type d'incident	Lieu de l'incident	Type de pétrolier		
			Aframax	Suezmax	TGTB
Zone du port de Saint John	Échouement moteurs allumés et moteurs éteints au mouillage	SJ2	2,58E-05	5,29E-05	3,92E-06
	Échouement moteurs allumés et moteurs éteints le long de la voie de navigation	SJ1	1,33E-09	2,91E-09	1,88E-10
		SJ2	8,27E-05	1,42E-04	1,47E-05
		SJ3	2,17E-07	4,45E-07	3,39E-08
		SJ4	2,05E-09	4,35E-09	2,05E-10
		SJ5	2,20E-11	5,83E-11	0
En dehors de la zone du port de Saint John	Échouement moteurs éteints le long de la voie de navigation	GM1	1,40E-06	2,88E-06	2,20E-07
		GM2	1,61E-07	3,31E-07	2,53E-08
		GM3	1,59E-08	3,26E-08	2,49E-09
		DN1	4,14E-08	8,52E-08	6,45E-09
		DN2	8,23E-08	1,69E-07	1,28E-08
		DN3	1,22E-07	2,50E-07	1,90E-08
		DN4	1,19E-07	2,44E-07	1,85E-08
		DN5	1,74E-07	3,58E-07	2,73E-08
		DN6	2,23E-07	4,59E-07	3,50E-08
		DN7	1,71E-07	3,51E-07	2,68E-08
		DN8	1,64E-07	3,37E-07	2,57E-08
		YM1	6,33E-08	1,30E-07	9,91E-09
		YM2	1,35E-08	2,79E-08	2,09E-09
	Échouement moteurs allumés le long de la voie de navigation	DN6	1,31E-09	2,73E-09	1,98E-10

REMARQUE :

Fréquences annuelles : une fréquence annuelle de 1,00E-05 équivaut à une valeur de 0,00001 événement par an, ou peut être exprimée comme un événement qui se produit 1 fois tous les 100 000 ans.



PROJET OLÉODUC ÉNERGIE EST / ENERGY EAST PIPELINE PROJECT

Emplacements potentiels de déversement d'huile à cause de collisions et d'échouements / Potential Oil Spill Locations from Collisions and Groundings

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.

PRÉPARE PAR / PREPARED BY
Stantec

PRÉPARE POUR / PREPARED FOR
TransCanada

FIGURE NO. / FIGURE NO.
3-2

Dernières modifications : 24/11/2015 par : mmomsaueffeg / Last Modified: 24/11/2015 By : mmomsaueffeg

La zone du port de Saint John a une fréquence d'incidents plus grande que le reste de la zone d'étude. Cela est dû à la plus forte densité de circulation dans la zone du port de Saint John que dans le reste de la zone d'étude (c.-à-d. trafic entrant et sortant du port), et à la proximité du littoral dans toutes les zones du port, ce qui accroît la probabilité des échouements. Les échouements moteurs allumés en dehors de la zone du port de Saint John sont très peu probables, car cette zone est considérée comme une zone d'eaux libres où la profondeur de l'eau est suffisante pour les manœuvres des navires. L'échouement ne pourrait se produire que si le navire entre dans des eaux à profondeur insuffisante, ce qui ne se produirait nécessairement que loin des voies de navigation ordinaires.

Les conditions de navigation et les mesures de réduction des risques sont identiques pour les trois types de pétroliers. Le principal facteur qui contribue à la différence dans les fréquences est le nombre annuel estimé des escales au terminal maritime : les pétroliers Suezmax font deux fois et demie plus d'escales que les pétroliers Aframax, et cinq fois plus que les TGTB (annexe A). Les fréquences dépendent aussi de la configuration des pétroliers : il faut une profondeur d'indentation critique et des limites d'énergie moindres pour percer les citernes des pétroliers Suezmax et Aframax que pour les TGTB.

Les fréquences présentées dans le tableau 3-2 et le tableau 3-3 s'appliquent aux déversements accidentels de toutes les ampleurs. Les probabilités conditionnelles relatives au volume du pétrole brut déversé lors d'un déversement hypothétique sont traitées dans la section 3.2.2.

3.2.2 Estimations du Volume des déversements accidentels de pétrole

DNV GL a estimé les volumes hypothétiques de déversement accidentel de pétrole brut et leurs probabilités respectives à l'aide du logiciel NAPA (Naval Architecture Package) (DNV GL, 2015). Le logiciel applique les simulations Monte Carlo, et DNV GL a appliqué 50 000 scénarios d'endommagement produits aléatoirement par ordinateur (profondeur de pénétration et taille des orifices) pour estimer la probabilité conditionnelle des différents volumes de déversement accidentel de pétrole brut pour les trois types de pétroliers (Suezmax, Aframax et TGTB), et trois types d'accidents (collision, échouement moteurs allumés, échouement moteurs éteints).

Dans une collision le long de la voie de sortie, on suppose que le navire est entièrement chargé, et que le pétrole s'échappe d'un compartiment endommagé. Le total des volumes de cargaison des compartiments endommagés représente le volume total du pétrole déversé. Au terminal maritime (où on suppose que le pétrolier est en cours de chargement), et le long de la voie de mouillage ou à l'aire de mouillage (où on suppose que le chargement du pétrolier est interrompu pour cause de mauvais temps, et qu'on attend une éclaircie pour reprendre le chargement), on fait l'hypothèse que les citernes ne sont pas complètement chargées, mais partiellement seulement. Par conséquent, DNV GL a supposé que dans les accidents et les défaillances qui se produisent au terminal maritime, en route vers l'aire de mouillage et au mouillage, tous les pétroliers sont chargés de pétrole brut à 50 % de leur capacité maximale.

Dans la simulation d'un échouement en direction de la sortie, on procède au calcul du bilan de pression, de sorte que l'eau qui entoure le pétrolier détermine la quantité de pétrole qui se déverse du compartiment endommagé. Aux fins de cette évaluation, et en fonction de l'environnement de la zone d'étude, l'analyse a supposé une marée d'amplitude de 4,4 m. Comme il en est pour l'évaluation des

collisions, on a supposé dans les calculs que les pétroliers sont chargés à 50 % à quai, en partant de l'aire de mouillage ou en y retournant, au mouillage, et totalement chargé le long de la voie de navigation.

L'écoulement moyen (P_{50}), l'écoulement au 10^e centile (P_{10}) et au 90^e centile (P_{90}) proviennent des graphiques de répartition cumulée pour les impacts latéraux (collisions) et les impacts d'en-dessous (échouements). P_{50} est le volume de pétrole brut rejeté quand la probabilité que survienne un accident qui entraîne un déversement est de 50 %; P_{10} est le volume qu'atteindraient le plus petit des 10 % de déversements (90 % de déversements seraient plus importants que la valeur P_{10}). P_{90} est le volume que seulement 10 % de déversements pourraient dépasser (90 % de déversements seraient plus petits que la valeur P_{90}). Ces volumes d'écoulements sont résumés dans le tableau 3-4 :

Tableau 3-4 Volumes de déversement par fréquence

Type d'accident	Navire	Volume de déversement par fréquence (m ³)		
		P_{10}	P_{50}	P_{90}
Collisions sur la voie de navigation	Aframax	P_{10} : 7 290	P_{50} : 9 836	P_{90} : 19 672
	Suezmax	P_{10} : 11 254	P_{50} : 15 218	P_{90} : 30 435
	TGTB	P_{10} : 4 984	P_{50} : 17 708	P_{90} : 37 639
Collisions au quai et en route vers l'aire de mouillage	Aframax	P_{10} : 3 645	P_{50} : 4 918	P_{90} : 9 836
	Suezmax	P_{10} : 5 627	P_{50} : 7 609	P_{90} : 15 218
	TGTB	P_{10} : 2 492	P_{50} : 8 854	P_{90} : 18 819
Échouements sur la voie de navigation	Aframax	P_{10} : 2 494	P_{50} : 6 672	P_{90} : 18 315
	Suezmax	P_{10} : 3 490	P_{50} : 9 320	P_{90} : 25 539
	TGTB	P_{10} : 5 101	P_{50} : 15 445	P_{90} : 37 649
Échouements au quai et en route vers l'aire de mouillage	Aframax	P_{10} : 1 247	P_{50} : 3 336	P_{90} : 9 158
	Suezmax	P_{10} : 1 745	P_{50} : 4 660	P_{90} : 12 770
	TGTB	P_{10} : 2 551	P_{50} : 7 723	P_{90} : 18 825

3.2.3 Caractérisation de petits et gros volumes crédibles de déversements

Énergie Est a lancé un examen TERMPOL pour le terminal maritime, qui nécessite d'estimer le volume du pire cas de déversement crédible. L'ONÉ (2014) exige que l'évaluation des effets des activités du transport maritime étudie les pires scénarios crédibles de déversements et les scénarios crédibles de plus petits déversements. Ni le processus d'examen TERMPOL ni l'ONÉ ne définit le pire cas crédible. Le libellé des lignes directrices de TERMPOL (Transports Canada, 2001) laisse entendre qu'il ne faut étudier qu'un seul cas comme étant le pire volume de déversement crédible de pétrole brut. Le libellé de l'ONÉ (2014) sur les évaluations des risques pour la santé écologique et humaine indique qu'il faut étudier « les pires scénarios crédibles de déversement accidentels... et les scénarios de plus petits déversements accidentels ». Toutefois, un scénario de déversement accidentel ne se limite pas au volume déversé, car il prend en compte d'autres facteurs comme le lieu, la saison, la météo, et la marée pour aboutir à une définition complète.

Pour éviter la confusion avec le processus et la terminologie TERMPOL, l'ÉRSHE emploie les termes « plus gros » et « plus petits » pour les volumes déversés, l'usage du terme « plus grand volume de déversement accidentel » étant destiné à correspondre aux orientations de l'ONÉ, et nécessite l'étude des volumes des pires cas de déversement crédibles. Aux fins de l'évaluation des déversements stochastiques, on considère que les plus gros volumes de déversement sont ceux dont la probabilité est faible mais réelle. Différents types d'accidents (p. ex. collisions, échouements moteurs éteints, échouements moteurs allumés) ont le potentiel de rejeter différentes quantités de pétrole brut, car ils obéissent à différents mécanismes et différentes énergies.

Dans le cas des collisions, le plus grand déversement étudié pour l'évaluation du déversement stochastique est représenté par le volume de déversement P_{90} (tableau 3-5). Le volume de déversement P_{90} est différent pour chaque type de pétrolier (Aframax, Suezmax et TGTB). Les plus petits volumes de déversement dans les cas de collision (tableau 3-6) ont été fondés sur le volume de déversement P_{50} .

Tableau 3-5 Plus gros volumes de déversement

Lieu	Type d'incident	Navire	Fréquence de déversement (par an)	Probabilité de répartition en % des fréquences de déversement	Volumes de déversement appliqués à la modélisation stochastique (m ³)	Volume intégré de déversement (m ³) [fréquence par an]	Probabilité de répartition en % des fréquences de déversement par type d'accident	Plus grand volume de déversement appliqué à la modélisation déterministe (m ³) [fréquence par an]
Déversements au terminal maritime	Chevalet	–	7,23E-05 ¹	–	1 786	–	–	–
Déversements de navires dans le port de Saint John	Collisions – à quai et en route vers l'aire de mouillage	Aframax	1,95E-05	25 %	P ₉₀ : 9 836	14 337 [7,84E-05]	17,9 %	10 595 [4,37E-04]
		Suezmax	4,89E-05	62 %	P ₉₀ : 15 218			
		TGTB	1,00E-05	13 %	P ₉₀ : 18 819			
	Échouements (moteurs allumés et moteurs éteints) – en route vers l'aire de mouillage	Aframax	2,58E-05	31 %	P ₅₀ : 3 336	4 392 [8,26E-05]	18,9 %	
		Suezmax	5,29E-05	64 %	P ₅₀ : 4 660			
		TGTB	3,92E-06	5 %	P ₅₀ : 7 723			
	Échouements (moteurs allumés et moteurs éteints) – sur la voie de navigation	Aframax	8,29E-05	35 %	P ₅₀ : 6 672	8 781 [2,40E-04]	54,9 %	
		Suezmax	1,42E-04	59 %	P ₅₀ : 9 320			
		TGTB	1,47E-05	6 %	P ₅₀ : 15 445			
	Collisions – sur la voie de navigation	Aframax	8,99E-06	25 %	P ₉₀ : 19 672	28 619 [3,63E-05]	8,3 %	
		Suezmax	2,30E-05	63 %	P ₉₀ : 30 435			
		TGTB	4,28E-06	12 %	P ₉₀ : 37 639			

Tableau 3-5 Plus gros volumes de déversement

Lieu	Type d'incident	Navire	Fréquence de déversement (par an)	Probabilité de répartition en % des fréquences de déversement	Volumes de déversement appliqués à la modélisation stochastique (m ³)	Volume intégré de déversement (m ³) [fréquence par an]	Probabilité de répartition en % des fréquences de déversement par type d'accident	Plus grand volume de déversement appliqué à la modélisation déterministe (m ³) [fréquence par an]
Déversements de navires en dehors du port de Saint John	Échouements moteurs éteints – sur la voie de navigation	Aframax	2,75E-06	31 %	P ₅₀ : 6 672	8 795 [8,83E-06]	81 %	12 436 [1,08E-05]
		Suezmax	5,65E-06	64 %	P ₅₀ : 9 320			
		TGTB	4,31E-07	5 %	P ₅₀ : 15 445			
	Échouements moteurs allumés – sur la voie de navigation	Aframax	1,31E-09	31 %	P ₉₀ : 18 315	23 872 [4,24E-09]	0,04 %	
		Suezmax	2,73E-09	64 %	P ₉₀ : 25 539			
		TGTB	1,98E-10	5 %	P ₉₀ : 37 649			
	Collisions – sur la voie de navigation	Aframax	4,05E-07	20 %	P ₉₀ : 19 672	28 494 [2,00E-06]	18 %	
		Suezmax	1,54E-06	77 %	P ₉₀ : 30 435			
		TGTB	6,42E-08	3 %	P ₉₀ : 37 639			
REMARQUE :								
Fréquences annuelles : une fréquence annuelle de 1,00E-05 équivaut à une valeur de 0,00001 événement par an, ou peut être exprimée comme un événement qui se produit 1 fois tous les 100 000 ans.								

Tableau 3-6 Plus petits volumes de déversement

Lieu	Type d'incident	Navire	Fréquence de déversement (par an)	Probabilité de répartition en % des fréquences de déversement	Volumes de déversement appliqués à la modélisation stochastique (m ³)	Volume intégré de déversement (m ³) [fréquence par an]	Probabilité de répartition en % des fréquences de déversement par type d'accident	Plus petit volume de déversement appliqué à la modélisation déterministe (m ³) [fréquence par an]
Déversements au terminal maritime	Opérations de chargement	-	2,05E-03 ¹	-	43	-	-	-
Déversements de navires dans le port de Saint John	Collisions – à quai et en route vers l'aire de mouillage	Aframax	1,95E-05	25 %	P ₅₀ : 4 918	7 098 [7,84E-05]	17,9 %	Sans objet [4,37E-04]
		Suezmax	4,89E-05	62 %	P ₅₀ : 7 609			
		TGTB	1,00E-05	13 %	P ₅₀ : 8 854			
	Échouements (moteurs allumés et moteurs éteints) – en route vers l'aire de mouillage	Aframax	2,58E-05	31 %	P ₁₀ : 1 247	1 628 [8,26E-05]	18,9 %	
		Suezmax	5,29E-05	64 %	P ₁₀ : 1 745			
		TGTB	3,92E-06	5 %	P ₁₀ : 2 551			
	Échouements (moteurs allumés et moteurs éteints) – sur la voie de navigation	Aframax	8,29E-05	35 %	P ₁₀ : 2 494	3 245 [2,40E-04]	54,9 %	
		Suezmax	1,42E-04	59 %	P ₁₀ : 3 490			
		TGTB	1,47E-05	6 %	P ₁₀ : 5 101			
	Collisions – sur la voie de navigation (à vitesse de croisière)	Aframax	8,99E-06	25 %	P ₅₀ : 9 836	14 178 [3,63E-05]	8,3 %	
		Suezmax	2,30E-05	63 %	P ₅₀ : 15 218			
		TGTB	4,28E-06	12 %	P ₅₀ : 17 708			

Tableau 3-6 Plus petits volumes de déversement

Lieu	Type d'incident	Navire	Fréquence de déversement (par an)	Probabilité de répartition en % des fréquences de déversement	Volumes de déversement appliqués à la modélisation stochastique (m ³)	Volume intégré de déversement (m ³) [fréquence par an]	Probabilité de répartition en % des fréquences de déversement par type d'accident	Plus petit volume de déversement appliqué à la modélisation déterministe (m ³) [fréquence par an]
Déversements de navires en dehors du port de Saint John	Échouements moteurs éteints – sur la voie de navigation	Aframax	2,75E-06	31 %	P ₁₀ : 2 494	3 259 [8,83E-06]	81 %	Sans objet [1,08E-05]
		Suezmax	5,65E-06	64 %	P ₁₀ : 3 490			
		TGTB	4,31E-07	5 %	P ₁₀ : 5 101			
	Échouements moteurs allumés – sur la voie de navigation	Aframax	1,31E-09	31 %	P ₅₀ : 6 672	8 788 [4,24E-09]	0,04 %	
		Suezmax	2,73E-09	64 %	P ₅₀ : 9 320			
		TGTB	1,98E-10	5 %	P ₅₀ : 15 445			
	Collisions – sur la voie de navigation	Aframax	4,05E-07	20 %	P ₅₀ : 9 836	14 212 [2,00E-06]	18 %	
		Suezmax	1,54E-06	77 %	P ₅₀ : 15 218			
		TGTB	6,42E-08	3 %	P ₅₀ : 17 708			
REMARQUE :								
Fréquences annuelles : une fréquence annuelle de 1,00E-05 équivaut à une valeur de 0,00001 événement par an, ou peut être exprimée comme un événement qui se produit 1 fois tous les 100 000 ans.								

Dans le cas des échouements à moteurs éteints et moteurs allumés dans la zone du port de Saint John, le plus grand volume de déversement étudié pour l'évaluation du déversement stochastique est représenté par le volume de déversement P_{50} (Tableau 3-5). Comme l'indique l'annexe A, le volume de déversement P_{90} a été considéré comme étant trop peu probable pour l'appliquer aux navires dans le port de Saint John, car :

- Le modèle NAPA se fonde sur des données globales où les navires avancent à vitesse de croisière la plupart du temps, tandis que dans la zone du port de Saint John, les navires seront attachés aux remorqueurs et avanceront à vitesse réduite.
- Les remorqueurs sont capables de réduire la vitesse du pétrolier en cas d'échouement à moteurs allumés, et sont capables d'empêcher le pétrolier aux moteurs éteints d'échouer par dérive.
- Les remorqueurs sont capables de soutenir un pétrolier dérivant dans la partie de la voie de navigation qui se trouve dans la zone du port de Saint John, où les pétroliers ne sont pas attachés aux remorqueurs.

Par conséquent, étant donné la faible vitesse des pétroliers et la disponibilité de remorqueurs dans le port de Saint John, le volume de déversement P_{50} en cas d'échouement est utilisé pour l'évaluation stochastique des plus gros déversements causés par les échouements, et P_{10} convient à l'évaluation stochastique des plus petits déversements causés par les échouements (tableau 3-6).

Dans le cas des échouements moteurs allumés en dehors de la zone du port de Saint John, les navires sont censés avancer à vitesse de croisière normale. Par conséquent, le volume de déversement P_{90} convient à l'évaluation stochastique des plus gros volumes de déversement (tableau 3-5), et le volume de déversement P_{50} convient aux plus petits déversements (tableau 3-6). Toutefois, l'énergie produite en cas d'échouement moteurs éteints est considérablement plus petite qu'en cas d'échouement moteurs allumés, car un navire aux moteurs éteints ne fait que dériver et avance moins vite qu'un navire aux moteurs allumés. Par conséquent, un échouement ne devrait pas produire les mêmes dégâts selon que les moteurs sont éteints ou allumés. Sur ce constat, le volume de déversement P_{50} est approprié pour définir les plus gros volumes de déversement dans l'évaluation stochastique des échouements moteurs éteints en dehors de la zone du port de Saint John (tableau 3-5), tandis que le volume de déversement P_{10} est approprié pour définir les plus petits volumes de déversement (tableau 3-6).

Pour l'évaluation déterministe des déversements de pétrole brut, les volumes de déversement qui proviennent des trois types de pétroliers et des différents types d'accidents ont été intégrés comme un volume moyen pondéré selon la fréquence prévue de chaque perte de confinement. Ainsi, des volumes de plus gros et plus petits déversements ont été obtenus pour les navires circulant dans le port de Saint John et en dehors du port (tableau 3-5 et tableau 3-6). Le grand volume de déversement ainsi obtenu pour les navires qui opèrent dans le port de Saint John ($10\,595\text{ m}^3$) correspond au pire des scénarios de déversement crédible employé dans l'analyse TERMPOL.

Les opérations au terminal maritime peuvent également provoquer des déversements, surtout lors du transbordement ou si un chevalet s'effondre après un choc par un navire. DNV GL a évalué le risque de déversements de pétrole causés par le transbordement selon la fréquence de défaillance du bras de

chargement, une défaillance dans le raccordement à libération rapide, une défaillance de la tuyauterie du navire, une erreur de l'opérateur et une défaillance dans le mouillage (annexe A). La fréquence annuelle totale des transbordements qui pourrait provoquer un déversement a été calculée à $2,1E-03$ par an, et à un volume de 43 m^3 . Ce volume a été calculé en pondérant les volumes de déversement des différents chargements selon la fréquence.

En ce qui concerne les impacts sur le chevalet, le volume de déversement est lié aux conditions opérationnelles du terminal maritime, aux débits, et au temps de fermeture de la vanne d'isolement. La fréquence des impacts sur le chevalet qui provoquent un déversement a été calculée à $7,23 E-05$ par an. DNV GL a suivi une démarche similaire à celle employée dans les transbordements pour arriver à un volume de déversement pondéré de $1\,786 \text{ m}^3$ (annexe A).

Dans le cadre de l'évaluation par modélisation stochastique, les déversements provoqués aux impacts sur le chevalet ont servi à évaluer les effets environnementaux des plus gros volumes de déversements liés au fonctionnement du terminal maritime (tableau 3-5), tandis que les déversements provoqués par les transbordements ont servi à évaluer les effets environnementaux des plus petits déversements liés aux plus petits volumes de déversements (tableau 3-6). Étant donné que les volumes des déversements provoqués par les opérations du terminal maritime sont considérablement plus petites que ceux provoqués par les accidents des navires, la modélisation déterministe n'a pas été réalisée pour les opérations du terminal maritime.

3.3 Sélection de pétroles bruts représentatifs

Divers pétroles bruts seront transportés dans le cadre du projet. Les orientations de l'ONÉ (2014) pour l'évaluation des accidents et défaillances provoqués par les activités de navigation maritime nécessitent la prise en considération de tous les « types d'hydrocarbures qui risquent de se déverser ». Par conséquent, l'ÉRSHE évalue les effets potentiels sur les récepteurs humains et écologiques de déversements hypothétiques de pétroles bruts légers, moyens et lourds qui sont représentatifs de la gamme d'hydrocarbures qui seront transportés dans le cadre du projet. Selon les renseignements fournis par Énergie Est, trois pétroles bruts ont été échantillonnés et analysés pour représenter cette gamme de pétroles bruts qui pourraient être transportés dans le cadre du projet : un pétrole brut léger (Bakken, BAK), un pétrole brut synthétique moyen (Husky Synthetic Blend, HSB) et un pétrole brut lourd à bitume dilué (Western Canadian Select, WCS).

3.3.1 Pétrole brut léger (BAK)

Le pétrole brut de la région de Bakken se caractérise par sa grande proportion d'hydrocarbures légers, et quelques constituants lourds. Le pétrole brut Bakken a aussi une faible teneur en soufre, raison pour laquelle il est classé comme un pétrole brut non corrosif. Il est le plus léger des pétroles bruts représentatifs qui devraient être transportés dans le cadre du projet.

Le pétrole brut Bakken a une très haute densité (42,1) selon l'API (American Petroleum Institute), indiquant qu'il flotte sur l'eau. Il contient une fraction bien plus petite de composés moléculaires lourds

que d'autres pétroles bruts à valeur API plus faible. Les pétroles à faible viscosité, comme le pétrole brut Bakken, peut former des pellicules fines sur la surface de l'eau qui l'exposent plus à l'environnement, intensifiant les processus d'altération, comme l'évaporation, la dispersion et la photodégradation. Comme d'autres pétroles bruts, le pétrole BAK peut former des émulsions avec l'eau, mais ces émulsions sont moins stables que celles observées avec les pétroles bruts lourds. En comparaison avec les autres pétroles bruts représentatifs, le pétrole BAK contient généralement une forte proportion d'alcanes à chaîne droite, de benzène, de toluène, d'éthylbenzène et de xylènes (BTEX).

3.3.2 Pétrole brut moyen (HSB)

Le bitume peut être partiellement raffiné (c.-à-d. valorisé) pour créer un pétrole brut synthétique, processus qui élimine un grand nombre de composés moléculaires lourds présents dans le bitume (p. ex. asphaltènes). Le pétrole brut synthétique représentatif, HSB, a une densité API de 32,2, indiquant qu'il flotte sur l'eau (Crude Monitor, 2013). Le pétrole brut synthétique est comparable aux pétroles bruts conventionnels mi-lourds.

Les processus environnementaux (p. ex. propagation, évaporation et émulsification) sont intermédiaires par rapport aux pétroles BAK et WCS. Le pétrole HSB a également des concentrations faibles à intermédiaires de BTEX par rapport à ces pétroles bruts.

3.3.3 Pétrole brut lourd (WCS)

Le pétrole extrait des sables bitumineux de l'Alberta s'appelle le bitume. Il est très visqueux et a la consistance du beurre d'arachide. Pour que le bitume puisse être transporté par oléoduc, il est mélangé à un diluant (un hydrocarbure plus léger, comme un condensat ou un pétrole brut synthétique), et transporté sous forme de bitume dilué. Zhou *et al.* (2015) ont comparé les bitumes dilués, y compris le pétrole WCS, à d'autres pétroles bruts de l'ouest du Canada. Ils ont conclu que les bitumes dilués sont très similaires aux pétroles bruts lourds conventionnels en ce qui concerne leur contenu en benzène, toluène, éthylbenzène et xylènes (BTEX), hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP), indice d'acidité, soufre et métaux (vanadium et nickel). Comparativement aux pétroles bruts conventionnels légers et moyens, la teneur en BTEX est plus faible dans les bitumes dilués. Même si les données étaient limitées, les HAP alkylés et les HAP priorités par l'Environmental Protection Agency des États-Unis avaient des concentrations plus faibles dans les bitumes dilués. Par conséquent, le pétrole WCS est un représentatif adéquat d'un pétrole brut lourd.

Le pétrole WCS a une densité API de 20,7, indiquant qu'il flotte sur l'eau. Étant donné qu'il est plus visqueux que les pétroles bruts légers et moyens, il s'éparpille sur le sol et l'eau à un rythme plus faible. En raison de leur forte viscosité, les pétroles bruts lourds ne se dispersent pas facilement dans l'environnement sous forme de petites gouttelettes (Zhou *et al.*, 2015). Comme d'autres pétroles bruts, le bitume dilué peut former des émulsions (c.-à-d. des mélanges d'eau et d'huile). En raison de la plus grande proportion de composés moléculaires lourds, les émulsions faites de pétrole WCS devraient être plus stables, et persister plus longtemps dans l'environnement, que les émulsions formées par les pétroles bruts plus légers.

3.4 Caractérisation de pétroles bruts représentatifs

En appui à la modélisation du devenir et du comportement des pétroles bruts dans le milieu marin, et l'analyse de la toxicité des pétroles déversés dans ce milieu, Énergie Est a obtenu un échantillon de chaque produit représentatif. Les échantillons ont été soumis à Maxxam Analytics (Maxxam) pour analyses physiques et chimiques détaillées, comme précisé ci-dessous. Des copies des certificats originaux de laboratoire se trouvent dans l'annexe B.

3.4.1 Propriétés physiques des produits représentatifs

Des échantillons d'hydrocarbures représentatifs ont été soumis à Maxxam pour subir les analyses suivantes :

- masse volumique (à l'état d'origine et altéré);
- point d'éclair (état d'origine);
- point d'écoulement (état d'origine);
- viscosité (état d'origine).

Le tableau 3-7 présente les propriétés physiques d'échantillons à l'état d'origine et d'échantillons artificiellement altérés de produits représentatifs. Ces données peuvent différer légèrement d'autres valeurs publiées qui décrivent ces pétroles bruts, car elles proviennent de l'analyse directe d'un échantillon. L'altération a été évaluée selon la perte d'hydrocarbures volatils à température ambiante, dans une hotte pendant quatre jours. Les résultats obtenus pour les échantillons des produits représentatifs dans leur état d'origine indiquent que le pétrole BAK est un produit généralement léger, dont la masse volumique absolue est légèrement inférieure à 800 kg/m^3 et une viscosité d'environ 2 cSt à $15 \text{ }^\circ\text{C}$. À titre de comparaison, le pétrole HSB est légèrement plus lourd, à une masse volumique absolue d'environ 870 kg/m^3 et une viscosité d'environ 15 cSt à $15 \text{ }^\circ\text{C}$, tandis que le pétrole WCS est le plus lourd des trois produits représentatifs, avec une masse volumique absolue d'environ 925 kg/m^3 et une viscosité autour de 260 cSt à $15 \text{ }^\circ\text{C}$. Les trois produits représentatifs présentent également une viscosité qui baisse avec une augmentation de température.

Tableau 3-7 Propriétés physiques de pétroles bruts représentatifs

Propriétés	Unités	BAK (d'origine)	BAK (altéré)	HSB (d'origine)	HSB (altéré)	WCS (d'origine)	WCS (altéré)
Masse volumique absolue à 15 °C	kg/m ³	799	885,4	869,1	895	925,8	965,9
Densité relative mesurée à 15 °C	S.O.	0,7997	0,8862	0,8699	0,8958	0,9266	0,9668
Densité API à 15 °C	S.O.	45,4	28,2	31,2	26,5	21,2	14,9
Point d'éclair en vase clos	°C	< -35	–	< -35	–	< -35	–
Point d'écoulement	°C	< -65	–	-42	–	-33	–
Équivalent gaz/liquide	m ³ gaz/ m ³ liquide	S.O.	–	83	–	79,6	–
Viscosité à 0 °C	cSt	2,814	–	32,42	–	806	–
Viscosité à 5 °C	cSt	2,538	–	24,3	–	534,6	–
Viscosité à 15 °C	cSt	2,101	–	14,22	–	258,2	–
Viscosité à 25 °C	cSt	S.O.	–	8,935	–	139	–
Viscosité à 40 °C	cSt	S.O.	–	5,58	–	64,62	–
Indice d'acide naphthénique	mgKOH/g	0,14	–	0,12	–	1,00	–
<p>REMARQUES :</p> <p>Résultats obtenus de Maxxam Analytics (annexe B)</p> <p>API American Petroleum Institute</p> <p>S.O. Sans objet</p> <p>« – » Non disponible</p> <p>Échantillons représentatifs des hydrocarbures pétroliers :</p> <p>BAK Pétrole brut léger Bakken</p> <p>HSB Pétrole semi-synthétique Husky</p> <p>WCS Pétrole Western Canadian Select</p>							

3.4.2 Propriétés chimiques des produits représentatifs

Des échantillons de produits représentatifs ont été soumis à Maxxam pour subir les analyses chimiques suivantes :

- métaux en traces (état d'origine)
- hydrocarbures pétroliers (BTEX et Canada Wide Standard [CWS]) – fractions d'hydrocarbures, à l'état d'origine et altérés)
- hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP parents et alkylés, d'origine et altérés)
- phénols (état d'origine)
- composés organiques volatils (COV, état d'origine)
- saturés, aromatiques, polaires et asphaltènes (d'origine et altérés)
- composés soufrés (état d'origine)

Le Tableau 3-8 présente les concentrations des éléments en traces et des composés organiques analysés dans les échantillons d'origine et altérés des produits représentatifs.

La plupart des métaux démontraient des concentrations non détectables à faibles dans les trois produits d'origine représentatifs avec les métaux aux concentrations plus élevées étant le nickel, le soufre et le vanadium. Les plus fortes concentrations de métaux ont été généralement observées dans le pétrole WCS. Les phénols, les COV (compris dans les ensembles analytiques de Maxxam) et les composés soufrés ont généralement été observés à des concentrations faibles ou non détectables, sauf quelques exceptions (tableau 3-8).

Les concentrations de BTEX étaient généralement les plus élevées dans le pétrole BAK d'origine, le plus léger des produits représentatifs, suivi du pétrole WCS d'origine et du pétrole HSB d'origine. Les fractions d'hydrocarbures du pétrole CWS avaient des signatures légèrement différentes des trois produits représentatifs d'origine (figure 3-3). Le pétrole BAK et le pétrole WCS contenaient une répartition généralement égale d'hydrocarbures aliphatiques et aromatiques, le pétrole BAK présentant une plus grande proportion de composés aliphatiques. Le pétrole HSB contrastait avec les autres produits représentatifs, par une proportion accrue de composés aliphatiques et aromatiques, et un nombre carbone accru jusqu'à $>C_{21}-C_{34}$. La plus forte concentration d'asphaltènes a été trouvée dans le pétrole WCS (environ 7 %). On n'a pas détecté d'asphaltènes dans le pétrole BAK d'origine, et on en a détecté légèrement au-dessus de la limite de détection dans le pétrole HSB d'origine (0,2 %). Des trois produits représentatifs d'origine, le pétrole BAK présentait les plus fortes concentrations de HAP, soit une concentration totale de HAP d'environ 18 000 mg/kg. La concentration totale de HAP dans le pétrole WCS d'origine et le pétrole HSB d'origine étaient d'environ 9 100 mg/kg et 6 300 mg/kg respectivement. De plus amples précisions se trouvent dans le tableau 3-8.

Tableau 3-8 Propriétés chimiques de pétroles bruts représentatifs

Composés	BAK d'origine (mg/kg)	BAK altéré (mg/kg)	HSB d'origine (mg/kg)	HSB altéré (mg/kg)	WCS d'origine (mg/kg)	WCS altéré (mg/kg)
Aluminium (Al)	< 1	–	< 1	–	1	–
Barium (Ba)	< 1	–	< 1	–	< 1	–
Béryllium (Be)	< 1	–	< 1	–	< 1	–
Bore (B)	< 1	–	< 1	–	1	–
Cadmium (Cd)	< 1	–	< 1	–	< 1	–
Calcium (Ca)	< 1	–	< 1	–	1	–
Chrome (Cr)	< 1	–	< 1	–	< 1	–
Cobalt (Co)	< 1	–	< 1	–	< 1	–
Cuivre (Cu)	< 1	–	< 1	–	< 1	–
Fer (Fe)	< 1	–	< 1	–	3	–
Plomb (Pb)	< 1	–	< 1	–	< 1	–
Lithium (Li)	< 1	–	< 1	–	< 1	–
Magnésium (Mg)	< 1	–	< 1	–	< 1	–
Manganèse (Mn)	< 1	–	< 1	–	< 1	–
Mercuré (Hg)	< 0,01	–	< 0,01	–	0,018	–
Molybdène (Mo)	< 1	–	< 1	–	5	–
Nickel (Ni)	2,2	–	< 0,5	–	51,4	–
Phosphore (P)	< 0,5	–	< 0,5	–	< 0,5	–
Potassium (K)	< 1	–	< 1	–	< 1	–
Silicium (Si)	< 1	–	< 1	–	< 1	–
Argent (Ag)	< 1	–	< 1	–	< 1	–
Sodium (Na)	3	–	< 1	–	5	–
Strontium (Sr)	< 1	–	< 1	–	< 1	–
Soufre (S)	1 330	–	2 650	–	36 000	–
Étain (Sn)	< 1	–	< 1	–	< 1	–
Titane (Ti)	< 1	–	< 1	–	3	–
Vanadium (V)	< 1	–	< 1	–	122	–
Zinc (Zn)	< 1	–	< 1	–	< 1	–
Sulfure d'hydrogène (H ₂ S)	1	–	< 0,5	–	< 0,5	–
Sulfure de carbonyle	0,6	–	< 0,5	–	< 0,5	–

Tableau 3-8 Propriétés chimiques de pétroles bruts représentatifs

Composés	BAK d'origine (mg/kg)	BAK altéré (mg/kg)	HSB d'origine (mg/kg)	HSB altéré (mg/kg)	WCS d'origine (mg/kg)	WCS altéré (mg/kg)
Méthanethiol	< 0,5	–	36,6	–	< 0,5	–
Éthanethiol	< 0,5	–	39,5	–	< 0,5	–
Sulfure de diméthyle	< 0,5	–	< 0,5	–	< 0,5	–
Disulfure de carbone	< 0,5	–	< 0,5	–	< 0,5	–
Iso-Propanethiol	< 0,5	–	8	–	< 0,5	–
t-Butanethiol	< 0,5	–	< 0,5	–	< 0,5	–
Sulfure d'éthyle et de méthyle	< 0,5	–	< 0,5	–	< 0,5	–
n-Propanethiol	< 0,5	–	7,4	–	< 0,5	–
Thiophène/sec-Butanethiol	< 0,5	–	< 0,5	–	< 0,5	–
Sulfure de diéthyle	< 0,5	–	< 0,5	–	< 0,5	–
Iso-Butanethiol	< 0,5	–	< 0,5	–	< 0,5	–
n-Butanethiol	< 0,5	–	< 0,5	–	< 0,5	–
Disulfure de diméthyle	< 0,5	–	4,6	–	< 0,5	–
n-Pentanethiol	< 0,5	–	< 0,5	–	< 0,5	–
n-Hexanethiol	< 0,5	–	< 0,5	–	< 0,5	–
n-Heptanethiol	0,9	–	< 0,5	–	< 0,5	–
Méthane (C ₁)	< 100	< 100	< 100	< 100	< 100	< 100
Éthane (C ₂)	500	400	< 100	< 100	< 100	< 100
Propane (C ₃)	9 900	9 300	2 400	< 100	500	100
Isobutane (iC ₄)	5 700	5 800	2 500	< 100	4 500	1 000
n-Butane (nC ₄)	24 000	24 800	15 200	< 100	13 800	2 000
Isopentane (iC ₅)	13 100	13 600	3 900	< 100	19 700	4 500
n-Pentane (nC ₅)	22 400	23 300	7 000	< 100	20 300	3 200
C ₆ - C ₈ aliphatique	200 000	140 000	28 000	< 720	23 000	19 000
>C ₈ - C ₁₀ aliphatique	87 000	52 000	14 000	1 700	6 400	6 700
>C ₁₀ - C ₁₂ aliphatique	83 000	99 000	33 000	31 000	26 000	20 000
>C ₁₂ - C ₁₆ aliphatique	130 000	160 000	110 000	160 000	62 000	61 000
>C ₁₆ - C ₂₁ aliphatique	97 000	130 000	170 000	270 000	72 000	74 000
>C ₂₁ - C ₃₄ aliphatique	100 000	130 000	270 000	360 000	110 000	110 000
> C ₃₄ aliphatique (jusqu'à C ₅₀)	32 000	39 000	47 000	47 000	57 000	46 000

Tableau 3-8 Propriétés chimiques de pétroles bruts représentatifs

Composés	BAK d'origine (mg/kg)	BAK altéré (mg/kg)	HSB d'origine (mg/kg)	HSB altéré (mg/kg)	WCS d'origine (mg/kg)	WCS altéré (mg/kg)
Benzène	1 000	760	180	< 0,3	1 100	290
Toluène	2 800	2 000	970	20	2 000	660
Éthylbenzène	1 200	800	470	13	230	100
Xylènes (Total)	5 100	3 400	1 500	80	1 600	780
>C ₈ - C ₁₀ aromatique	12 000	6 200	< 6 000	820	< 6 000	1 600
>C ₁₀ - C ₁₂ aromatique	25 000	4 700	20 000	9 700	7 700	6 800
>C ₁₂ - C ₁₆ aromatique	41 000	7 800	54 000	24 000	14 000	18 000
>C ₁₆ - C ₂₁ aromatique	40 000	8 200	97 000	50 000	27 000	33 000
>C ₂₁ - C ₃₄ aromatique	50 000	14 000	140 000	90 000	69 000	77 000
> C ₃₄ aromatique (jusqu'à C ₅₀)	17 000	7 300	21 000	< 10 000	59 000	56 000
F1 (C ₆ - C ₁₀ hydrocarbures)	320 000	280 000	56 000	2 600	31 000	25 000
F2 (C ₁₀ - C ₁₆ hydrocarbures)	230 000	280 000	170 000	170 000	91 000	91 000
F3 (C ₁₆ - C ₃₄ hydrocarbures)	250 000	310 000	560 000	690 000	270 000	290 000
F4 (C ₃₄ - C ₅₀ hydrocarbures)	45 000	55 000	54 000	61 000	110 000	120 000
Saturés	666 000	575 000	770 000	776 000	337 000	297 000
Aromatiques	256 000	292 000	191 000	198 000	260 000	278 000
Polaires	79 000	132 000	36 000	26 000	332 000	349 000
Asphaltènes	< 1 000	< 1 000	2 000	< 1 000	71 000	75 000
Acénaphène	9,5	8,5	< 0,44	3,6	14	16
C ₁ -Acénaphène	3,1	< 0,5	< 0,44	< 0,5	9,9	6,3
Acénaphthylène	< 0,5	< 0,5	< 0,44	2,4	< 0,42	< 0,5
Acridine	11	< 0,99	< 0,89	< 1	17	5,5
Anthracène	< 0,81	< 0,4	< 2,6	7,7	< 1,4	< 0,5
Benzo[a]anthracène	1,1	1,5	0,96	1,8	2,7	3,7
Benzo[b&j]fluoranthène	1,4	2	< 3,3	4,6	6,2	7,6
Benzo[k]fluoranthène	< 0,5	< 0,5	< 0,44	< 0,5	< 0,96	1
Benzo[g,h,i]pérylène	0,78	1,3	18	32	4,6	5,6
Benzo[c]phénanthrène	< 0,5	< 0,5	< 0,44	< 0,5	< 0,42	1,1
Benzo[a]pyrène	< 0,5	< 0,5	< 0,44	0,92	4,8	5,2
Benzo[e]pyrène	4,2	5,4	5,4	9,1	6,4	8

Tableau 3-8 Propriétés chimiques de pétroles bruts représentatifs

Composés	BAK d'origine (mg/kg)	BAK altéré (mg/kg)	HSB d'origine (mg/kg)	HSB altéré (mg/kg)	WCS d'origine (mg/kg)	WCS altéré (mg/kg)
Chrysène	9,2	8,4	< 0,76	2	6,3	8,3
Dibenzo[a,h]anthracène	< 0,87	< 0,5	< 0,44	< 0,5	1	1,5
Fluoranthène	< 0,5	< 0,5	3,4	6,3	5,4	6,3
Fluorène	17	19	21	46	34	41
C ₁ -fluorène	180	190	170	270	140	180
C ₂ -fluorène	410	470	440	730	300	360
C ₃ -fluorène	930	990	1 200	2 100	640	920
Indéno[1,2,3-cd]pyrène	< 0,5	< 0,5	< 3,4	5,1	2,6	3,1
Indéno[1,2,3-cd]fluoranthène	< 0,5	< 0,5	< 0,44	< 0,5	< 0,42	< 0,5
Naphtalène	210	230	< 13	14	44	43
1-Méthylnaphtalène	560	560	16	21	93	98
2-Méthylnaphtalène	770	780	23	33	140	150
C ₁ -naphtalène	1 400	1 300	41	53	250	260
C ₂ -naphtalène	3 600	3 900	120	200	810	840
C ₃ -naphtalène	3 500	3 600	160	240	950	1 000
C ₄ -naphtalène	2 300	2 600	210	350	910	1 000
Phénanthrène	79	77	13	23	74	83
Pérylène	< 0,5	< 0,5	0,77	< 0,5	9,6	10
Pyrène	1,7	4,2	52	75	12	13
Quinoline	NC	NC	NC	NC	NC	NC
Rétène	14	13	30	46	62	66
Biphényle	18	20	88	120	11	14
C ₁ -biphényle	260	150	510	750	85	73
C ₂ -biphényle	190	220	500	840	120	120
Dibenzothiophène	18	20	< 0,44	< 0,5	39	49
C ₁ -dibenzothiophène	140	160	44	57	230	300
C ₂ -dibenzothiophène	340	390	340	520	670	820
C ₃ -dibenzothiophène	210	230	270	480	450	500
C ₄ -dibenzothiophène	110	140	260	390	270	310
C ₁ -phénanthrène/anthracène	480	470	120	150	290	320

Tableau 3-8 Propriétés chimiques de pétroles bruts représentatifs

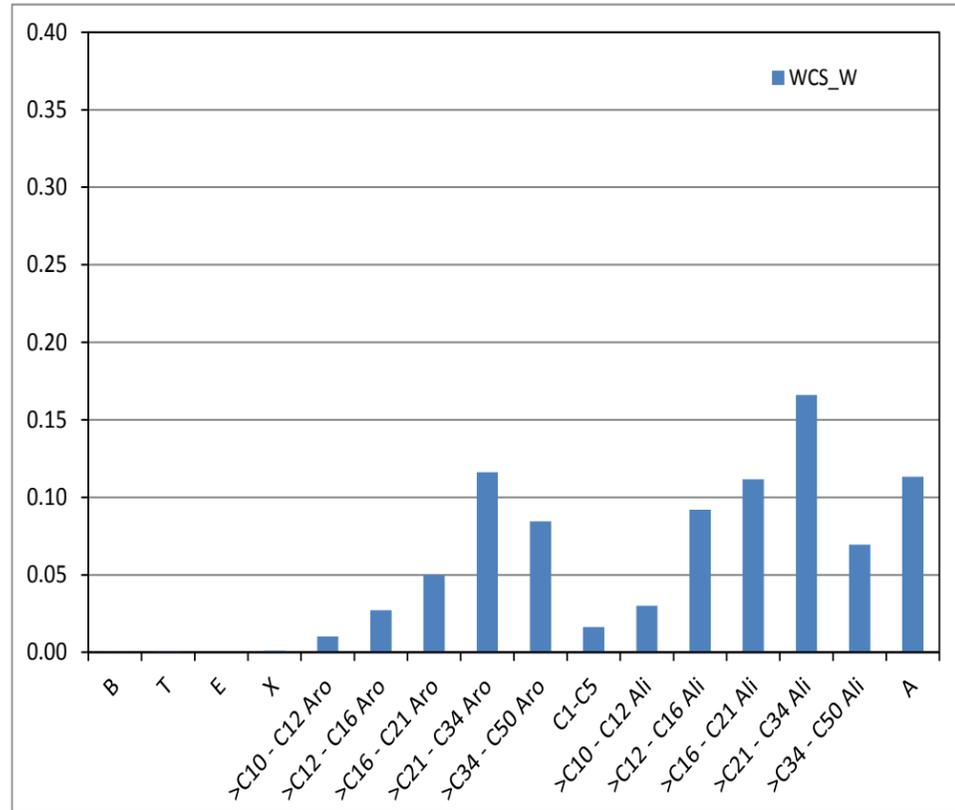
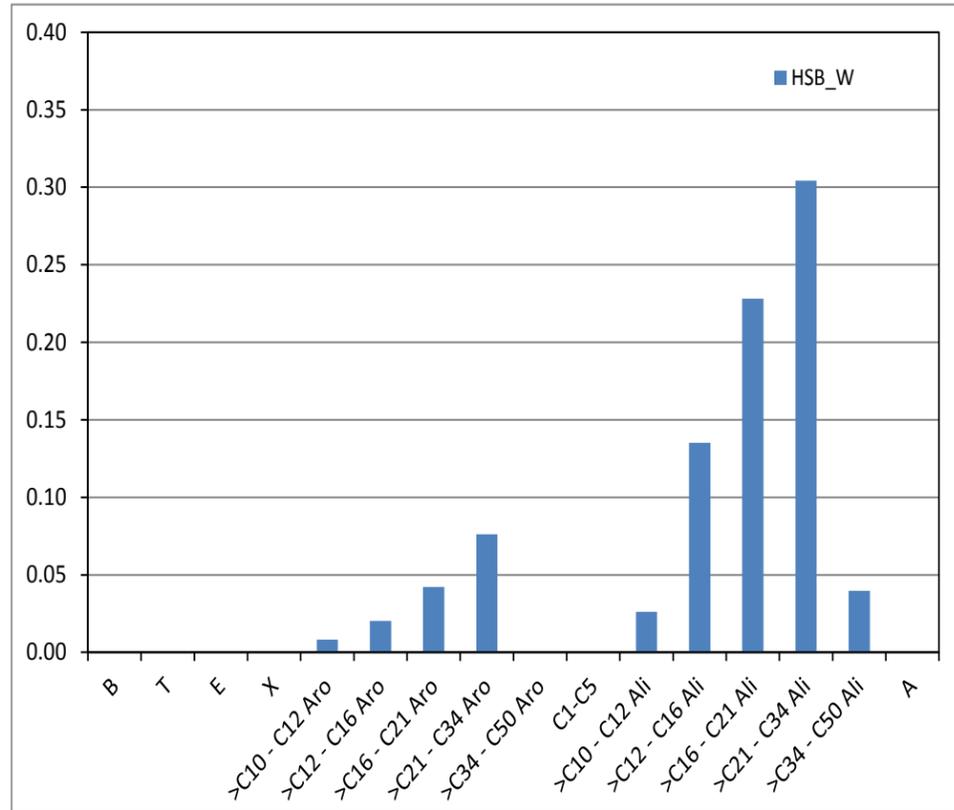
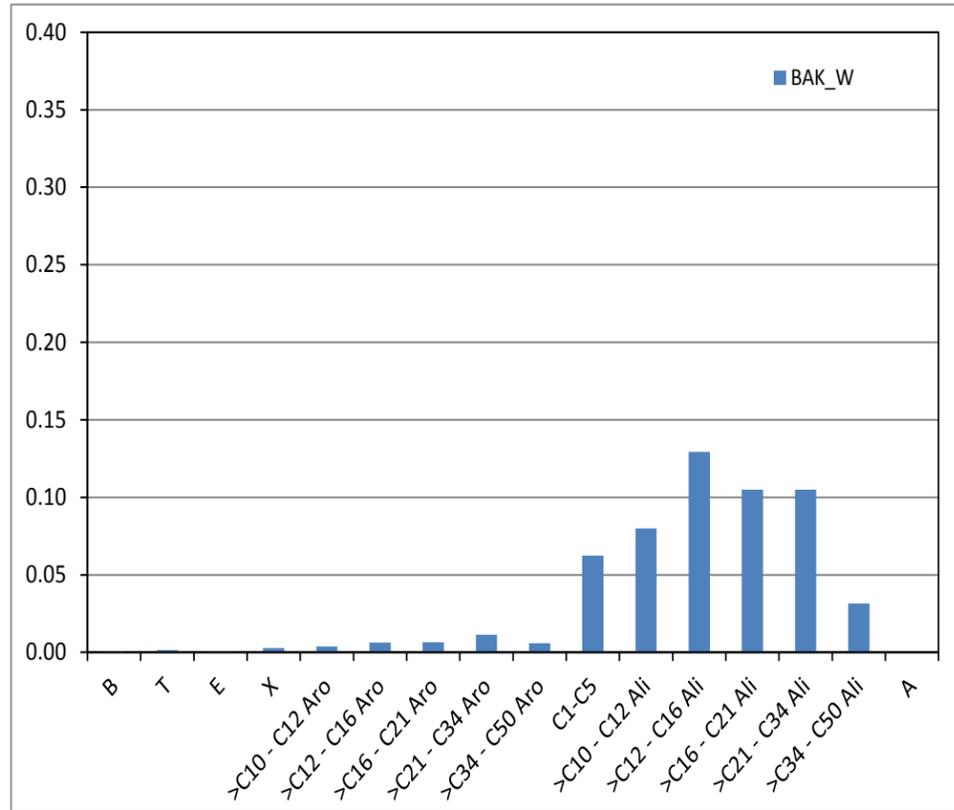
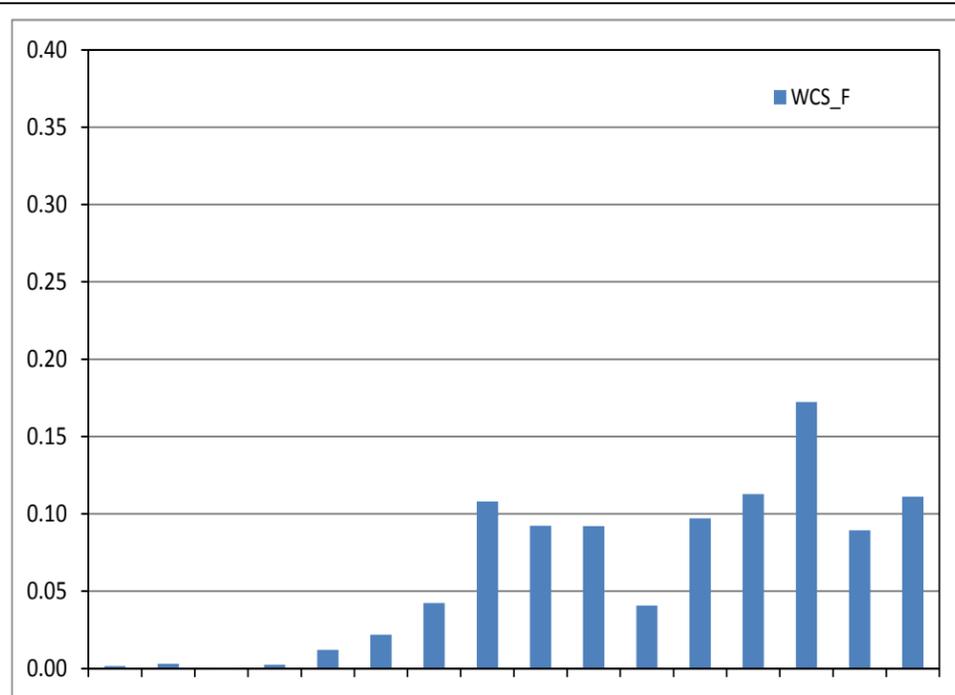
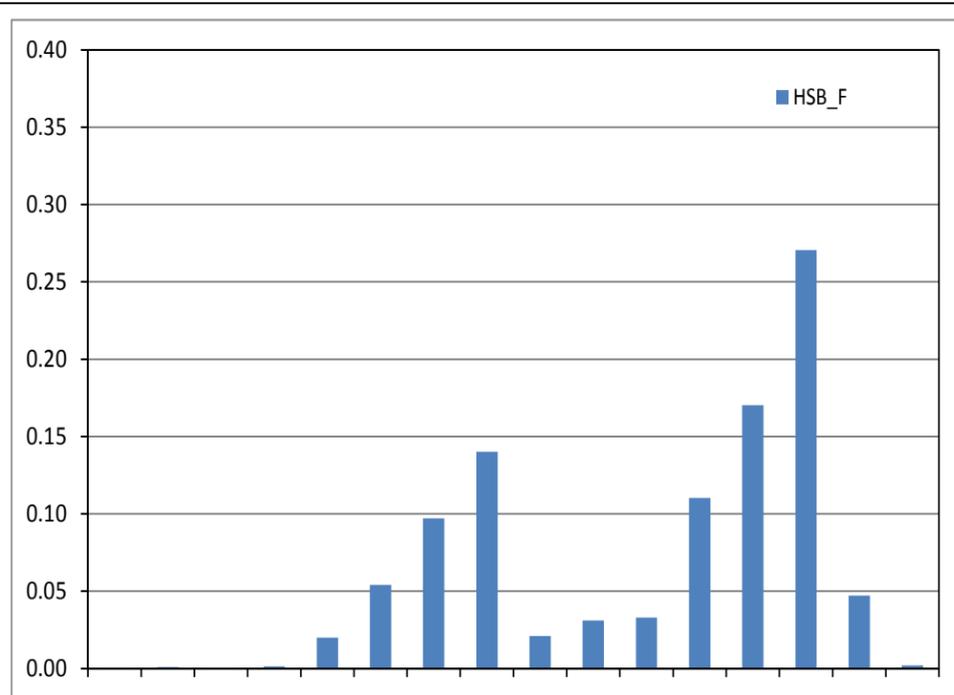
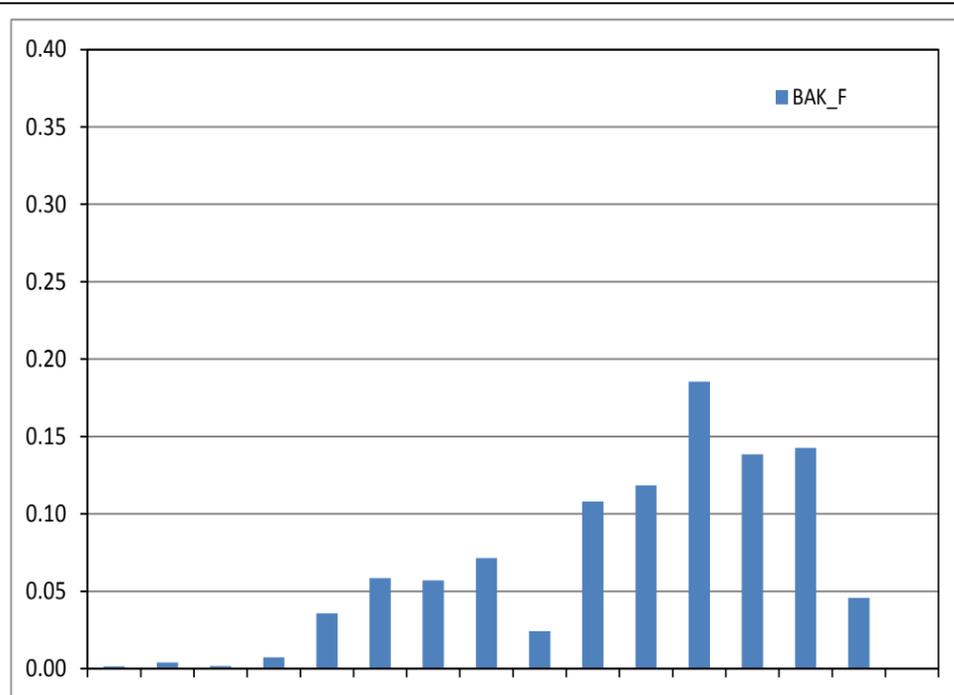
Composés	BAK d'origine (mg/kg)	BAK altéré (mg/kg)	HSB d'origine (mg/kg)	HSB altéré (mg/kg)	WCS d'origine (mg/kg)	WCS altéré (mg/kg)
C ₂ -phénanthrène/anthracène	910	990	200	310	480	520
C ₃ -phénanthrène/anthracène	910	1 000	280	460	560	600
C ₄ -phénanthrène/anthracène	340	510	240	520	210	250
C ₁ -fluoranthène/pyrène	52	66	110	150	90	110
C ₂ -fluoranthène/pyrène	160	190	140	220	190	200
C ₃ -fluoranthène/pyrène	600	700	290	460	490	510
C ₄ -fluoranthène/pyrène	150	480	110	200	160	120
C ₁ -benzo[a]anthracène/ chrysène	75	93	44	100	54	66
C ₂ -benzo[a]anthracène/ chrysène	250	380	110	260	190	240
C ₃ -benzo[a]anthracène/ chrysène	140	200	79	160	89	110
C ₄ -benzo[a]anthracène/ chrysène	54	64	27	59	32	36
C ₁ -benzo[b]k]fluoranthène/ benzoapyrène	20	30	18	37	40	44
C ₂ -benzo[b]k]fluoranthène/ benzoapyrène	35	46	25	44	27	38
Crésols	< 5,1	–	< 4,2	–	< 4,2	–
Phénol	12	–	< 0,84	–	2,7	–
3,4-chlorophénol	< 96	–	< 63	–	< 130	–
2,3,5,6-tétrachlorophénol	< 5,1	–	< 4,2	–	< 4,2	–
2,3,4,6-tétrachlorophénol	< 5,1	–	< 4,2	–	< 4,2	–
2,4,5-trichlorophénol	< 9,4	–	< 4,2	–	< 4,2	–
2,4,6-trichlorophénol	< 8,7	–	< 6,8	–	< 4,2	–
2,3,5-trichlorophénol	< 9,3	–	< 4,2	–	< 4,2	–
2,3,4-trichlorophénol	< 6,3	–	< 4,2	–	< 4,2	–
2,4-dichlorophénol	< 41	–	< 31	–	< 10	–
2,4-diméthylphénol	10	–	25	–	< 4,2	–
2,4-dinitrophénol	< 51	–	< 42	–	< 42	–
2,6-dichlorophénol	< 64	–	< 61	–	< 17	–
2-chlorophénol	< 5,1	–	< 4,2	–	< 4,2	–
2-méthylphénol	< 5,1	–	< 4,2	–	< 4,2	–
2-nitrophénol	110	–	< 42	–	< 42	–
3,4-méthylphénol	< 5,1	–	< 4,2	–	< 4,2	–

Tableau 3-8 Propriétés chimiques de pétroles bruts représentatifs

Composés	BAK d'origine (mg/kg)	BAK altéré (mg/kg)	HSB d'origine (mg/kg)	HSB altéré (mg/kg)	WCS d'origine (mg/kg)	WCS altéré (mg/kg)
4,6-dinitro-2-méthylphénol	< 51	–	< 42	–	< 42	–
4-chloro-3-méthylphénol	< 21	–	< 28	–	< 23	–
4-nitrophénol	190	–	50	–	75	–
Pentachlorophénol	< 5,1	–	< 4,2	–	< 4,2	–
Bromodichlorométhane	< 7,5	–	< 1,5	–	< 3	–
Bromoforme	< 13	–	< 2,5	–	< 5	–
Bromométhane	< 5	–	< 1	–	< 2	–
Tétrachlorure de carbone	< 5	–	< 1	–	< 2	–
Chlorobenzène	< 140	–	< 3,6	–	< 12	–
Chlorodibromométhane	< 5	–	< 1	–	< 2	–
Chloroéthane	< 5	–	< 1	–	< 2	–
Chloroforme	< 5	–	< 1	–	< 2	–
Chlorométhane	< 230	–	< 1,5	–	< 3	–
1,2-dibromoéthane	< 5	–	< 1	–	< 2	–
1,2-dichlorobenzène	< 5	–	< 1	–	< 6	–
1,3-dichlorobenzène	< 5	–	< 1	–	< 2	–
1,4-dichlorobenzène	< 5	–	< 1	–	< 2	–
1,1-dichloroéthane	< 18	–	< 1	–	< 2	–
1,2-dichloroéthane	< 5	–	< 1	–	< 2	–
1,1-dichloroéthène	< 5	–	< 1	–	< 2	–
<i>cis</i> -1,2-dichloroéthène	< 5	–	< 1	–	< 2	–
<i>trans</i> -1,2-dichloroéthène	< 5	–	< 1	–	< 2	–
Dichlorométhane	< 12	–	< 1,5	–	< 3	–
1,2-dichloropropane	< 74	–	< 1	–	< 2	–
<i>cis</i> -1,3-dichloropropène	< 5	–	< 1	–	< 2	–
<i>trans</i> -1,3-dichloropropène	< 5	–	< 1	–	< 2	–
Méthyl méthacrylate	< 10	–	< 2	–	< 4	–
Méthyl-tert-butyléther (MTBE)	< 7,5	–	< 1,5	–	< 3	–
Styrène	< 5	–	< 1	–	< 2	–
1,1,1,2-tétrachloroéthane	< 25	–	< 5	–	< 10	–

Tableau 3-8 Propriétés chimiques de pétroles bruts représentatifs

Composés	BAK d'origine (mg/kg)	BAK altéré (mg/kg)	HSB d'origine (mg/kg)	HSB altéré (mg/kg)	WCS d'origine (mg/kg)	WCS altéré (mg/kg)
1,1,2,2-tétrachloroéthane	< 310	–	< 2,5	–	< 5	–
Tétrachloroéthane	< 5	–	< 1	–	< 2	–
1,2,3-trichlorobenzène	< 10	–	< 2,8	–	< 4	–
1,2,4-trichlorobenzène	< 10	–	< 2,5	–	< 4	–
1,3,5-trichlorobenzène	< 10	–	< 2	–	< 4	–
1,1,1-trichloroéthane	< 5	–	< 1	–	< 2	–
1,1,2-trichloroéthane	< 540	–	< 34	–	< 110	–
Trichloroéthane	< 2,5	–	< 0,5	–	< 1	–
Trichlorofluorométhane	< 5	–	< 1	–	< 2	–
1,2,4-triméthylbenzène	2 000	–	370	–	400	–
1,3,5-triméthylbenzène	510	–	95	–	210	–
Chlorure de vinyle	< 2,5	–	< 0,5	–	< 1	–
REMARQUES : « – » Non disponible NC Non calculé Échantillons représentatifs des hydrocarbures pétroliers : BAK Pétrole brut léger Bakken HSB Pétrole Husky Synthetic Blend WCS Pétrole Western Canadian Select						



NOTES:

BAK_F BAK Fresh/BAK Frais
 BAK_W BAK Weathered/BAK Altéré
 HSB_F HSB Fresh/HSB Frais

HSB_W HSB Weathered/HSB Altéré
 WCS_F WCS Fresh/WCS Frais
 WCS_W WCS Weathered/WCS Altéré

B Benzene/Benzène
 T Toluene/Toluène
 E Ethylbenzene/Ethylbenzène
 X Xylenes/Xylènes

Aro Aromatic/Aromatique
 Ali Aliphatic/Aliphatique
 A Asphaltenes/Asphaltènes

PROJET OLÉODUC ÉNERGIE ES T / ENERGY EAS T PIPELINE PROJECT

Composition des Grades Représentatifs du Pétrole Brut Composition of Representative Crude Oil Grades

PRÉPARÉ PAR / PREPARED BY



PRÉPARÉ POUR / PREPARED FOR



FIGURE NO / FIGURE NO.

3-3

3.4.3 Altération des produits représentatifs

Pour mieux comprendre les changements des propriétés physiques et chimiques reliés à l'altération, chaque produit représentatif a été soumis à une altération par évaporation. Brièvement, une aliquote de chaque produit représentatif a été déposée dans un plat rond en aluminium, placé dans une hotte, et laissée évaporer à température ambiante (20 °C) pendant quatre jours. L'évolution de la masse et de la masse volumique ont été suivies régulièrement, et des échantillons des produits soumis à cette altération ont été recueillis une fois que les changements de la masse ont été considérés comme étant minimaux (c.-à-d. quand les constituants les plus volatils s'étaient évaporés et qu'une diminution importante du produit n'était plus prévue).

Les trois produits représentatifs ont démontré une hausse de la masse volumique par évaporation, indiquant une perte des composés les plus volatils et les plus légers. De l'état initial à l'état altéré, la masse volumique absolue du pétrole BAK est passée d'environ 800 kg/m³ à environ 885 kg/m³. Une évolution similaire, quoique de moindre importance, a été observée dans la masse volumique absolue du pétrole HSB, laquelle est passée d'environ 870 à 895 kg/m³, et dans la masse volumique absolue du pétrole CWS, qui est passée d'environ 925 kg/m³ à 965 kg/m³.

Cette perte des composés les plus volatils et les plus légers peut également être observée dans les résultats d'analyses chimiques : BTEX, aliphatiques légers (p. ex. l'éthane et le propane), et les composés soufrés ont subi une baisse des concentrations après l'évaporation des trois composés représentatifs. Cette tendance peut également être observée dans les PAH légers et les fractions légères du pétrole CWS. Elle se retrouve aussi dans les signatures des hydrocarbures pétroliers (figure 3-3). La comparaison des signatures des hydrocarbures pétroliers des produits originaux et altérés dans les trois produits représentatifs indique une baisse générale dans les proportions des composés légers, et peu de changement ou une hausse légère dans les composés lourds (la hausse des proportions des composés lourds est due à la perte plus importante dans l'ensemble du produit par rapport à la perte négligeable des composés lourds). Les tendances observées dans les signatures des hydrocarbures pétroliers des produits originaux représentatifs sont toujours visibles dans les signatures des produits altérés représentatifs, quoique certains aspects soient atténués. Quand la signature des hydrocarbures altérés est comparée à celle du produit original, le pétrole BAK contient beaucoup moins de composés aromatiques, et à un moindre degré, moins de composés aliphatiques. Cette tendance est également observée dans les données du pétrole WCS, même si cette diminution n'est pas aussi prononcée. La signature des hydrocarbures pétroliers du pétrole HSB contraste encore une fois avec le pétrole BAK et le pétrole WCS : une baisse importante dans les proportions des composés aromatiques et une hausse légère dans celles des composés aliphatiques. En comparant les données d'origine et altérés, une légère hausse de la concentration des asphaltènes dans le pétrole HSB et le pétrole WCS est notée. Cette légère augmentation est attribuée principalement au changement négligeable de la quantité d'asphaltènes par rapport au changement global du produit, produisant une concentration plus élevée. Cette tendance a également été observée pour les HAP, avec une hausse notable dans la concentration totale des HAP quand les résultats du produit d'origine sont comparés à ceux du produit altéré. La concentration totale de HAP a augmenté d'environ 18 000 mg/kg (d'origine) à environ 20 000 mg/kg (altéré) dans le cas du pétrole BAK, et d'environ 9 100 mg/kg (d'origine) à environ 10 000 mg/kg (altéré)

dans le cas du pétrole WCS, et d'environ 6 300 mg/kg (d'origine) à 10 500 mg/kg (altéré) dans le cas du pétrole HSB. De plus amples précisions se trouvent dans le tableau 3-8.

3.5 Méthodes de modélisation stochastiques et déterministe des déversements accidentels de pétrole

Aux fins de la présente étude, Tetra Tech EBA s'est servie de deux modèles numériques pour simuler le devenir et le transport du pétrole brut déversé accidentellement dans la baie de Fundy et le golfe du Maine. Un modèle circulatoire à trois dimensions (H3D) a servi à produire des courants à la surface de l'eau, et SPILLCALC, un modèle de déversements propriétaire, a été utilisé pour simuler le mouvement et l'altération des nappes de pétrole issues des déversements. Tetra Tech EBA a modélisé le devenir et le comportement du pétrole brut déversé dans le milieu marin en adoptant une démarche exhaustive. Des scénarios de déversement (c.-à-d. lieu, type d'accident et volume déversé) ont été développés à partir de l'évaluation de la probabilité d'accident en milieu marin (voir la section 3.2). Les scénarios ont été simulés soit par des méthodes de modélisation stochastiques à deux dimensions (2D), qui prennent en compte les conditions saisonnières, météorologiques et maritimes qui pourraient exister lors du déversement, soit par des méthodes déterministes à trois dimensions (3D) qui prennent en compte un ensemble de circonstances mais fournissent plus de précisions sur la distribution des hydrocarbures dans la colonne d'eau. Dans les analyses déterministes, un modèle atmosphérique 3D (CALPUFF) a été conjugué au modèle SPILLCALC pour simuler les concentrations des composés d'hydrocarbures volatils dans l'air au-dessus de l'eau et sur la terre. Le rapport de modélisation de Tetra Tech EBA se trouve dans l'annexe C.

3.5.1 Simulations stochastiques

La modélisation stochastique est largement utilisée pour comprendre le comportement probable des nappes de pétrole. Une simulation stochastique est principalement une collection de simulations de déversements pétroliers, où l'on maintient certains aspects du déversement constants, comme lieu et le volume, tout en laissant l'heure et la date du déversement (et les variables qui en dépendent comme la marée et les conditions météorologiques) varier de manière réaliste. La modélisation stochastique renseigne sur le comportement probable du pétrole déversé dans l'environnement dans tout un éventail de conditions environnementales sans faire référence à aucun ensemble particulier de conditions. Les données qui en résultent sont analysées pour en tirer des données statistiques sur la probabilité que certaines zones soient touchées par le pétrole en cas de déversement accidentel.

Pour les besoins de l'ÉRSHE, on suppose que les récepteurs sont potentiellement exposés au pétrole brut déversé s'ils occupent un habitat ou une région où le pétrole brut peut être présent sur la surface de l'eau ou le long du littoral. Toutefois, la modélisation stochastique renseigne peu sur les propriétés chimiques du pétrole brut déversé ou les concentrations de ses constituants chimiques dans l'environnement (c.-à-d. l'air, l'eau, le sol, les sédiments et les tissus biologiques). Il est possible de prévoir les effets immédiats et à court terme de l'exposition directe au pétrole brut déversé, mais les effets moins évidents et chroniques du pétrole brut déversé sur les récepteurs ne sont étudiés que par des scénarios déterministes sur les déversements pétroliers. La section 5 contient plus de précisions sur

les résultats de la simulation stochastique et les effets prévus du pétrole brut déversé sur l'environnement et les récepteurs écologiques.

3.5.2 Simulations déterministes

En mode déterministe, le modèle SPILLCALC aborde l'océan en trois dimensions. Dans ce mode, la répartition des gouttelettes de pétrole brut et des hydrocarbures dissous sous la surface de l'eau est simulée sous l'effet de la turbulence à la surface. Les résultats du modèle déterministe (qui seront présentés dans un document séparé au début de 2016) soutiennent également l'évaluation du devenir des composants chimiques du pétrole déversé dans différents milieux environnementaux (p. ex. dans l'air, sur la surface de l'eau, dissous et dispersés dans la colonne d'eau et sur le littoral, y compris les interactions potentielles pétrole-sédiments).

Des scénarios de déversement ont été choisis pour la modélisation déterministe selon les résultats des simulations stochastiques, prenant en compte la probabilité ainsi que la sensibilité écologique. Un des objectifs principaux de ces simulations déterministes est de fournir les concentrations des composants pétroliers dans les différents milieux environnementaux. Celles-ci sont ensuite appliquées dans l'ÉRSHE pour évaluer la toxicité potentielle des hydrocarbures déversés pour les récepteurs écologiques, pour estimer les concentrations des CPP dans l'air, l'eau et les sédiments, et la bioaccumulation potentielle des CPP dans les organismes à différents niveaux trophiques qui pourraient être consommés par les récepteurs écologiques et humains, et pour caractériser les risques potentiels pour la santé humaine.

4 MÉTHODES D'ÉVALUATION DES EFFETS ÉCOLOGIQUES POUR LA MODÉLISATION STOCHASTIQUE DES DÉVERSEMENTS DE PÉTROLE

4.1 Introduction

Cette section présente les méthodes utilisées pour évaluer les effets potentiels sur les récepteurs écologiques de déversements hypothétiques de pétrole brut dans la baie de Fundy, en fonction de la modélisation stochastique des déversements de pétrole des scénarios décrits à la section 3.

Cette composante de l'évaluation des risques pour la santé humaine suit un protocole standard en cinq étapes :

- énoncé du problème
- évaluation de l'exposition
- évaluation du danger
- caractérisation des risques
- discussion sur la certitude et la confiance dans les prévisions

Les éléments communs de l'énoncé du problème relié à la zone d'étude, la sélection et les caractéristiques d'hydrocarbures représentatifs, les risques provenant du terminal maritime et de la navigation maritime de même que les scénarios de déversements tenant compte des risques et les emplacements sont abordés dans la section 3. L'évaluation de l'exposition et des dangers de même que les résultats pour divers scénarios de déversement suivant la méthode de modélisation stochastique sont présentés dans la section 5.

On n'a pas recours directement à l'analyse stochastique pour évaluer les effets potentiels pour la santé des déversements de pétrole brut sur des récepteurs humains (c.-à-d. les effets pour la santé humaine) qui seront abordés dans des analyses ultérieures fondées sur la modélisation déterministe des déversements de pétrole. Toutefois, les résultats des analyses stochastiques servent à éclairer la sélection de scénarios donnés de déversements de pétrole brut (c.-à-d. combinaisons d'emplacements, de types de pétrole, de saisons, de conditions météorologiques et maritimes). Ce processus permet de choisir des scénarios en vue de l'analyse déterministe (y compris les récepteurs humains et écologiques) qui sont crédibles, même s'il est peut-être exceptionnellement improbable qu'ils se produisent.

4.2 Énoncé du problème

Les méthodes d'évaluation stochastique des effets écologiques reposent sur une approche utilisée pour l'évaluation des risques dans les îles Aléoutiennes (AIRA; ERM-West et DNV GL, 2011). L'AIRA est un programme qui a été réalisé entre 2010 et 2015 au nom de la National Fish & Wildlife Foundation (NFWF), la United States Coast Guard (USCG) et le State of Alaska Department of Environmental Conservation (ADEC) pour évaluer les caractéristiques et conséquences probables d'accidents de navires et de déversements dans les îles Aléoutiennes. Les méthodes précises utilisées ici sont modifiées afin de tenir compte des différences dans la disponibilité et le format des données et d'appuyer directement la demande d'Énergie Est auprès de l'ONÉ de même que les besoins en renseignements et les exigences de l'ONÉ et de la *Loi canadienne sur l'évaluation environnementale* (LCEE).

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 survenait

On l'évalue habituellement à l'aide d'un processus en trois étapes fondé sur les questions suivantes :

- Quels sont les événements déclencheurs qui entraînent des conséquences négatives (c.-à-d., accidents et défaillances qui occasionnent une perte de confinement et un déversement de pétrole brut dans l'environnement marin)?
- Quels sont les effets négatifs potentiels et leur gravité qui pourraient découler de l'occurrence de l'événement déclencheur (c.-à-d. dommages aux ressources écologiques)?
- Quelle est la vraisemblance que ces effets négatifs puissent survenir (c.-à-d. quelle est la fréquence ou la période de récurrence prévue de ces effets négatifs)?

Le risque total est la somme des produits des conséquences multipliée par leurs probabilités.

La composante stochastique de l'évaluation des risques pour la santé humaine évalue la gamme d'effets potentiels pour les récepteurs écologiques et les habitats en tenant compte de ce qui suit :

- la fréquence prévue d'exposition aux nappes d'hydrocarbures en surface
- la fréquence à laquelle le pétrole atteindra le rivage
- les caractéristiques et la sensibilité d'habitats littoraux et aquatiques potentiellement touchés, des ressources écologiques et des récepteurs au sein de la ZEADM

Les effets environnementaux potentiels sont visualisés et quantifiés à l'aide superpositions de couches de données du GIS contenant des renseignements sur les ressources biologiques, les habitats sensibles et d'autres zones d'importance écologique, de même que les résultats de la modélisation saisonnière de déversements de pétrole.

4.2.1 Probabilité et vraisemblance

Le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GEIC, 2007) a adopté les définitions suivantes pour décrire la probabilité et la vraisemblance, prises dans le contexte de l'ÉERSH :

- pratiquement certaine : probabilité d'occurrence supérieure à 99 %
- très probable : probabilité de 90 à 99 %
- probable : probabilité de 66 à 90 %
- à peu près aussi probable qu'improbable : probabilité de 33 à 66 %
- peu probable : probabilité de 10 à 33 %
- très improbable : probabilité de 1 à 10 %
- exceptionnellement improbable : probabilité inférieure à 1 %

L'emploi de cette terminologie n'est pas destiné à appliquer de façon restrictive les définitions aux valeurs de probabilité connexes; elle vise plutôt à associer le libellé avec des gammes de probabilités dans le but de faciliter la discussion de manière plus générale. Les déversements de pétrole brut découlant de collisions ou d'échouages de pétroliers transportant du pétrole brut, ou encore de défaillances ou de mauvais fonctionnement d'équipement au terminal maritime constituent des événements exceptionnellement improbables, qu'on les évalue en termes de fréquence par année ou sur la durée de vie d'une activité ou d'un projet proposé (p. ex., cumulativement sur une période de peut-être 50 ans).

Aux fins de l'évaluation stochastique, les étapes de l'évaluation de l'exposition et des dangers prennent en considération la vraisemblance de mazoutage en n'importe quel lieu au sein de la ZEADM advenant un déversement accidentel de pétrole. Ces renseignements ont été tirés des résultats de la modélisation stochastique fondée sur la fréquence estimative de déversements de pétrole brut à un ensemble de lieux hypothétiques d'accidents, ainsi que la modélisation de l'évolution et de la migration d'hypothétiques déversements de pétrole brut provenant de ces endroits.

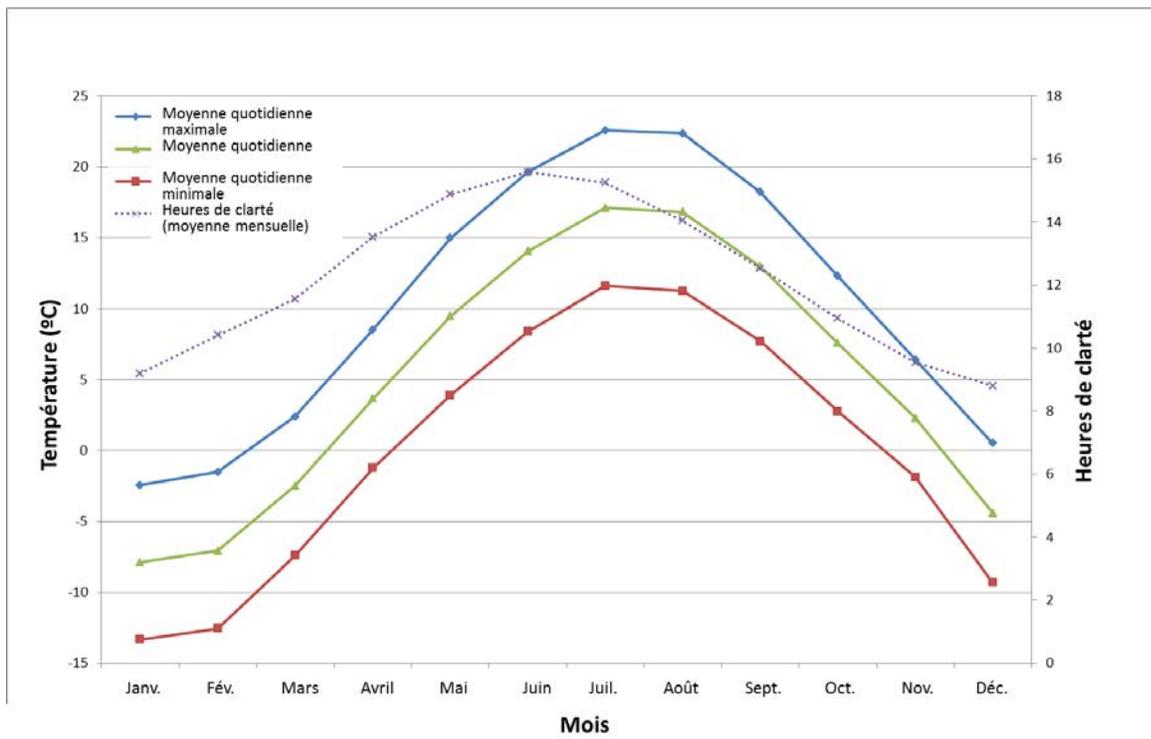
4.2.2 Saisonnalité dans la baie de Fundy

La baie de Fundy est un vaste plan d'eau froide, mais habituellement exempt de glace, qui se trouve entre les provinces canadiennes du Nouveau-Brunswick et de la Nouvelle-Écosse et qui donne sur le golfe du Maine. Les données disponibles relativement aux vents et aux normales climatiques pour la baie de Fundy ont fait l'objet d'un examen afin de déterminer un niveau approprié de discrimination saisonnière à appliquer dans le cadre de l'ÉERSH.

Les stations météorologiques exploitées par Environnement Canada sont près de la baie de Fundy à Grand Manan, Point Lepreau, Coleson Cove et l'aéroport de Saint John. Cependant, les normales climatiques provenant d'Environnement Canada ne sont pas disponibles pour les stations de Grand Manan ou de Point Lepreau. Par conséquent, les normales climatiques provenant de l'aéroport de

Saint John et de Coleson Cove sont prises en considération ici. Les résultats provenant de ces deux stations sont très similaires.

Les records de température atmosphérique et la durée des jours sont présentés à la figure 4-1 pour l'aéroport de Saint John. La température atmosphérique moyenne quotidienne augmente au-dessus du point de congélation à la mi-mars, et atteint 5 °C vers la mi-avril. En même temps, la longueur de la journée augmente de sa période la plus courte au solstice d'hiver à la fin de décembre jusqu'à l'équinoxe de printemps vers le 20 ou 21 mars, pour atteindre la durée du jour la plus longue au solstice d'été, vers le 21 juin.



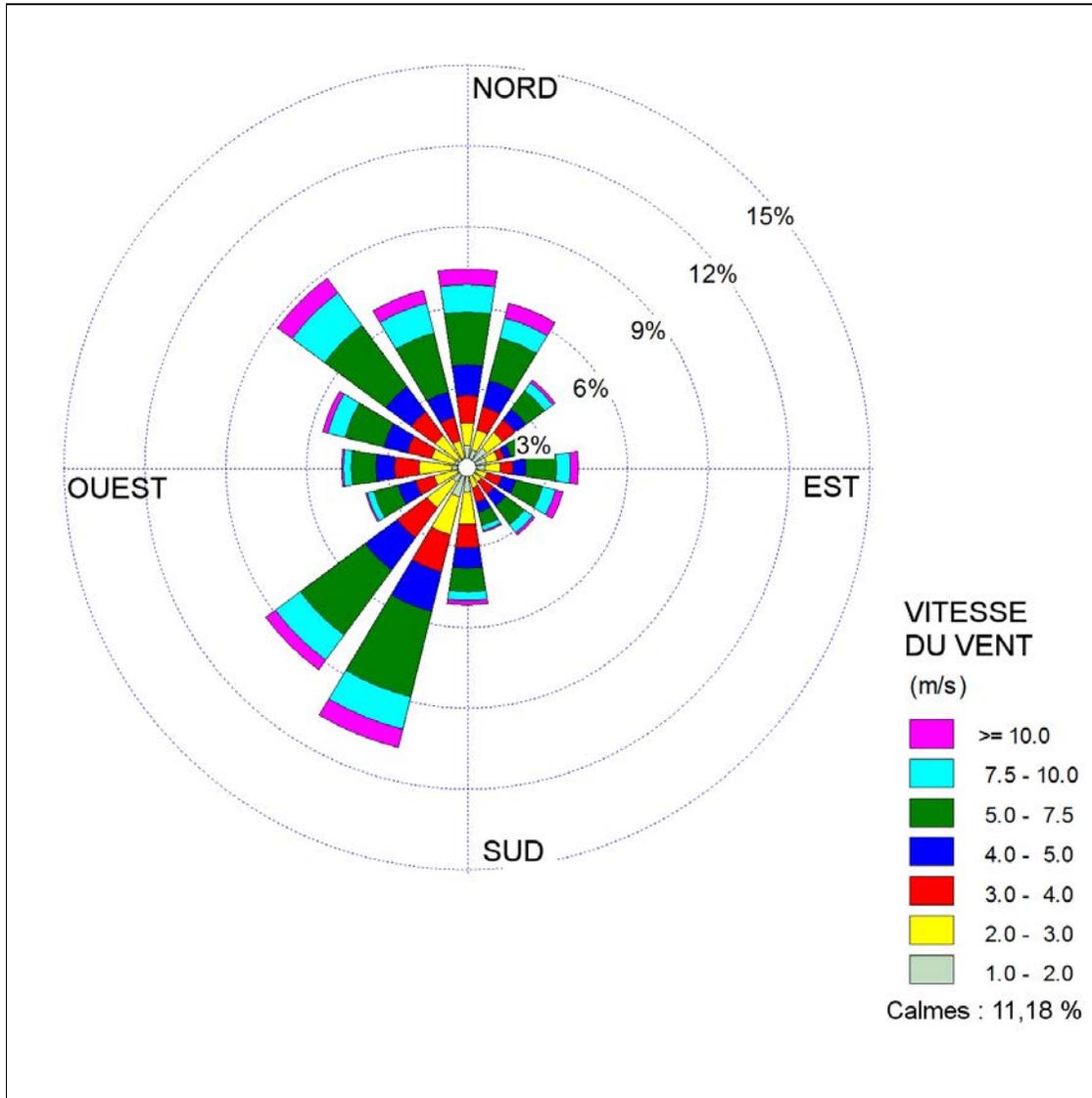
SOURCE : Environnement Canada, 2015

Figure 4-1 Températures atmosphériques et heures de clarté moyennes à l'aéroport de Saint John (1981-2010)

La photopériode détermine la productivité biologique et la température atmosphérique assez directement, et d'autres facteurs importants indirectement. En supposant une durée du jour de 13 heures comme critère, cela divise l'année en deux parties comportant un nombre égal de mois (1^{er} avril au 31 septembre, et 1^{er} octobre au 31 mars). La température atmosphérique est en retard sur la durée du jour d'environ un mois, mais au 1^{er} avril, les températures augmentent rapidement et au 1^{er} octobre, elles chutent rapidement. Pour la majeure partie du temps entre le 1^{er} avril et le 31 septembre, la température atmosphérique moyenne est au-dessus de 5 °C et constitue la période la plus chaude. Entre le 1^{er} octobre et le 31 mars, c'est la période la plus froide. Ces deux saisons au sens large (c.-à-d. plus chaude et plus froide) sont appuyées par des configurations des vents pour la baie de Fundy. Le vent est un facteur

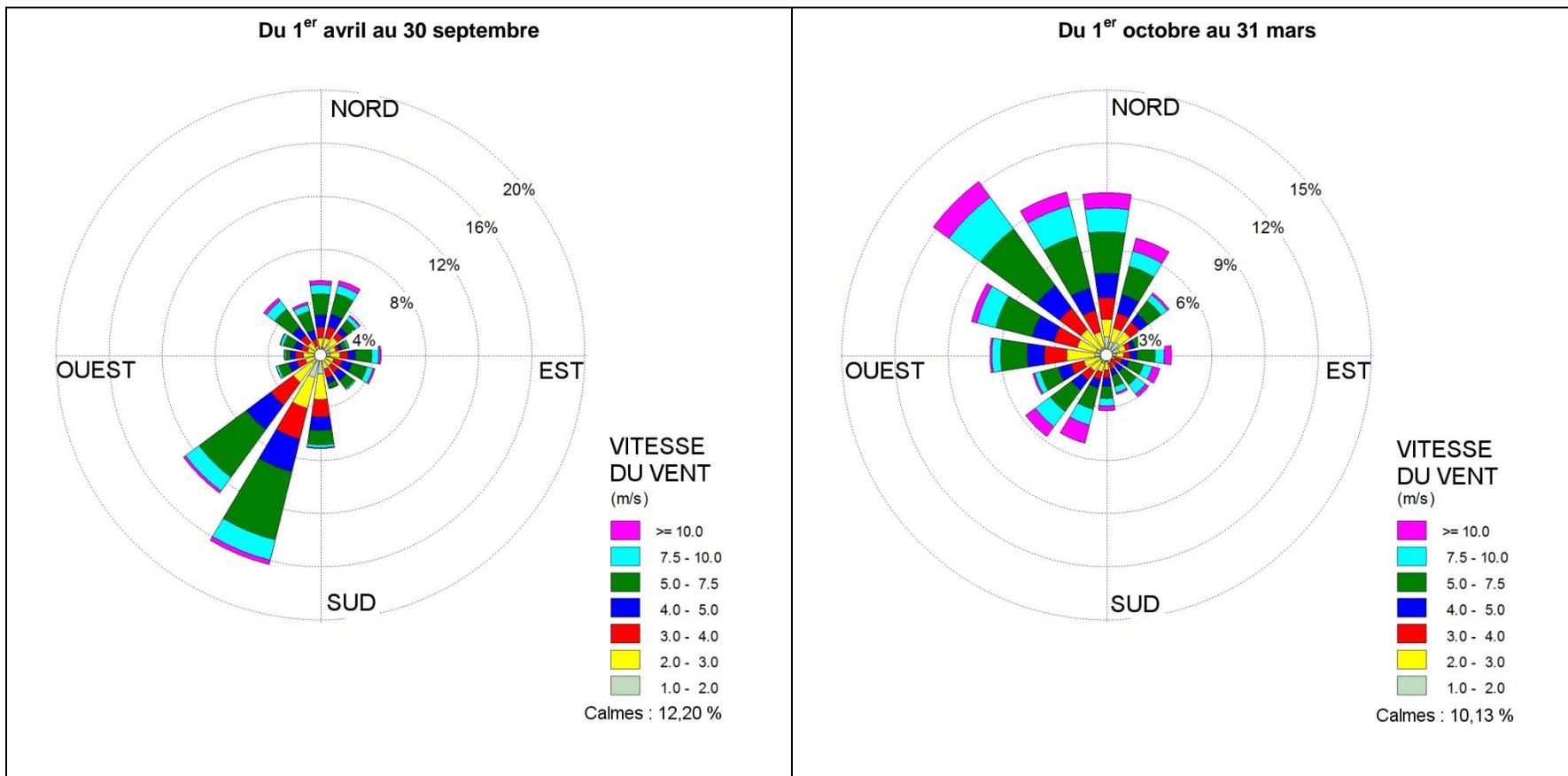
important en raison du rôle qu'il peut jouer dans la migration du pétrole brut déversé sur la surface de l'eau. Les données concernant la direction et la vitesse du vent à l'aéroport de Saint John au cours de la période allant de 2006 à 2010 sont illustrées au titre d'un résumé annuel (figure 4-2), et dans un résumé saisonnier (figure 4-3) pour les périodes plus chaudes et plus froides au sens large. Comme l'illustre le résumé annuel (figure 4-2), les directions les plus fréquentes du vent sont du sud-sud-ouest (SSO) et du sud-ouest (SO). Les vents en provenance du nord-ouest (NO) et soufflant en direction nord (N) méritent d'être mentionnés. Les plus grands vents sont plus fréquemment du sud-ouest, du nord-ouest, du nord et du nord-est alors que les vents les plus calmes sont plus fréquemment du sud et du sud-ouest.

Les deux graphiques de vents saisonniers (figure 4-3) illustrent des différences marquées entre la période plus chaude et la période plus froide. Pendant la période plus chaude, les vents viennent principalement du quadrant SE (c.-à-d. soufflant en « remontant » la baie de Fundy), tandis que pendant la période plus froide, ils soufflent le plus fréquemment du quadrant NO à N (c.-à-d., soufflant « en travers » de la baie de Fundy). Ce contraste entre les saisons plus chaudes et plus froides est le principal contraste dans les conditions météorologiques dominantes pour la région de la baie de Fundy. Par conséquent, les résultats de l'évaluation stochastique, tout en représentant chaque mois de l'année de façon équilibrée, et tous les types de conditions météorologiques et de marées, sont présentés en fonction des deux grandes saisons (c.-à-d., période plus chaude [avril à septembre]; et période plus froide [octobre à mars]), reflétant le climat saisonnier et les tendances météorologiques qui dominent dans la baie de Fundy.



SOURCE : NCDC (2015)

Figure 4-2 Vents annuels à l'aéroport de Saint John (2006-2010)



SOURCE : NCDC (2015)

Figure 4-3 Vents annuels à l'aéroport de Saint John (2006-2010)

4.2.3 Perte crédible d'accidents de confinement pour la modélisation stochastique

DNV GL a mené des études quantitatives des risques (EQR) en ce qui concerne le risque pour la navigation et le risque pour les activités du terminal maritime résultant du projet dans le cadre du processus d'examen technique des terminaux maritimes et des sites de transbordement (TERMPOL). L'EQR a examiné la vraisemblance que certains types d'accidents puissent survenir lors des opérations de chargement au terminal maritime ou lors de la sortie des pétroliers chargés de pétrole brut en partance de l'installation. Cette analyse (voir l'annexe A) portait autant sur les endroits où une collision ou un échouage de pétroliers pouvait selon toute vraisemblance survenir, que sur la fréquence estimée à laquelle ces accidents pouvaient survenir. Tous ces scénarios, quoique crédibles, ont été jugés exceptionnellement improbables.

L'EQR se fondait sur le potentiel de trois types d'incidents (c.-à-d., collision, échouage au moteur et échouage en dérive) qui ont une incidence sur les pétroliers chargés le long de la route de navigation de sortie, ou les pétroliers qui pourraient suspendre le chargement en raison de conditions météorologiques défavorables et se rendre à un mouillage temporaire avant de reprendre le chargement une fois que les conditions s'amélioreraient. La vraisemblance d'un incident tenait compte de la densité du trafic dans la région, de la difficulté de navigation, des mesures de réduction des risques ainsi que des conditions météorologiques et océanographiques le long de la route de navigation. Le potentiel pour qu'un déversement de pétrole survienne suite à un incident de même que les volumes de pétrole déversés qui en résulteraient pour une gamme d'accidents potentiels ont été estimés séparément pour les pétroliers des classes Aframax, Suezmax et TGTB. Ces analyses comportaient une simulation des dommages à la coque extérieure et à la coque intérieure en fonction des vecteurs de collision probables ou des vitesses d'échouage. Les volumes probables de déversement ont été calculés en fonction du nombre de réservoirs qui pouvaient être endommagés en fonction de diverses profondeurs de pénétration et tailles des trous.

4.2.4 Cadre de modélisation stochastique des déversements accidentels de pétrole

Des simulations de modélisation stochastique de déversement de pétrole brut ont été effectuées par Tetra Tech EBA afin d'appuyer l'ÉRSH et d'éclairer la planification des interventions en cas de déversement de pétrole pour le projet. Les simulations stochastiques se fondaient sur les scénarios probables d'accidents en milieu marin élaborés par DNV GL, tels qu'ils sont décrits à la section 3. Cette analyse a été divisée entre les déversements « plus importants » correspondant aux scénarios « crédibles les plus défavorables » de déversements demandés par l'ONÉ (2014) et les déversements « plus petits », également demandés par l'ONÉ (2014). L'analyse stochastique a également simulé des déversements de pétrole brut léger, moyen et lourd représentés par les types de pétrole BAK, HSB et WCS, respectivement.

Trente-trois zones d'accidents potentiels en fonction des renseignements fournis par DNV GL (annexe A). Pour chaque zone, la fréquence estimée d'accidents menant à une perte de confinement de pétrole brut (en raison d'une collision ou de l'échouage d'un pétrolier transportant du pétrole brut) a été additionnée et appliquée à un seul endroit représentatif (voir les tableaux 3-2 et 3-3). À chaque endroit, on a amorcé une

simulation de déversement de pétrole brut à toutes les 29 heures d'une année représentative de données météorologiques et de marées, du type de pétrole (BAK, HSB ou WCS), du type de pétrolier (Aframax, Suezmax ou TGTB) ou du volume du déversement (plus important ou plus petit). Ceci engendre 303 simulations à chaque endroit, soit un total de 9 999 simulations stochastiques qui portent sur les accidents liés au transport maritime de pétrole brut.

Les simulations stochastiques ont été réalisées par Tetra Tech EBA pour un cycle annuel complet afin de tenir compte des variations saisonnières dans les conditions météorologiques et maritimes. On a permis à toutes les simulations de déversements hypothétiques de se dérouler pendant 30 jours. On n'a pas tenu compte des mesures d'atténuation et d'intervention en cas de déversement de pétrole. Il s'agit d'une approche raisonnable et prudente, puisqu'il n'est pas possible de connaître à l'avance le temps et les autres conditions qui prévaudront au moment d'un déversement, de sorte qu'il n'est pas possible d'incorporer avec prudence dans l'analyse l'efficacité des activités d'intervention dans les premières heures et les premiers jours suivant l'événement. À cet égard, cependant, les résultats de l'évaluation des risques sont susceptibles de surestimer les effets réels (en tenant compte des activités d'intervention après un déversement) et sont donc prudents en ce qui a trait à l'étendue spatiale projetée à la gravité des effets négatifs sur l'environnement.

Outre la modélisation d'accidents lors du transport maritime, la modélisation stochastique a été réalisée pour des accidents et défaillances au terminal maritime pendant le chargement du pétrolier. Il s'agit notamment de défaillances potentielles associées aux bras de chargement ainsi que de la défaillance potentielle de la jetée sur chevalets soutenant le pipeline menant au quai de chargement, tel qu'il est décrit à la section 3.2.3.

Tetra Tech EBA a fourni des données statistiques concernant les résultats de chaque scénario de déversement, y compris l'épaisseur maximale et moyenne de pétrole brut à la surface de l'eau dans chaque carré de quadrillage modélisé à chaque étape de chaque simulation, ainsi que la quantité maximale de pétrole restée sur chaque segment du rivage. Ces renseignements ont été combinés à la fréquence estimative de déversements de pétrole brut attribuée à chaque endroit crédible de déversement afin d'obtenir la vraisemblance de mazoutage à n'importe quel endroit au sein de la ZEADM. Dans le traitement des résultats de la modélisation stochastique du transport de pétrole et du devenir des déversements, il n'a pas été tenu compte des nappes dont l'épaisseur est estimée à moins de 1 µm. De la même façon, on n'a pas tenu compte des dépôts de pétrole brut de moins de 1 mL par m² d'habitat côtier, jugés sans conséquence.

4.3 Évaluation de l'exposition

À l'aide des résultats de la modélisation stochastique des déversements de pétrole, les conséquences potentielles pour ce qui est des effets environnementaux négatifs des déversements de pétrole brut sont évaluées pour les cinq grandes combinaisons d'habitats et de groupes de récepteurs écologiques :

- habitats le long et à proximité du rivage
- poissons marins et leur habitat

- reptiles marins et leur habitat
- oiseaux marins et leur habitat
- mammifères et leur habitat

Ces cinq groupes de récepteurs écologiques représentent de façon générale toutes les ressources marines au sein de la ZEADM, soit les ressources écologiques et leur habitat. Chaque groupe de récepteurs comprend un éventail d'habitats ou de types de récepteurs individuels ayant des sensibilités différentes à l'exposition au pétrole brut. Les conséquences écologiques potentielles de l'exposition au pétrole brut à n'importe quel endroit sont définies par le chevauchement de la vraisemblance de la présence de pétrole brut advenant un déversement accidentel de pétrole, et la sensibilité des récepteurs écologiques ou de l'habitat qui peuvent être présents à cet endroit.

Cette analyse s'appuie sur une approche d'abord élaborée au titre de l'évaluation des risques pour les îles Aléoutiennes (ERM-West et DNV GL, 2011), et sera prolongée par l'utilisation d'une modélisation déterministe de déversements de pétrole et d'une évaluation écologique quantitative de même qu'une évaluation des risques pour la santé humaine.

4.3.1 Sensibilité le long du rivage et rétention de pétrole

Les rivages présentent des sensibilités intrinsèques au mazoutage fondées sur la quantité de pétrole susceptible d'être retenue, la sensibilité intrinsèque écotoxicologique et écologique de l'habitat, et le potentiel de rétablissement à la suite du mazoutage. La sensibilité du littoral au mazoutage est classée selon l'indice de sensibilité environnementale (ESI), (Petersen *et al.*, 2002, Etkin *et al.*, 2007), de sorte que les habitats côtiers sont classés selon des aspects de leur richesse biologique, en plus de leur capacité à retenir le pétrole. Une version simplifiée des classements de l'ISE de Petersen *et al.* (2002) (reflétant les types de rivages présents dans la baie de Fundy) est présentée au tableau 4-1. Les classements selon le facteur de sensibilité biologique (FSB) connexe représentent un autre regroupement des classements de l'ISE en quatre classes utilisées dans la présente ERE stochastique en tant qu'indicateurs relatifs de la sensibilité prévue des rivages à l'exposition au pétrole, et du potentiel de rétablissement. Les classements selon le FSB vont de 1 (une sensibilité généralement faible à l'exposition au pétrole brut, assorti d'une attente d'un potentiel élevé de rétablissement naturel rapide et sans complications) à 4 (écosystèmes qui sont très sensibles à l'exposition au pétrole, assorti d'un potentiel de rétablissement naturel prolongé ou retardé).

Tableau 4-1 Classes de l'indice de sensibilité environnementale (ISE) des rivages marins

Classe de l'ISE	Classe du FSB ¹	Cadre environnemental (limité à ceux qui ont trait à la baie de Fundy)
1A 1B 1C	1 (faible)	Rivages de substrat rocheux exposés Structures artificielles non perméables, exposées Escarpements rocheux exposés avec talus de pierres
2A 2B	1 (faible)	Plates-formes d'érosion exposées dans le substrat rocheux, boue ou argile Escarpements exposés et pentes abruptes dans l'argile
3A 3B	2 (moyen)	Plages de sable fin à moyen Escarpements et pentes abruptes dans le sable
4	2 (moyen)	Plages de sable à gros grain
5	2 (moyen)	Plages de sable et gravier mélangés
6A 6B	3 (élevé)	Plages de gravier, de galets et de pierres Rocher ou enrochement exposé (artificiel)
7	3 (élevé)	Replats de marée exposés (comprenant boue, sable, gravier ou substrat rocheux)
8A 8B 8C 8D	3 (élevé)	Escarpements abrités dans le substrat rocheux, la boue ou l'argile Structures artificielles non perméables, abritées Rocher ou enrochement abrité (artificiel) Rivages de débris rocheux abrités
9A 9B	4 (très élevé)	Replats de marée abrités (comprenant boue, sable, gravier ou substrat rocheux) Rives basses végétalisées
10A 10B	4 (très élevé)	Marais d'eau salée et saumâtre Marais d'eau douce
REMARQUES :		
¹ FSB = Facteur de sensibilité biologique		

Les données relatives au type de rivage obtenues de l'État du Maine (NOAA, 2015) ont été fournies en fonction des classes de l'ISE, comme suit :

- 3A – Plages de sable fin à moyen (plage de sable)
- 4 – Plages de sable à gros grain (delta alluvial)
- 5 – Plages de sable et de gravier mélangés (plage de gravier, plage à basse énergie, plage de sable et gravier mélangés, flèche littorale)
- 6A – Plages de gravier, de galets et de pierres (plage de pierres, rampe de pierres, cône alluvial)

- 7 – Replats de marée exposés (replats algaux, digue de chenal, replat à gros grains, delta de marée descendante, delta de marée montante, barre de moules, barres latérales ou de méandres, replat à gros grains recouvert de varech, barres de lèche de vague)
- 8A – Escarpements abrités dans le substrat rocheux, la boue ou l'argile (substratum rocheux, rampe de placage)
- 9A – Replats de marée abrités (replats vaseux, marelles et bassins salés)
- 10A – Marais d'eau salée et saumâtre (hauts marais salés, bas marais salés, digue de marais, marais d'eau douche saumâtre, eau douce-saumâtre)
- 10B – Marais d'eau douce

Les données relatives au type de rivage obtenues du Nouveau-Brunswick et de la Nouvelle-Écosse (Environnement Canada, 1997) ont été préparées et formatées en fonction des classes de collecte de données de l'équipe d'évaluation du nettoyage des rivages (EENR) qui étaient à jour au moment de l'obtention des données (c.-à-d., comme types de rivages primaires et secondaires, quoique sans utiliser le format de classes de l'ISE de la NOAA). Par conséquent, aux fins de l'ÉRSR, on avait attribué aux données canadiennes obtenues d'Environnement Canada les classes de l'ISE, tel qu'il est indiqué au tableau 4-2. Les attributions des classes de l'ISE pour les données sur le rivage d'Environnement Canada exigeaient qu'il y ait une distinction entre les sites exposés et les sites abrités pour ce qui est des rivages rocheux (classes 1 et 2 de l'ISE) et des replats de marée (classes 7 et 9 de l'ISE). La plus grande partie de la baie de Fundy se compose d'eaux relativement abritées (les aires directes de génération de la houle sont souvent inférieures à 50 km). En fonction de l'aire de génération de la houle et de l'orientation du rivage, les aires le long du rivage sud de Grand Manan, près de cap Red, près de cap Chignecto, près de l'extrémité de la péninsule de Digby et dans les environs de Yarmouth, en Nouvelle-Écosse, ont été jugées comme présentant le potentiel d'exposition élevée à l'action du vent et des vagues, tandis que d'autres zones ont été traitées comme davantage abritées (exposition faible à modérée). En outre, des substrats artificiels (p. ex., enrochements ou ouvrages à charpente de bois) ont été traités comme poreux, tandis que des substrats solides artificiels (p. ex., palplanche ou béton) ont été traités comme non poreux.

Tableau 4-2 Types de rivages d'Environnement Canada pour la zone intertidale supérieure dans la baie de Fundy

Type de rivage primaire	Type de rivage secondaire	Attribution de la classe de l'ISE
Substrat rocheux	Plage Falaise Plate-forme Replat de marée	1A si exposé; 8A si abrité 1C si exposé; 8A si abrité 1A si exposé; 8A si abrité 7 si exposé; 9A si abrité
Plage de galets	Brise-lame anthropomorphique Jetée anthropomorphique Plage Plate-forme Replat de marée	6B 6B 6A 6A 7 si exposé; 9A si abrité
Solide anthropique	Brise-lame anthropomorphique Pont anthropomorphique Jetée anthropomorphique Ouvrage longitudinal anthropomorphique Quai anthropomorphique Plage Plate-forme Replat de marée	1B si exposé; 8B si abrité 1B si exposé; 8B si abrité 1A si exposé; 8B si abrité 1A si exposé; 8B si abrité 7 si exposé; 9A si abrité
Plage de sable et gravier mélangés	Plage Plate-forme Replat de marée	5 5 7 si exposé; 9A si abrité
Replat de marée vaseux	Plate-forme Replat de marée	7 si exposé; 9A si abrité 7 si exposé; 9A si abrité
Plage de cailloux et galets	Plage Plate-forme Replat de marée	6A 6A 7 si exposé; 9A si abrité
Marais salé	Plage Marais salé Replat de marée	3A (plage) ou 10A (marais salé?) 10A 10A
Plage de sable	Plage Plate-forme Replat de marée	3A 3A 7 si exposé; 9A si abrité
Replat de marée sableux	Plate-forme Replat de marée	7 si exposé; 9A si abrité 7 si exposé; 9A si abrité

Après harmonisation des données relatives aux rivages du Maine et du Canada, l'étape suivante dans l'estimation de la rétention de pétrole sur les plages exige que l'on tienne compte de facteurs reliés aux caractéristiques du pétrole et des plages. Le pétrole peut être retenu sur les rivages de deux grandes façons. Il peut adhérer en tant que couche de surface ou près de la surface et présenter une uniformité et une épaisseur variables sur les substrats du rivage. Ce résultat est le plus susceptible de se produire lorsque les sédiments sont à grains fins ou saturés d'eau et comprennent des conditions dans lesquelles un mince placage de matériaux plus grossiers repose sur des sédiments à grains fins ou saturés d'eau. Ces dépôts de pétrole ont tendance à être disponibles pour les processus naturels d'altération et d'élimination de façon à ce qu'un rétablissement naturel ou assisté puisse se produire, habituellement dans une période relativement brève. Dans de tels cas, le pétrole peut également pénétrer plus profondément dans les substrats de la plage et être retenu en tant que pétrole subsuperficiel. Ce résultat est le plus probable lorsque les sédiments sont à gros grains et poreux (c.-à-d., absence d'une matrice de classification de sédiments à grains fins, et non saturés d'eau). Le pétrole qui pénètre dans de tels substrats est souvent décrit comme « toujours présent » ou « persistant » parce qu'il peut entrer dans des microenvironnements qui l'isolent de la surface, où les processus d'altération sont grandement réduits. En conséquence, de petites quantités de résidus d'hydrocarbures peuvent être rejetées à l'environnement de surface pendant une longue période, et on peut mettre au jour des dépôts relativement frais d'hydrocarbures si les sédiments subsuperficiels sont par la suite perturbés. Cependant, la pénétration du pétrole dans les sédiments et la persistance en tant que pétrole toujours présent est considérée relativement rare, ne touchant qu'une petite fraction de substrats mazoutés. Après le déversement de l'*Exxon Valdez* dans le golfe du Prince William, une petite quantité de pétrole subsuperficiel s'est retrouvée dans 4 % (509 sur 13 734) des puits excavés dans des sites choisis au hasard (Nixon *et al.*, 2013). Les facteurs géomorphiques reliés à la présence de pétrole subsuperficiel étaient une première exposition au pétrole, perméabilité des substrats, inclinaison topographique, faible exposition aux vagues, pavage sur les plages de gravier, tombolos, brise-lames naturels et accumulations de blocaille. Les facteurs géomorphologiques reliés à l'absence de pétrole subsuperficiel étaient le substrat rocheux imperméable, des plateformes comportant un mince placage de sédiments, des plages de gravier à grains fins, bien triés sans protection, et des plages surélevées des fonds de baie, à faible perméabilité (Nixon *et al.*, 2010).

Etkin *et al.* (2007) ont examiné les interactions entre le pétrole déversé et le rivage, tout particulièrement pour appuyer les efforts de modélisation de l'analyse des risques liés aux déversements de pétrole. Ils ont recensé de multiples facteurs qui ont une incidence sur la rétention de pétrole sur les rivages, notamment :

- la quantité de pétrole déversée ou déposée sur le rivage
- les caractéristiques du pétrole (en particulier la viscosité, mais aussi l'adhésivité)
- l'inclinaison de la pente du rivage
- les conditions de marée au moment du contact entre le pétrole et le rivage
- la porosité du substrat

Etkin *et al.* (2007) ont conclu que les valeurs de la capacité de rétention du pétrole en fonction du type de rivage qui pourraient le plus pratiquement s'appliquer représenteraient une combinaison de méthodes fondées sur les données de l'EENR concernant le pétrole en surface, en particulier le pétrole moyen à lourd, et une approche liée à la capacité de rétention d'huiles hydrauliques dans le cas des pétroles plus légers qui peuvent pénétrer dans les sédiments poreux des plages tout en ayant peu de rétention en surface.

Le degré de pénétration du pétrole brut dans le substrat du rivage dépend en grande partie de la perméabilité du substrat (Harper *et al.*, 1995; Harper et Sergy, 2007). La pénétration du pétrole sera moindre sur un substrat de particules très fines très rapprochées (en particulier lorsque les forces capillaires ou l'infiltration suffisent à maintenir des conditions saturées à marée basse). La pénétration du pétrole sera supérieure sur des plages à plus gros grains, lorsque les espaces interstitiels ne sont pas remplis de matériaux plus fins et sont trop grands pour maintenir les conditions de saturation à marée basse. Le gravier a tendance à présenter de grands espaces poreux interreliés qui permettront au pétrole de pénétrer facilement. Le sable et la boue ont tendance à présenter des sédiments serrés qui contiennent des espaces poreux petits (et souvent pleins d'eau) qui sont moins perméables au pétrole, quoique les pétroles plus légers peuvent pénétrer (Etkin *et al.*, 2007). En outre, les replats de marée peuvent contenir des trous causés par des animaux fouisseurs, qui permettront au pétrole de pénétrer s'ils ne sont pas saturés d'eau.

D'après leur examen, Etkin *et al.* (2007) ont fourni un tableau des valeurs initiales de rétention du pétrole du rivage pour des pétroles bruts de viscosité faible (moins de 30 cSt), moyenne (30 à 2 000 cSt) et élevée (plus que 2 000 cSt). Leur tableau, légèrement modifié, est présenté ici (tableau 4-3) pour estimer le volume de pétrole brut qui pourrait être emprisonné en tant que pétrole subsuperficiel dans des substrats de plage perméables ou poreux.

Tableau 4-3 Capacité de rétention de pétrole (L/m²) pour différents types de rivages

Type de rivage	Épaisseur maximale de pétrole échoué (L/m ²)			Capacité de rétention de pétrole souterrain		
	Faible viscosité (< 30 cSt)	Viscosité moyenne (30 à 2 000 cSt)	Viscosité élevée (> 2 000 cSt)	Profondeur de pénétration du pétrole (cm)	Teneur de pétrole en volume (%)	Volume de pétrole (L/m ²)
Falaise rocheuse	0,5	2	2	S.O.	S.O.	S.O.
Plage sablonneuse	4	17	25	5	9,8	5
Sable et gravier	2	9	15	18	8,3	15
Replat de marée	3	6	10	S.O.	S.O.	S.O.
Rive rocheuse	1	5	10	S.O.	S.O.	S.O.
Marais	6	30	40	S.O.	S.O.	S.O.

REMARQUES :
 S.O. = sans objet en raison de la faible porosité ou perméabilité du type de substrat
 Modifié du tableau O4 dans Etkin *et al.* (2007).

À l'aide des renseignements dans Etkin *et al.* (2007), un modèle conceptuel a été élaboré afin d'estimer la rétention de pétrole sur les rivages en tant que fonctions de l'exposition du rivage (la rétention de pétrole devrait en général être supérieure sur les rivages à faible exposition que sur ceux à forte exposition) et le type de substrat (la rétention de pétrole devrait en général être plus grande sur des substrats poreux que sur des substrats non poreux). L'exposition du rivage a été décrite en fonction de trois classes (faible, moyenne et élevée), tandis que la porosité du rivage a été décrite conformément à quatre classes (imperméable, faible, moyenne et élevée). Il en est résulté une matrice de 12 combinaisons d'exposition et de porosité du rivage (figure 4-4 et figure 4-5). Les classes de l'ISE des rivages pour la baie de Fundy ont été attribuées aux cellules, puisque ce ne sont pas toutes les cellules qui seraient nécessairement occupées par les types des rivages disponibles. Les valeurs de rétention du pétrole ont ensuite été attribuées aux cellules de façon systématique, en fonction de l'orientation donnée par Etkin *et al.* (2007). Le cas échéant, on a aussi tenu compte de facteurs de modification (figure 4-4 et figure 4-5). Par exemple, dans le cas des pétroles à faible viscosité, les forces capillaires dans les substrats ouverts (p. ex., classes 8C et 8D de l'ISE) ne suffiraient pas à retenir une quantité importante de pétrole, même si ces substrats sont reconnus pour pouvoir retenir de grandes quantités de pétrole à forte viscosité. La figure 4-4 et la figure 4-5 représentent les valeurs prévues de rétention du pétrole brut du rivage pour les pétroles de faible viscosité et de viscosité élevée, respectivement. L'épaisseur maximale prévue du pétrole échoué sur les substrats de plage peuvent s'appliquer aux types de substrats de plage, selon les définitions des classes de l'ISE (tableau 4-4).

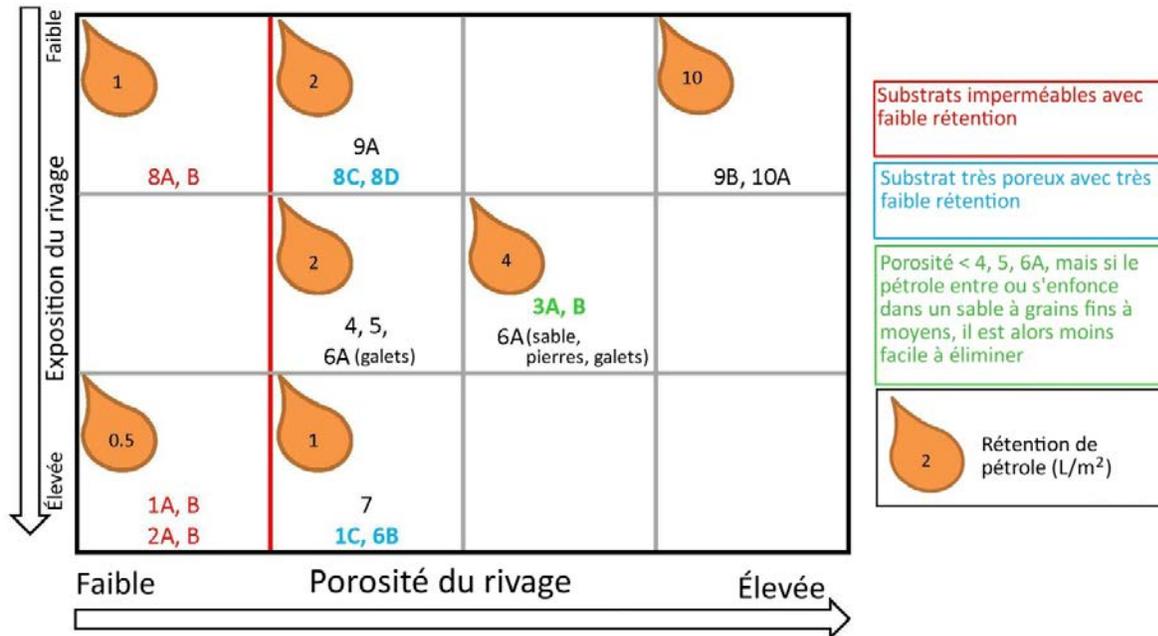


Figure 4-4 Potentiel relatif de rétention du pétrole du rivage, pétrole de faible viscosité (< 50 cSt)

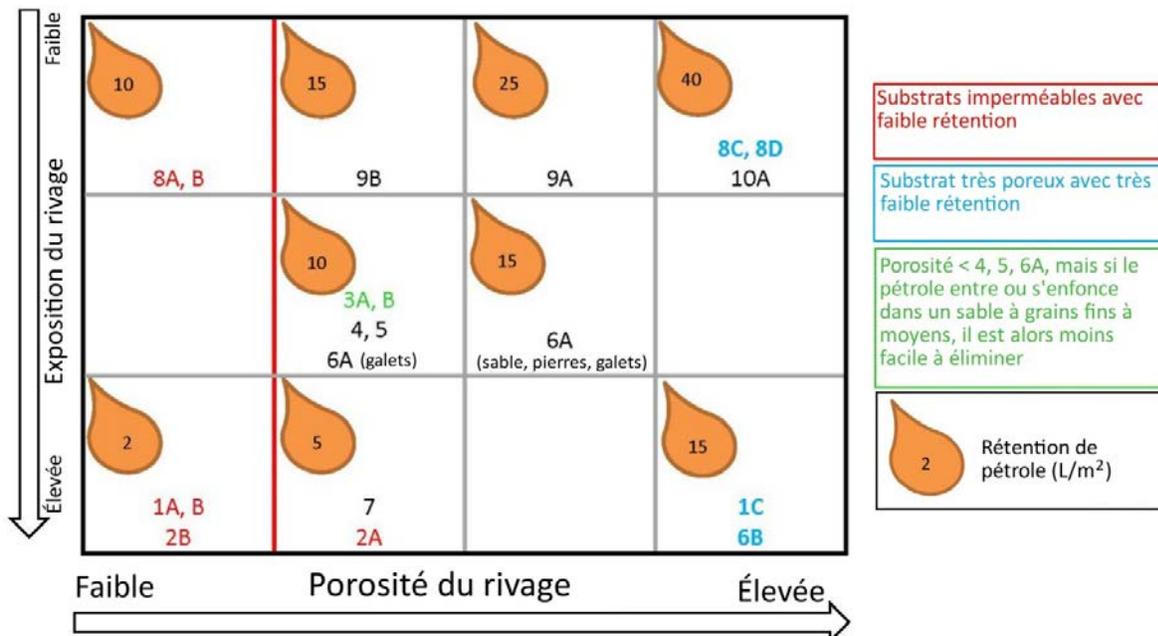


Figure 4-5 Potentiel relatif de rétention du pétrole du rivage, pétrole de viscosité élevée (50-2 000 cSt)

Tableau 4-4 Chargement maximum de pétrole échoué (L/m²) par classe de l'ISE pour les rivages marins

Classe de l'ISE	Description de la classe de l'ISE	Faible viscosité (< 50 cSt)	Viscosité élevée (50 à 2 000 cSt)
1A	Rivages de substrat rocheux exposés	0,5	2
1B	Structures artificielles non perméables, exposées	0,5	2
1C	Escarpements rocheux exposés avec talus de pierres	1	15
2A	Plates-formes d'érosion exposées dans le substrat rocheux, boue ou argile	0,5	5
2B	Escarpements exposés et pentes abruptes dans l'argile	0,5	2
3A	Plages de sable fin à moyen	4	10
3B	Escarpements et pentes abruptes dans le sable	4	10
4	Plages de sable à gros grain	2	10
5	Plages de sable et gravier mélangés	2	10
6A	Plages de gravier, de galets et de pierres	4	15
6B	Rocher ou enrochement exposé (artificiel)	1	15
7	Replats de marée exposés (comprenant boue, sable, gravier ou substrat rocheux)	1	10
8A	Escarpements abrités dans le substrat rocheux, la boue ou l'argile	1	10
8B		1	10
8C	Structures artificielles non perméables, abritées	2	40
8D	Rocher ou enrochement abrité (artificiel) Rivages de débris rocheux abrités	2	40
9A	Replats de marée abrités (comprenant boue, sable, gravier ou substrat rocheux)	2	25
9B	Rives basses végétalisées	10	15
10A	Marais d'eau salée et saumâtre	10	40
10B	Marais d'eau douce		

4.4 Évaluation du danger

Les sections qui suivent définissent les cinq combinaisons d'habitats/groupes récepteurs ainsi que la justification pour le système de classement hiérarchique de la sensibilité correspondante à l'exposition au pétrole pour chacune. La sensibilité intrinsèque est classée pour le mazoutage ou l'exposition au pétrole brut de récepteurs écologiques individuels, les groupes de récepteurs et l'habitat. En outre, lorsqu'un récepteur est une espèce en voie de disparition, ce statut est considéré comme un facteur additionnel au moment d'évaluer l'importance des effets environnementaux potentiellement négatifs causés par chaque scénario de déversement hypothétique. Dans la même veine, la présence de parcs nationaux et provinciaux ou d'autres zones de conservation désignées représente un facteur dont il faut tenir compte (c.-à-d. valeurs sociétales) en plus des sensibilités biologiques intrinsèques.

4.4.1 Habitats le long et à proximité du rivage

La zone intertidale ou littorale constitue l'habitat de préoccupation particulière le long du rivage pour un mazoutage potentiel. Cette zone de l'estran et du plancher océanique est exposée à marée basse et submergée à marée haute. Les types d'habitats le long du rivage se développent en réaction à leur exposition à l'action du vent et des vagues ainsi qu'aux fluctuations des marées. La présence d'une fine couche subsuperficielle saturée d'eau est importante car elle procure un obstacle qui limite la pénétration de pétrole dans le sédiment subsuperficiel. Par contre, la profondeur des rivages de gros cailloux, galets ou pierres qui sont très exposés à l'action du vent et des vagues peut être considérable, ce qui augmente la perméabilité et le potentiel de rétention ou de séquestration de pétrole échoué.

Les marais de marée sont souvent associés aux estuaires et aux embouchures de rivières ou fleuves, aux côtés continentaux des îles-barrières, et aux replats de marée où l'action de vagues de basse énergie et l'accumulation de sédiments à grains fins offrent une surface élevée où la végétation des marais peut s'établir. Les bancs de zostère marine, qui sont présents mais non abondants dans la baie de Fundy, se trouvent habituellement dans les zones sublittorales aux sédiments meubles, notamment les baies protégées, les bras de mer et les lagunes, et dépendent de la présence de caractéristiques d'habitats convenables, y compris les substrats meubles abrités possédant une clarté d'eau convenable. On trouve des bancs de zostère marine plus habituellement le long de la ligne de côte du Maine (figure 4-6), partiellement en raison du degré élevé d'abris fournis par le trait de côte très échancré, et parce que la clarté de l'eau est plus grande que dans la partie supérieure de la baie de Fundy.

La zostère marine est une composante importante de nombreux habitats estuariens et habitats intertidaux et sublittoraux peu profonds sur fond meuble et sablonneux. Capable de former des lits denses et durables qui poussent sur des sujets vivaces, la zostère marine est une source importante de production primaire dans les milieux côtiers et estuariens et elle forme un habitat distinctif qui appuie une communauté d'autres espèces. En tant que source alimentaire, la zostère marine est importante pour des espèces allant des invertébrés marins aux bernaches et aux canards. En tant qu'habitat, la zostère marine est importante pour un éventail de poissons frayants et elle procure un habitat de grossissement pour de nombreuses espèces de poissons. Les tiges et porte-greffes des lits de zostère marine modifient

les courants d'eau et stabilisent les sédiments meubles, ce qui aide à empêcher l'érosion, et servent de piège pour la matière organique, qui est une source d'éléments nutritifs.

Se trouvant dans les zones intertidales et sublittorales inférieures de la côte et des estuaires, la zostère marine peut présenter une exposition moindre au pétrole déversé que de nombreuses autres composantes de l'écosystème. L'exposition des zones côtières au pétrole brut déversé est plus prononcée dans la zone intertidale supérieure que dans les zones intertidales et sublittorales inférieures. Le niveau d'exposition des lits de zostère marine est en général plus faible que pour d'autres écotypes côtiers et intertidaux, notamment la communauté de fucus et la communauté intertidale rocheuse. Par conséquent, comparativement à la situation des types de rivages où l'on prévoit que le pétrole brut s'échouera sur la rive (en particulier dans la zone intertidale supérieure), le chevauchement de la présence potentielle de pétrole brut avec les endroits où l'on trouve des lits de zostère marine ne devrait pas être interprété comme une indication que les lits de zostère marine seraient gravement endommagés.

Peterson (2001) a examiné les effets du déversement de pétrole de l'*Exxon Valdez* (EVOS) en 1989 sur une gamme de composantes de l'écosystème, notamment la zostère marine. Il a fait savoir que les « études ont démontré des effets négatifs mais non catastrophiques sur la zostère marine ». On a constaté des densités réduites de pousses et de fleurs en 1990, 1991 et 1993, mais le rétablissement était manifeste dès 1995 (Dean *et al.*, 1998). Les concentrations de HAP dans les sédiments étaient également élevées après le déversement, mais étaient revenues aux concentrations naturelles dès 1995. Jewett *et al.* (1999) ont évalué les invertébrés sur fond meuble des lits de zostère marine, mais n'ont trouvé aucun grand effet du déversement sur la composition de la communauté. Après le déversement de mazout lourd du *Cosco Busan* dans la baie de San Francisco en 2007, des zones végétées par la zostère marine ont été étudiées afin d'évaluer les dommages et le rétablissement. Même si le dépôt de pétrole sur les lits de zostère marine n'a pas été mesuré directement, leur exposition a été jugée proportionnelle au degré de mazoutage des rivages adjacents. En tout, 380 ha de lits de zostère marine ont été jugés exposés au mazoutage, qui se composait de mazout lourd jusqu'à très léger (d'après le degré de mazoutage des rivages adjacents). Bien que de nombreux lits de zostère marine aient été exposés au pétrole, il y a peu d'indications qu'ils aient été gravement endommagés (Cosco Busan Oil Spill Trustees, 2012). Au contraire, les impacts causés par les activités des navires pendant les opérations de nettoyage (p. ex., dommages matériels causés par l'échouage ou le sillage de l'hélice) ont été déterminés, et on a recommandé une surveillance du rétablissement naturel comme solution privilégiée d'assainissement. Par conséquent, les effets d'un déversement accidentel de pétrole brut sur les lits de zostère marine ainsi que sur le biote connexe devraient être relativement mineurs.

Une analyse du type de rivage et de la sensibilité au pétrole déversé dans la ZEADM a révélé que les replats de marée abrités (classe 9A de l'ISE) et les escarpements abrités dans le substrat rocheux, la boue ou l'argile (classe 8A de l'ISE) constituaient les types les plus répandus de rivages (23,6 % et 21,7 %, respectivement), suivis des plages de gravier, de galets et de pierres (classe 6A de l'ISE) et les plages de sable et gravier mélangés (classe 5 de l'ISE). Les rivages de basse énergie ont presque toujours un substrat superficiel à grains fins (sable ou boue), même lorsque la couche de surface est renforcée; par conséquent, ces rivages présenteront une pénétration de pétrole limitée.

Les 21 types d'habitats de rivage (c.-à-d., 20 classes de l'ISE plus la zostère marine) sont attribués à l'une des quatre classes de FSB, sur une échelle de 1 (sensibilité plus faible) à 4 (sensibilité plus élevée). Les rapports entre la classification des types de rivages de l'ISE et le FSB sont recensés au tableau 4-1. Bien que les FSB soient corrélés avec la tendance pour les types de rivages à absorber ou retenir le pétrole brut déversé, ils se fondent aussi sur une considération de la complexité de l'habitat et la capacité des différents types d'habitats de soutenir la biodiversité et la productivité. Le substrat rocheux ou les substrats sablonneux exposés sont considérés être assujettis à des niveaux élevés de perturbations naturelles et présentent des niveaux relativement faibles de biodiversité et de productivité, tandis que les substrats rocheux abrités, les marais et les lits de zostère marine présentent un niveau élevé de biodiversité et de productivité.

La classe 1 des FSB de rivage représente la classification la moins sensible. Ces habitats sont régulièrement exposés à l'énergie des vagues et des marées, n'offrent aucun sinon un faible potentiel de pénétration subsuperficielle de pétrole et ont un faible degré de rétention du pétrole. En raison du substrat imperméable et de l'exposition aux vagues, le pétrole reste en surface, ce qui permet alors aux forces naturelles de l'éliminer. Habituellement, aucun sinon un petit nettoyage est nécessaire après une exposition au pétrole brut. En raison de la faible complexité de l'habitat, de l'exposition élevée ou de la nature artificielle de certains types d'habitats (p. ex., enrochement, cloisons), on estime que la sensibilité biologique est faible.

La classe 2 des FSB de rivage comprend des rivages qui ont généralement une faible pente et des substrats bien compactés, présentant souvent un sédiment sous-jacent à grains fins, qui limite la pénétration du pétrole. En général, la sensibilité biologique est réduite en raison de la faible complexité de l'habitat ou de l'exposition élevée.

La classe 3 des FSB de rivage présente en général une faible exposition et une complexité plus élevée, qui offrent une plus grande possibilité pour des niveaux de biodiversité plus élevés. Les sédiments sous-jacents à grains fins limitent souvent la pénétration du pétrole.

La classe 4 des FSB de rivage est la classification la plus sensible. On considère que ces types d'habitats présentent les niveaux les plus élevés de complexité et de productivité et qu'ils constituent des aires d'alevinage et de croissance pour le poisson, en plus d'être très sensibles à l'exposition au pétrole.

Les FSB attribués aux habitats le long du rivage et près du rivage sont illustrés à la figure 4-6. D'autres aires protégées associées au rivage dans ces zones sont également illustrées.

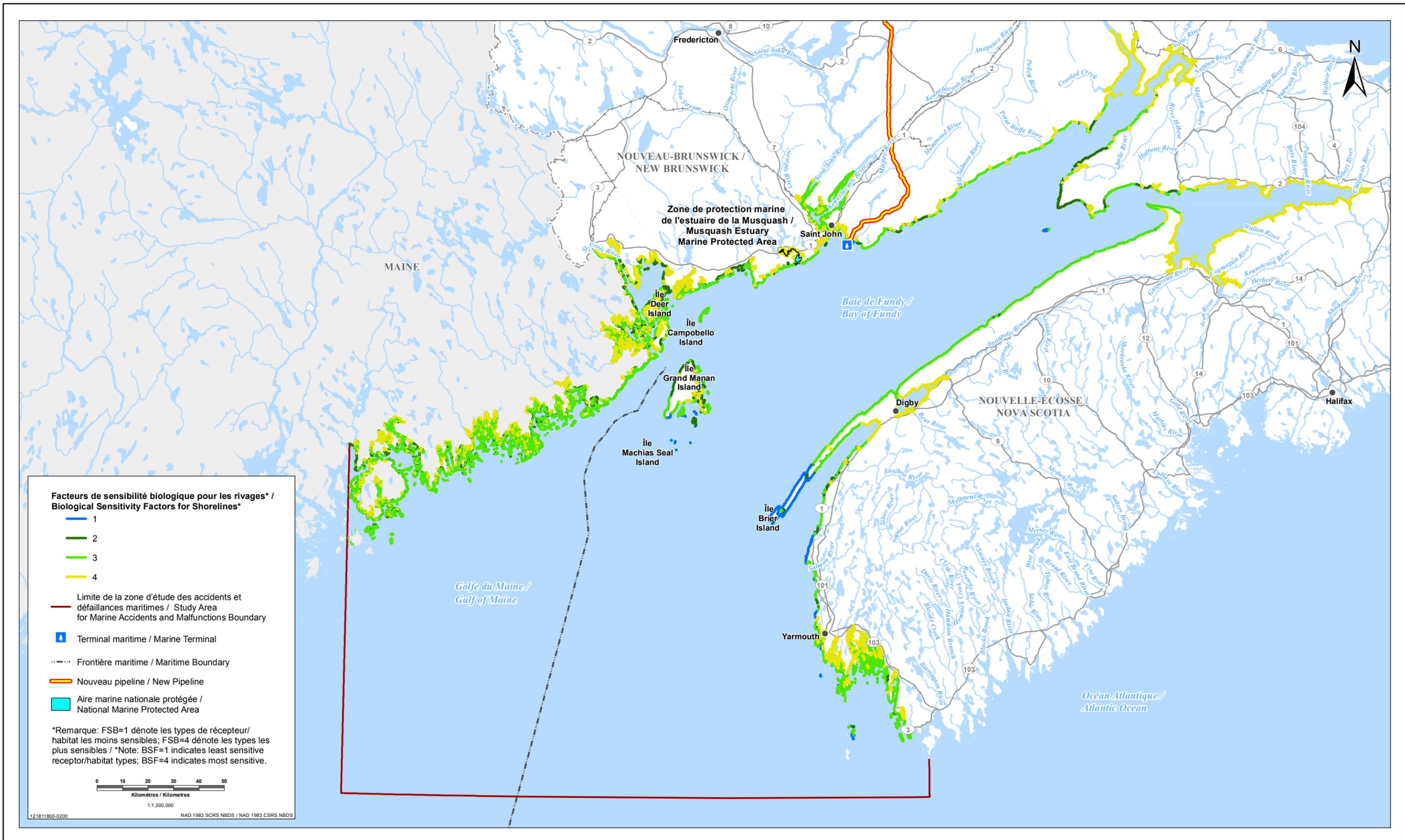
4.4.2 Poissons marins et leur habitat

La communauté des poissons marins se définit comme comprenant les poissons marins de même que les invertébrés marins (p. ex., mollusques et crustacés), mais non les reptiles, oiseaux ou mammifères qui font l'objet de sections subséquentes. On observe rarement des effets aigus du pétrole brut déversé sur les poissons marins et les invertébrés marins, sauf lorsque le pétrole brut est confiné et dispersé en eau peu profonde, ce qui peut survenir si le pétrole brut se rend sur un rivage ou dans une baie confinée.

En général, les effets aigus de l'exposition aux hydrocarbures sur les poissons sont causés par l'exposition à des composantes relativement solubles du pétrole brut. Les hydrocarbures aromatiques monocycliques tels le benzène, le toluène, l'éthylbenzène ou les xylènes, les hydrocarbures aliphatiques légers et les HAP tels les naphthalènes sont les plus susceptibles de contribuer à la toxicité aiguë. Ces composés ont également tendance à être volatils et à se perdre rapidement dans l'atmosphère, de sorte que les 24 à 48 premières heures après un déversement de pétrole représentent la période pendant laquelle la toxicité aiguë est la plus susceptible de se produire.

On reconnaît trois grands mécanismes de toxicité du poisson (quoiqu'il existe d'autres mécanismes plus spécifiques). Il s'agit de ce qui suit :

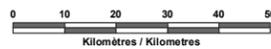
- La narcose non polaire dans le cadre de laquelle une exposition réversible aux hydrocarbures de la colonne d'eau et une accumulation de ces derniers provoquent une interférence avec le fonctionnement intracellulaire à un site lipidique ciblé, pouvant provoquer la mort si une concentration critique d'hydrocarbures est dépassée dans le lipide ciblé. Les salmonidés comptent parmi les plus sensibles au mode d'action de la narcose, et les petits poissons sont plus sensibles que les gros.
- La maladie du sac bleu (MSB) dans le cadre de laquelle une exposition à des HAP tricycliques et quadricycliques entraîne un syndrome de difformité cardiaque, craniofaciale ou rachidienne et le décès chez les embryons en développement. La sensibilité à la MSB est la plus importante chez les œufs nouvellement fécondés et elle diminue avec le durcissement de la membrane de l'œuf et au fur et à mesure du développement. Les embryons des espèces de hareng et de saumon comptent parmi les plus sensibles à la MSB.
- La phototoxicité dans le cadre de laquelle une exposition aux rayons ultraviolets (UV) peut faire augmenter la toxicité de certains composés HAP. L'absorption du photon ultraviolet par les molécules HAP entraîne la production de molécules dans l'état singulet et triplet excité. Ces molécules dans l'état excité des espèces réactives d'oxygène qui entraînent un stress oxydatif, des dommages tissulaires et potentiellement la mort chez les organismes aquatiques, en particulier les œufs de poisson ou les petites étapes du cycle de vie non pigmentées, comme la larve de poisson. Le temps couvert ou brumeux, un soleil bas sur l'horizon et la turbidité ou la matière organique dissoute dans la colonne d'eau peuvent limiter l'intensité de la lumière ambiante ou diffuser et absorber la lumière dans l'eau, et atténuer le potentiel de phototoxicité.



**Facteurs de sensibilité biologique pour les rivages* /
Biological Sensitivity Factors for Shorelines***

- 1
- 2
- 3
- 4
- Limite de la zone d'étude des accidents et défaillances maritimes / Study Area for Marine Accidents and Malfunctions Boundary
- Terminal maritime / Marine Terminal
- Frontière maritime / Maritime Boundary
- Nouveau pipeline / New Pipeline
- Aire marine nationale protégée / National Marine Protected Area

*Remarque: FSB=1 dénote les types de récepteur/habitat les moins sensibles; FSB=4 dénote les types les plus sensibles / *Note: BSF=1 indicates least sensitive receptor/habitat types; BSF=4 indicates most sensitive.



1:1,300,000
NAD 1983 SCRS NBDS / NAD 1983 CSRS NBDS

PROJET OLÉODUC ÉNERGIE EST / ENERGY EAST PIPELINE PROJECT

Facteurs de sensibilité biologique assignés aux habitats côtiers et sublittoraux / Biological Sensitivity Factors Assigned to Shoreline and Near-shore Habitats

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



PRÉPARÉ POUR / PREPARED FOR



FIGURE NO. / FIGURE NO.

4-6

Dernières modifications : 17/11/2015 par : mmoinisaueteng

