

Collisions et cooccurrences entre navires marchands et baleines dans l'estuaire du Saint-Laurent

Évaluation de scénarios de mitigation et recommandations



Clément Chion, PhD (Université de Montréal)

Pr. Lael Parrott, PhD (Université de Montréal)

Pr. Jacques-André Landry, PhD (École de technologie supérieure)

Rapport déposé auprès de:

Groupe de travail sur le trafic maritime et la protection des mammifères marins

Parcs Canada

Pêches et Océans Canada

Décembre 2012

Remerciements

Les auteurs souhaitent remercier Samuel Turgeon et Cristiane C. A. Martins pour leurs contributions à différents stades de ce travail ainsi que tous les autres membres du G2T3M pour leurs commentaires pertinents. Les auteurs remercient particulièrement l'ensemble des collaborateurs du projet 3MTSim, notamment Robert Michaud (GREMM), Nadia Ménard (Parcs Canada) et Guy Cantin (MPO) pour avoir partagé des données essentielles à des travaux réalisés dans les laboratoires de recherche de l'UdM et de l'ÉTS sur la problématique des interactions entre les bateaux et les baleines du Saint-Laurent, et particulièrement à ceux présentés dans ce rapport. La liste des personnes ayant contribué au projet 3MTSim est détaillée sur le site WEB du projet :

<http://www.geog.umontreal.ca/syscomplex/3MTSim/index.html>

Enfin, les auteurs souhaitent remercier Catherine Laurian pour sa contribution importante au début de ce projet.

Citation suggérée pour ce rapport

Chion C, Parrott L, Landry, J-A, 2012. *Collisions et cooccurrences entre navires marchands et baleines dans l'estuaire du Saint-Laurent – Évaluation de scénarios de mitigation et recommandations*. Rapport présenté au Groupe de travail sur le trafic maritime et la protection des mammifères marins, Parcs Canada et Pêches et Océans Canada. Université de Montréal et École de technologie supérieure : Montréal. 80 + vi pages.

Mention de source de la photo en couverture

Jonathan Normand

TABLE DES MATIERES

Avant-propos	v
1 Mise en contexte.....	1
1.1 Cooccurrences et collisions navire–baleine dans le fleuve Saint-Laurent	1
1.2 Groupe de travail sur le trafic maritime et les mammifères marins	5
1.3 Portrait de la région.....	7
1.3.1 L'estuaire du fleuve Saint-Laurent et la rivière Saguenay	7
1.3.2 Mammifères marins	7
1.3.3 Trafic maritime.....	9
1.4 Revue des solutions existantes pour réduire les risques de collision	16
1.4.1 Systèmes d'information et de détection des mammifères marins	16
1.4.2 Systèmes de répulsion des mammifères marins.....	17
1.4.3 Mesures de modification des procédures de navigation	17
1.5 Objectif prioritaire du G2T3M pour sa 1 ^{ère} phase (2011-2012).....	19
1.6 Démarche du G2T3M.....	19
1.6.1 Approche générale	19
1.6.2 Construction des scénarios par le G2T3M et raffinement des outils	20
1.6.3 Évaluation d'impact des scénarios de mitigation des collisions	20
1.6.4 Recommandations du G2T3M.....	21
2 Évaluation d'impact des scénarios de mitigation des risques de collision.....	23
2.1 Cadre de travail pour la réduction des risques de collision.....	23
2.1.1 Secteur et période prioritaires	23
2.1.2 Relations entre la vitesse des navires et les collisions : objectif spécifique du G2T3M.....	23
2.1.3 Choix du référentiel pour la définition des limites de vitesse des navires: vitesse sur le fond vs. vitesse sur la colonne d'eau	26
2.1.4 Contraintes de la navigation.....	29
2.2 Scénarios proposés.....	29
2.2.1 Scénario #1	30
2.2.2 Scénario #2	34
2.2.3 Scénario #3.....	37
2.2.4 Scénario #4a	40
2.2.5 Scénarios #4b1 et #4b2.....	43

2.2.6	Scénario #5	47
2.2.7	Scénario #6a	49
2.2.8	Scénario #6b	52
2.2.9	Scénario hybride.....	54
2.3	Évaluation d'impact des scénarios de mitigation avec 3MTSim	58
2.3.1	Durée de l'exposition des espèces de baleines aux navires marchands (1000 m)	59
2.3.2	Risque de collisions mortelles	59
2.3.3	Temps de transit des navires marchands dans le parc marin.....	60
2.3.4	Temps de transit des navires marchands dans la section estuarienne de l'aire d'étude	61
2.3.5	Discussion des résultats	62
3	Recommandations pour la réduction des risques de collision et des cooccurrences rapprochées entre navires et baleines.....	64
3.1	Solutions recommandées	64
3.1.1	Modification des procédures de navigation.....	64
3.1.2	Approche d'implémentation des modifications aux procédures de navigation recommandées.....	65
3.1.3	Mesures complémentaires accompagnant les modifications recommandées	66
3.1.4	Approche de suivi des modifications recommandées.....	66
3.2	Orientations recommandées pour la prochaine phase de travail du G2T3M	67
	Littérature citée.....	69
	Annexe 1 : Liste nominative des personnes ayant assisté à au moins une rencontre du G2T3M	72
	Annexe 2 : Les mammifères marins considérés par le G2T3M	73
	Annexe 3 : Agenda et jalons de la 1 ^{ère} phase du groupe de travail	78
	Notes de fin de document.....	80

AVANT-PROPOS

L'Université de Montréal (UdM) et l'École de technologie supérieure (ÉTS) sont des membres réguliers du Groupe de travail sur le trafic maritime et la protection des mammifères marins (G2T3M). Pendant son post-doctorat, l'auteur principal de ce rapport a analysé les effets potentiels de différents scénarios de mitigation des collisions navire–baleine dans l'estuaire du Saint-Laurent. Ce mandat lui a été confié par Pêches et Océans Canada (MPO) et Parcs Canada (PC) pour les besoins du G2T3M (les trois entités auprès desquelles ce rapport est déposé). Précisément, les auteurs du travail présenté dans ce rapport ont poursuivi deux objectifs:

1. Évaluer les impacts de 10 scénarios de modification des procédures de navigation élaborés par les membres du G2T3M en vue de réduire les risques de collision navire–baleine dans l'estuaire du Saint-Laurent, sur la base des meilleures connaissances disponibles.
2. Formuler une série de recommandations au G2T3M basées sur les résultats des analyses effectuées et sur leurs expertises, incluant les connaissances acquises au sein du G2T3M.

Afin de permettre au présent rapport d'être autoportant (exigence accompagnant le mandat), certains éléments reflétant les travaux de l'ensemble du G2T3M ont dû être intégrés pour compléter les travaux des auteurs. Les auteurs travaillaient sur la problématique des cooccurrences et collisions entre bateaux et baleines dans l'estuaire du Saint-Laurent avant l'existence du groupe de travail, notamment via la création du simulateur 3MTSim utilisé pour les besoins de cette étude. Cette expertise développée par l'UdM et l'ÉTS en collaboration avec MPO, PC et le Groupe de Recherche et d'Éducation sur les Mammifères Marins (GREMM) est d'ailleurs reliée à la création du G2T3M.

Le mandat confié par le G2T3M étant de rédiger un rapport autoportant, par souci de respect de la propriété intellectuelle, il convient de détailler brièvement le contenu et l'origine des différentes sections de ce rapport.

- Section 1 : cette section débute par une mise en contexte de la problématique des collisions et cooccurrences entre navires marchands et baleines dans l'estuaire du Saint-Laurent, compilée par les auteurs de ce rapport à partir de données recueillies par ceux-ci auprès d'organismes détaillés dans le corps du rapport. Par la suite, les auteurs présentent brièvement le G2T3M et brossent un portrait de la région en s'appuyant sur des travaux effectués en collaboration avec Samuel Turgeon (ex-UdM) et Cristiane C. A. Martins (UdM). Le rapport poursuit avec une revue des solutions existantes pour la mitigation des risques de collision. Cette partie a été compilée antérieurement à ce rapport par l'UdM, MPO et PC, notamment avec la collaboration intensive de Catherine Laurian. Finalement, les sections 1.5 et 1.6 reprennent des décisions prises collectivement par le G2T3M et ne sont donc pas l'unique fruit des auteurs du rapport.
- Section 2 : conformément à la démarche de travail adoptée par le G2T3M, cette section commence par présenter les hypothèses de travail du G2T3M et l'approche suivie par les auteurs de la présente étude. La brève revue de la littérature scientifique sur la relation entre la vitesse des navires et les collisions présentée dans cette section a été effectuée

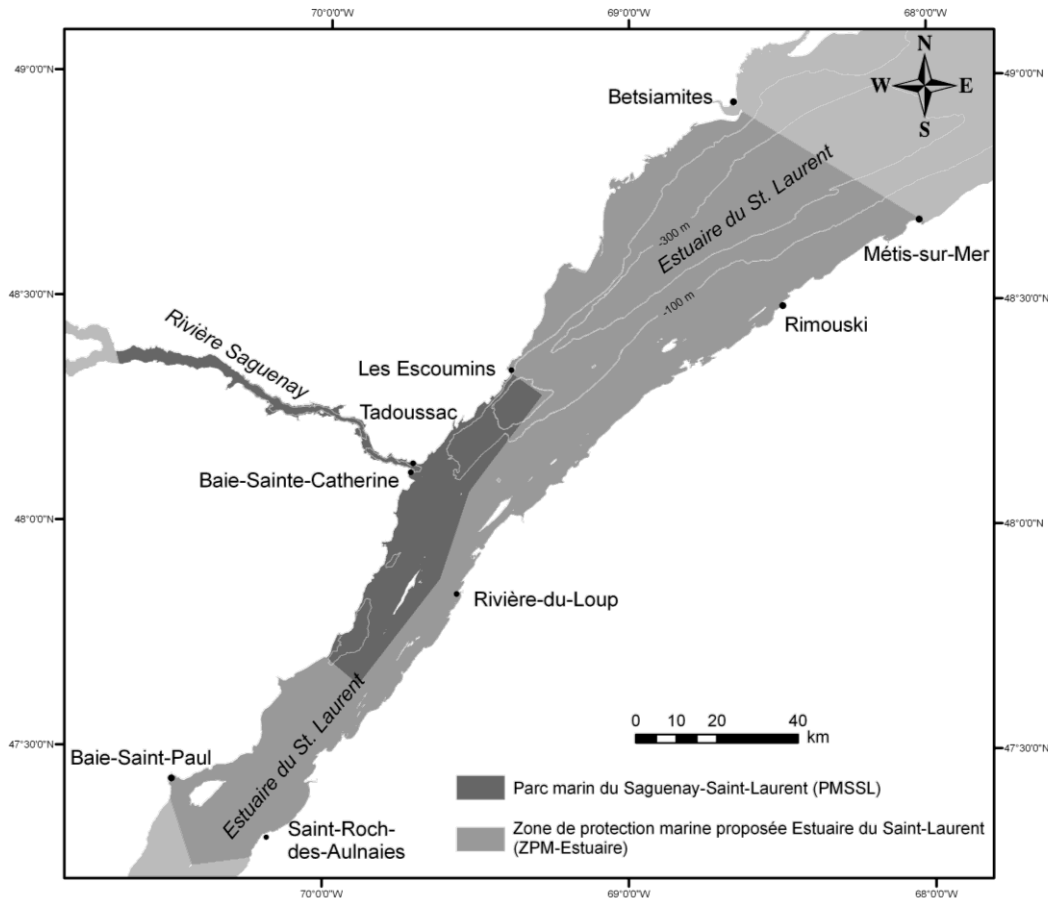
par les auteurs de ce rapport. La section sur les contraintes de navigation et sur le choix du référentiel de vitesses ont été nourries abondamment par des discussions qui ont eu cours au sein du G2T3M et particulièrement par les personnes identifiées dans le corps du document. Dans la section 2.2, les 10 scénarios de modifications des procédures de navigation ont été élaborés par le G2T3M et ont été cartographiés par l'auteur principal du rapport. Toutes les analyses présentées de la section 2.2 à la section 2.3 incluses ont été réalisées par l'auteur principal de ce rapport sous la supervision de ses co-auteurs. Les personnes ayant collaboré à l'élaboration du simulateur 3MTSim et à la création des bases de données géographiques (outils utilisés dans le cadre de la présente étude) sont identifiées sur le site Web du projet 3MTSimⁱ.

- Section 3 : sauf autre mention dans le texte, bien que certains éléments présents dans cette section aient pu faire l'objet de discussions au sein du G2T3M et aient pu être nourris par celles-ci, les recommandations relatives à la mitigation des risques de collision formulées dans cette section découlent des analyses des auteurs et reflètent leur point de vue.

Finalement, rappelons que ce rapport traite exclusivement de la problématique des cooccurrences et collisions entre les baleines et les navires de la marine marchande dans l'estuaire du Saint-Laurent, conformément au mandat confié aux auteurs de l'étude. Des problématiques relatives à d'autres composantes du trafic maritime font l'objet de travaux et d'initiatives séparées dont certaines sont brièvement présentées dans le corps du document. Les auteurs reconnaissent que d'autres problématiques que les collisions existent relativement aux interactions entre bateaux et baleines (*e.g.* bruits, dérangement) et des recommandations relatives à ces questions sont émises en ce sens à la fin de ce rapport.

1 MISE EN CONTEXTE

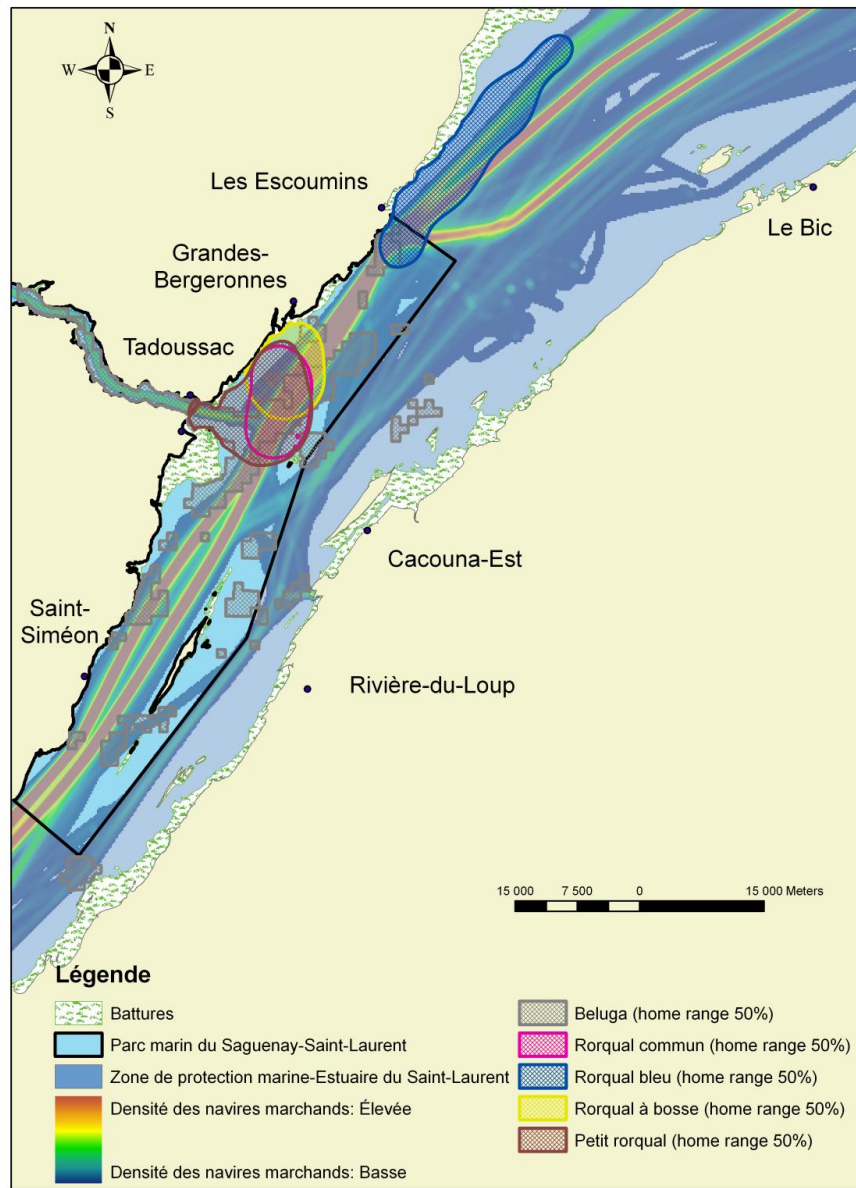
1.1 Cooccurrences et collisions navire–baleine dans le fleuve Saint-Laurent



Carte 1 : Aire d'étude.

La présence simultanée de mammifères marins et de navires marchands dans le fleuve Saint-Laurent au Québec, Canada, (*cf.* Carte 1) donne lieu à de nombreuses cooccurrencesⁱⁱ. Ces cooccurrences arrivent principalement entre mai et novembre, dans les secteurs de l'estuaire où les activités de la marine marchande

chevauchent les aires de concentration de plusieurs espèces de baleines, tel qu'illustré par la Carte 2. Bien que ces cooccurrences puissent impliquer tous les types de *mammifères marins* qui fréquentent la région, le travail présenté dans ce rapport se concentre sur 5 espèces de *baleines* décrites plus loin (section 1.3).



Carte 2 : Zones de chevauchement entre les navires marchands et les mammifères marins (home range 50% : secteurs les plus fréquentés comptant pour 50% du temps de résidence des baleines dans l'aire d'étude). (Sources des données : suivis VHF et données AOM, GREMM, Parcs Canada, MPO ; suivis de bélugas, GREMM ; données AIS, GCC ; données bathymétriques, Service hydrographique du Canada).

Si la plupart des cooccurrences entre navires et baleines se traduisent tout au plus par le dérangement des animaux (e.g. bruit des moteurs et vibrations des

navires), certaines aboutissent à des collisions pouvant s'avérer mortelles pour les animaux frappés. Les suivis de plusieurs populations de mammifères

marins à travers le monde indiquent que le décompte des collisions répertoriées (*e.g.* Rapports de collisions, nécropsies sur les carcasses d'animaux retrouvées) ne permet pas d'estimer précisément le nombre total de ces événements [1-3]. En effet, les collisions répertoriées sous-estiment leur nombre réel pour plusieurs raisons telles que :

- Les carcasses des animaux frappés peuvent couler ou dériver et n'être jamais retrouvées. À titre indicatif, pour la population de baleines franches de l'Atlantique Nord faisant l'objet de nombreux suivis, seulement 15% des carcasses des animaux morts sont retrouvées [4]. Pour les épaulards vivant proche de la côte ouest américaine, une région très peuplée, une région très étudiée également, seulement 7% des carcasses ont été retrouvées dans les dernières années [5].
- Les membres de l'équipage du navire frappant un mammifère marin ne s'en aperçoivent pas ;
- Une collision peut ne pas être mortelle sur l'impact mais l'animal peut mourir de ses blessures par la suite ;
- La méthode de nécropsie pratiquée sur une carcasse ne permet pas toujours de statuer hors de tout doute si l'animal présentant des traces d'une collision était mort avant cet événement ou bien si c'est cette collision qui a entraîné la mort.

Pour ces raisons, les collisions répertoriées dans une région donnée ne représentent que la pointe de l'iceberg, mettant en lumière l'importance de travailler sur la **gestion du risque** de

collisions. Parallèlement, les efforts visant à mieux décrire l'ampleur du phénomène des collisions et les circonstances favorables à leur occurrence doivent être poursuivis.

La Figure 1 présente le nombre de collisions (mortelles ou non) détectéesⁱⁱⁱ entre des bateaux et des mammifères marins dans le Saint-Laurent. Étant donné que l'effort et le succès de détection des collisions sont inconnus et variables d'une année à l'autre, ces données témoignent de l'existence de cette problématique mais ne permettent de tirer de conclusions ni sur le nombre total ni sur la tendance générale des collisions dans le Saint-Laurent.

Entre 1992 et 2009, en moyenne 3.2 collisions/année (écart-type = 1.7) ont été détectées dans le Saint-Laurent, presque toutes dans l'estuaire, impliquant divers types de bateaux et les espèces suivantes :

- 43% rorquals communs ;
- 23% bélugas (collisions responsables de 9% des morts de bélugas entre 1983 et 2009) ;
- 28% avec d'autres espèces de rorquals ;
- 6% avec d'autres espèces de mammifères marins.

Compte tenu de la situation critique dans laquelle se trouvent plusieurs populations de baleines qui fréquentent la région (présentées à la section 1.3.2), la mort de quelques individus par collision chaque année représente une menace sérieuse au rétablissement de plusieurs espèces en péril, tel qu'identifié dans le plan de rétablissement du béluga et du rorqual bleu [6, 7] et dans le rapport de statut de la COSEPAC pour le rorqual commun [8].

Collisions détectées dans le fleuve Saint-Laurent entre des bateaux et des mammifères marins

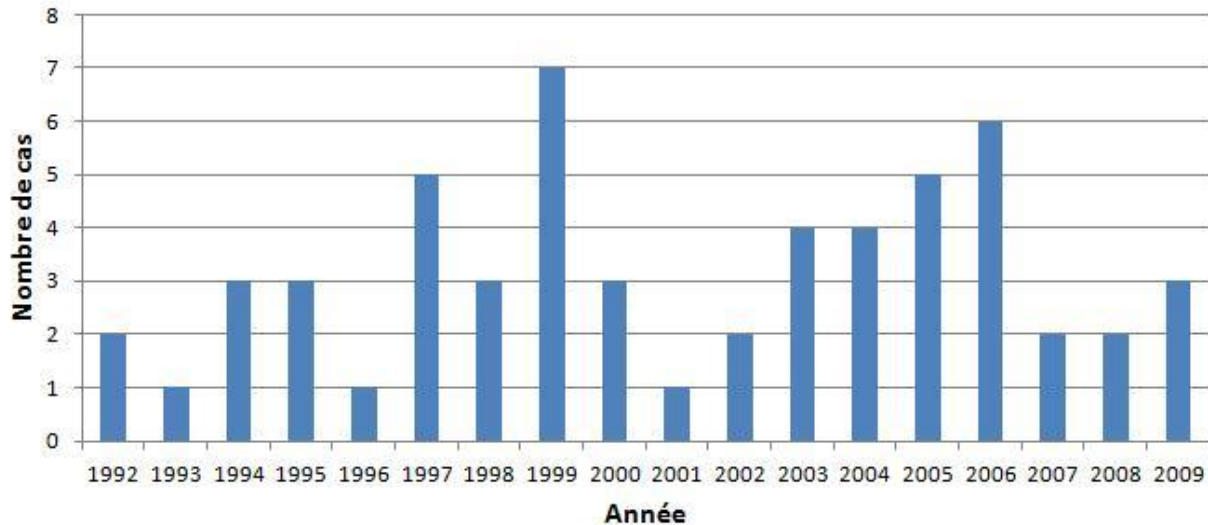


Figure 1 : Nombre de collisions entre bateaux et mammifères marins détectées entre 1992 et 2009 dans le Saint-Laurent (quasi-totalité dans l'estuaire). Ces données montrent que des collisions ont lieu chaque année dans le fleuve. Ces données ne permettent pas de dénombrer les collisions qui se produisent dans le Saint-Laurent pour les raisons évoquées dans le texte. Ces données ne permettent pas de tirer de conclusion sur la tendance des collisions au fil des ans puisque des efforts de sensibilisation et l'obligation de rapporter les incidents de collision en vigueur dans le parc marin depuis 2002 en vertu du Règlement sur les activités en mer ont pu avoir un impact sur le nombre de cas rapportés. (Sources : Réseau québécois d'urgences pour les mammifères marins, Parcs Canada, GREMM, Faculté de médecine vétérinaire de l'Université de Montréal).

Pour l'industrie maritime, ces collisions représentent non seulement des coûts mais peuvent nuire à l'image d'une industrie qui se veut de plus en plus respectueuse de l'environnement dans lequel elle navigue. Dans leur base de données qui compile les rapports de collisions survenues dans toutes les eaux du globe, Jensen et Silber [3] constatent que 100% des cas où des dommages aux navires ont été rapportés sont survenus lors de collisions à des vitesses supérieures à **10 nœuds**. Parmi ces dommages on peut nommer des bris à la

coque, aux hélices, gouvernails et bras de direction. Ces incidents occasionnent généralement des retards de livraison, une réduction de vitesse et dans les pires des cas peuvent porter atteinte à la sécurité à bord du navire [3].

Face à ce constat préoccupant, la nécessité de réduire les risques encourus par les mammifères marins exposés au trafic maritime dans l'estuaire du Saint-Laurent s'est imposée et c'est sur cette problématique qu'un groupe de travail spécialement formé s'est concentré en 2011-2012. Ce groupe de travail (décrit

dans la section 1.2) s'est penché sur la recherche et l'évaluation de solutions visant à réduire le risque de collisions navire–baleine en s'appuyant sur les meilleures données et les meilleurs outils disponibles.

1.2 Groupe de travail sur le trafic maritime et les mammifères marins

À travers le monde, les collisions répertoriées entre des bateaux et des baleines entraînant la mort ou des blessures sévères pour l'animal frappé impliquent principalement des embarcations de 80 mètres et plus [1]. La majorité des bateaux de cette dimension en circulation dans l'habitat des baleines dans l'estuaire du Saint-Laurent sont des navires de la marine marchande [9]. Le nombre de collisions détectées dans l'estuaire du Saint-Laurent est préoccupant (*cf.* Figure 1), particulièrement pour plusieurs espèces de baleines inscrites sur la liste des espèces en péril [6-8] selon la Loi sur les espèces en péril du Canada (LEP) [10] ; ces collisions peuvent limiter le rétablissement de ces populations déjà vulnérables.

Dans ce contexte, un groupe de travail multi-acteurs composé d'experts de la navigation, d'experts sur les mammifères marins, de représentants de l'industrie maritime, de représentants d'organismes gouvernementaux et non-gouvernementaux, de scientifiques et d'universitaires a été formé. Ce groupe de travail, appelé le *Groupe de Travail sur le Trafic Maritime et la Protection des Mammifères Marins dans l'estuaire du Saint-Laurent* (abrégé *groupe de travail* ou G2T3M dans le reste du document) s'est donné pour mandat général

d'identifier des pistes de solution pour réduire les risques encourus par les mammifères marins dans l'estuaire du Saint-Laurent, tout en permettant les activités de la marine marchande et sans compromettre la sécurité.

Le mandat spécifique poursuivi par le G2T3M pour sa 1^{ère} phase de travaux (2011-2012) est d'identifier des solutions à implanter pour réduire les risques de collision entre des navires marchands et des baleines dans les secteurs du parc marin du Saguenay–Saint-Laurent (parc marin dans le reste du rapport) et la zone de protection marine proposée Estuaire du Saint-Laurent (*cf.* Carte 1). Le présent rapport commandé par le G2T3M présente l'évaluation de 10 scénarios de mitigation des risques de collision proposés au sein du groupe de travail et formule les recommandations découlant des résultats de ces analyses.

Le G2T3M est un groupe multipartite regroupant les acteurs majeurs en lien avec les activités de la marine marchande et la conservation des mammifères marins dans la région concernée (*cf.* Carte 1). Ces organismes et leur niveau d'implication au sein du G2T3M sont présentés dans le Tableau 1 (une liste nominative des personnes ayant participé aux rencontres du G2T3M est présentée en Annexe 1). Ces organismes ont été rencontrés initialement le 17 février 2011 lors d'une réunion du Comité Concertation Navigation^{iv} (CCN) où une présentation sur la problématique des collisions navire–baleine et sur le simulateur de mouvement des baleines et des bateaux 3MTSim [11] a été donnée. Ces organismes ont été invités par le MPO et PC à former un groupe de travail *ad hoc* lors d'une rencontre le 17 mars 2011 et après acceptation unanime, la 1^{ère} rencontre officielle du groupe de travail a eu lieu le 8 avril 2011.

Tableau 1: Organismes siégeant sur le Groupe de travail sur le trafic maritime et la protection des mammifères marins.

Organisme	Type d'implication au sein du G2T3M	Site Internet
Alliance Verte	Observateur	www.allianceverte.org/
Armateurs du Saint-Laurent (ASL)	Membre régulier	www.armateurs-du-st-laurent.org/
Corporation des Pilotes du Bas-Saint-Laurent (CPBSL)	Membre régulier	www.pilotesbsl.qc.ca/
École de technologie supérieure (ÉTS)	Membre régulier	www.etsmtl.ca/
Fédération Maritime du Canada	Membre régulier	www.shipfed.ca/
Garde côtière canadienne (GCC)	Conseiller	www.ccg-gcc.gc.ca/
Groupe de Recherche et d'Éducation sur les Mammifères Marins (GREMM)	Membre régulier	www.gremm.org/
Parcs Canada (PC)	Coprésidence	www.pc.gc.ca/
Pêches et Océans Canada (MPO)	Coprésidence	www.dfo-mpo.gc.ca/
Société de développement économique du Saint-Laurent (SODES)	Membre régulier	www.st-laurent.org/
Transports Canada (TC)	Conseiller	www.tc.gc.ca/
Université de Montréal (UdM)	Membre régulier	www.umontreal.ca/

La formation de ce groupe de travail s'est faite sous l'impulsion conjointe de l'École de technologie supérieure, du GREMM, de Parcs Canada, Pêches et Océans Canada et de l'Université de Montréal^v. Soucieux d'intégrer les besoins et contraintes des acteurs du trafic maritime dès le début de cette démarche de rehaussement de la conservation des populations de baleines, les travaux du G2T3M tiennent compte des réalités économiques de l'industrie de la marine marchande, des contraintes opérationnelles des Pilotes du Saint-

Laurent et du respect des règles de sécurité maritime.

Dans un premier temps donc, le G2T3M s'est donné comme priorité de trouver des solutions réalistes pour réduire les risques de collision entre les navires marchands et les mammifères marins dans l'estuaire du Saint-Laurent. Pour ce faire, le G2T3M se base sur les connaissances et informations suivantes :

1. Une revue des initiatives et démarches similaires de réduction des

risques de collision bateau–baleine ailleurs dans le monde ;

2. Une revue de la littérature scientifique sur les collisions bateau–baleine ;
3. L'utilisation des meilleures données scientifiques régionales disponibles sur la dynamique des mammifères marins et des activités de navigation dans le Saint-Laurent.

Conscient que la navigation exerce d'autres types de pressions aux effets encore mal connus sur les espèces de mammifères marins qui fréquentent la région d'étude (*e.g.* bruit), le G2T3M relève l'importance d'inscrire ses travaux dans une démarche de **gestion adaptative**. Dans cette optique, des ajustements aux pratiques courantes et mesures en place peuvent alors être évalués en son sein et de nouvelles recommandations émises si l'émergence de connaissances scientifiques le justifie.

La prochaine section brosse le portrait de la région considérée dans cette étude.

1.3 Portrait de la région

1.3.1 L'estuaire du fleuve Saint-Laurent et la rivière Saguenay

L'estuaire du fleuve Saint-Laurent et la rivière Saguenay, situés au Québec (*cf.* Carte 1), sont le théâtre de processus naturels uniques favorisant l'émergence d'écosystèmes marins exceptionnellement riches [12, 13]. En particulier, des phénomènes océanographiques complexes contribuent à l'agrégation de plusieurs espèces de poissons et d'euphausides dans la région, en partie responsables de la présence de mammifères marins entre mai et novembre [14]. La création du parc marin et la proposition d'une zone de protection marine dans la région (*cf.* Carte

1) traduisent l'effort de protection des mammifères marins et de leur habitat.

Le fleuve Saint-Laurent est une route de navigation majeure reliant l'Océan Atlantique aux Grands Lacs. L'estuaire du Saint-Laurent est par conséquent une zone de passage obligatoire pour de nombreux navires marchands en transit entre ces deux secteurs et pour ceux au départ ou à destination d'un des ports de la région.

La section suivante (1.3.2) présente les principales espèces de mammifères marins qui fréquentent l'estuaire du Saint-Laurent et la rivière Saguenay et identifie les cinq (5) espèces visées par le G2T3M et cette étude. La section 1.3.3 décrit quant à elle le trafic maritime dans la région d'étude et particulièrement les activités de la marine marchande considérées par le G2T3M et cette étude.

1.3.2 Mammifères marins

Plusieurs espèces de mammifères marins fréquentent l'estuaire du Saint-Laurent et la rivière Saguenay. Les principales espèces sont listées dans le Tableau 2.

Parmi les espèces présentées dans le Tableau 2, le groupe de travail se concentre sur les cétacés fréquentant régulièrement la région et pour lesquels des données de qualité sont disponibles permettant d'en caractériser l'abondance et la distribution spatiale. Tout en priorisant les espèces de cétacés figurant sur la liste des espèces en péril selon la LEP [10] (identifiées dans le Tableau 2), 5 espèces de mammifères marins fréquemment observées dans la zone d'étude et sujettes à des cooccurrences sont considérées dans ce travail :

1. Rorqual bleu (*Balaenoptera musculus*) ;

- | | |
|---|--|
| 2. Béluga du Saint-Laurent (<i>Delphinapterus leucas</i>) ; | Les distributions spatiales de ces cinq espèces sont données en Annexe 2. |
| 3. Rorqual commun (<i>Balaenoptera physalus</i>) | Pour les trois (3) espèces considérées figurant sur la liste des espèces en péril [10] (<i>i.e.</i> béluga, rorqual bleu et rorqual commun), le trafic maritime figure parmi les menaces limitant leur potentiel de rétablissement [6, 7, 15]. Le trafic maritime dans la région d'étude est décrit dans la section 1.3.3 ci-après. |
| 4. Rorqual à bosse (<i>Megaptera novaeangliae</i>) ; | |
| 5. Petit rorqual (<i>Balaenoptera acutorostrata</i>). | |

Tableau 2 : Principales espèces de mammifères marins dans la région (seules les cinq espèces en gras sont considérées dans cette étude).

Espèce	Statut selon la Loi sur les Espèces en Péril du Canada
Rorqual bleu	En voie de disparition
Baleine franche	En voie de disparition
Béluga du St-Laurent	Menacée
Rorqual commun	Préoccupante
Marsouin commun	Préoccupante
Phoque commun	Non en péril
Phoque du Groenland	Non en péril
Phoque gris	Non en péril
Rorqual à bosse	Non en péril
Petit rorqual	Non en péril
Dauphin à flancs blancs	Non en péril
Cachalot	Non en péril

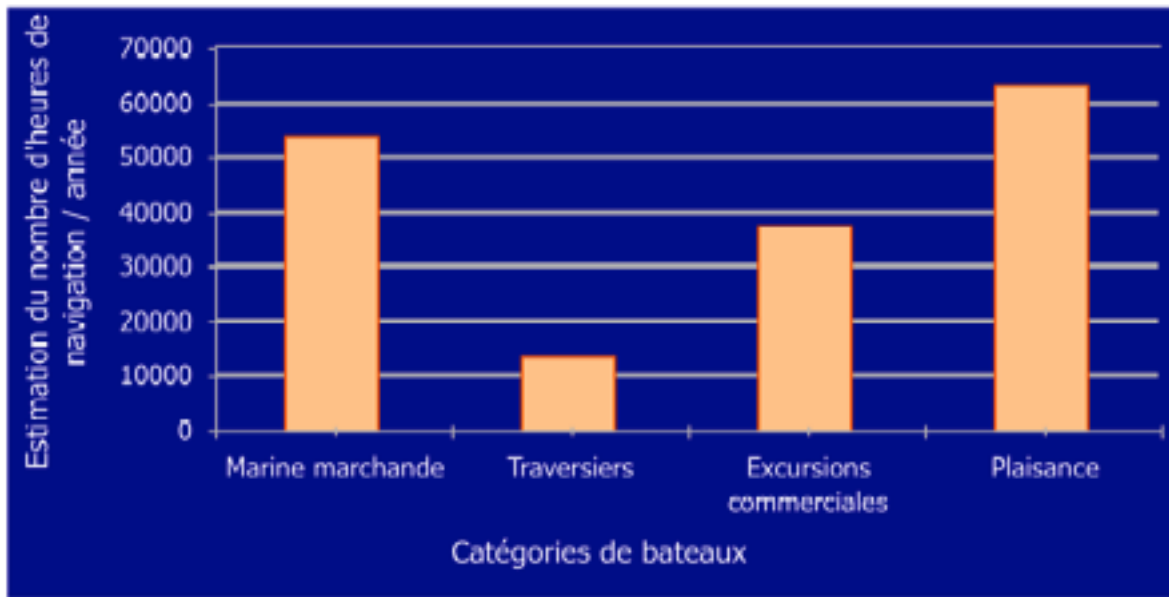


Figure 2 : Temps de présence des principales catégories de bateaux dans la région d'étude.

1.3.3 Trafic maritime

1.3.3.1 Portrait général

Les espèces de baleines présentées précédemment fréquentent l'aire d'étude chaque année principalement de mai à novembre. Entre le 1^{er} mai et la 31 octobre 2007, on a estimé à plus de 50 000 le nombre de voyages de bateaux^{vi} tous types confondus dans le parc marin, au centre de la région d'étude [9]. La majorité de ces voyages sont attribuables à quatre composantes : les traversiers (22 000), les bateaux d'excursions commerciales (13 000), les plaisanciers (9000) et les navires marchands (3000) [9].

Si au lieu du nombre de mouvements on considère le temps total de présence de chaque composante dans l'aire d'étude, avec plus de 50 000 heures/an la marine marchande apparaît comme une des composantes du trafic à laquelle les mammifères marins sont le plus exposés (*cf.* Figure 2).

La majorité des collisions bateau–baleine

entraînant la mort ou des blessures sérieuses pour l'animal frappé sont occasionnées par des navires de 80 mètres et plus [1]. La majeure partie des navires de 80 mètres et plus en transit dans la région sont des navires de la marine marchande dont la section suivante décrit la dynamique spatiotemporelle.

1.3.3.2 Activités de la marine marchande

Dans cette composante de la navigation commerciale se trouvent tous les navires marchands et ne comprend ni les bateaux d'excursions commerciales (transport de passagers sans nuit à bord) ni les traversiers réguliers. Les classes de navires regroupées sous le terme *marine marchande* sont décrites ci-dessous :

- **Barge** : de produits chimiques, généraliste, de forage, de produits pétroliers, en remorque et autopropulsée;
- **Citerne** : de pétrole brut, gazoline,

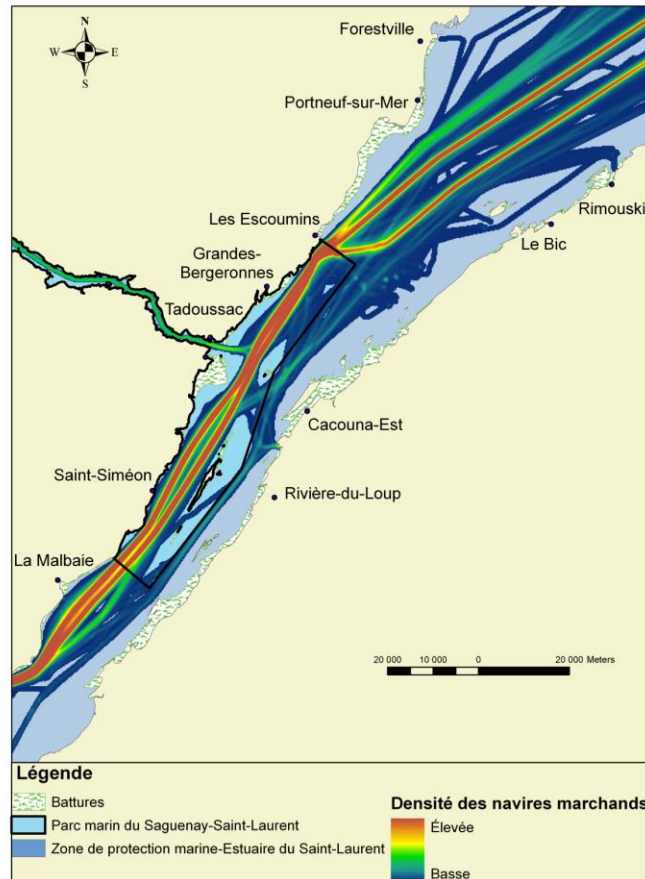
produits chimiques, mélasses, de minerais/vrac/pétrole, « super tanker », marchand, VLCC et d'eau;

- **Marchand** : vraquier/généraliste, porte-conteneurs, roulier, à attaches, transporteur de marchandise sèche, minerais, réfrigéré, caboteur, transporteur de véhicules, vraquier;
- **Remorqueur** : à incendie, de port, de mer, d'approvisionnement, général, de travail;
- **Navires de croisières** (*i.e.* Transport de passagers avec au moins une nuitée à bord).

Selon le système de classification des composantes du trafic maritime utilisé par le système INNAV de la Garde côtière canadienne^{vii} (GCC), les codes de classe des navires de la marine marchande considérés dans cette étude sont : MA, MB, MC, MP,

MH, MG, ML, MM, MO, MR, MS, T, B, et H. Les informations sur le système INNAV peuvent être consultées en visitant le site Internet de la GCC^{viii}.

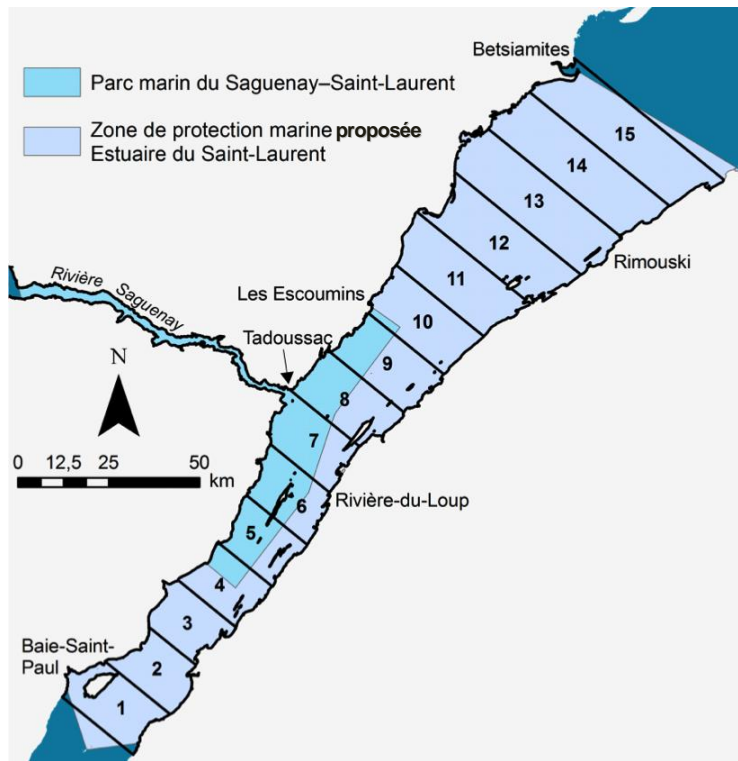
Tel que mentionné précédemment, les activités de la marine marchande totalisent plus de 5000 voyages dans la région d'étude annuellement dont plus de 3000 dans le parc marin entre mai et novembre [9]. En amont (*i.e.* à l'ouest) des Escoumins (*cf.* Carte 1), la grande majorité des navires marchands sont sous la conduite de pilotes brevetés de la Corporation des Pilotes du Bas-Saint-Laurent (CPBSL), tandis qu'en aval de cette limite, un dispositif de séparation du trafic identifie les corridors recommandés pour la navigation. Ces mesures ont pour effet de favoriser la distribution régulière du trafic maritime dans la région considérée, tel qu'illustré par la Carte 3.



Carte 3 : Distribution spatiale de la marine marchande dans la région d'étude entre mai et novembre (sources des données : données AIS, Garde côtière canadienne ; Service hydrographique du Canada. Année : 2007).

La vitesse des navires marchands est variable dans la région. Les forts courants de marée contribuent largement à cette variabilité. La vitesse des navires a été analysée en découpant la région d'étude

en segments représentés à la Carte 4. En 2007, la distribution de la vitesse des navires dans chaque segment est représentée à la Figure 3 par des diagrammes à moustaches.



Carte 4 : Segments de référence pour l'analyse des vitesses des navires marchands dans la région d'étude présentée à la Figure 3. (Réalisation de la carte : Samuel Turgeon).

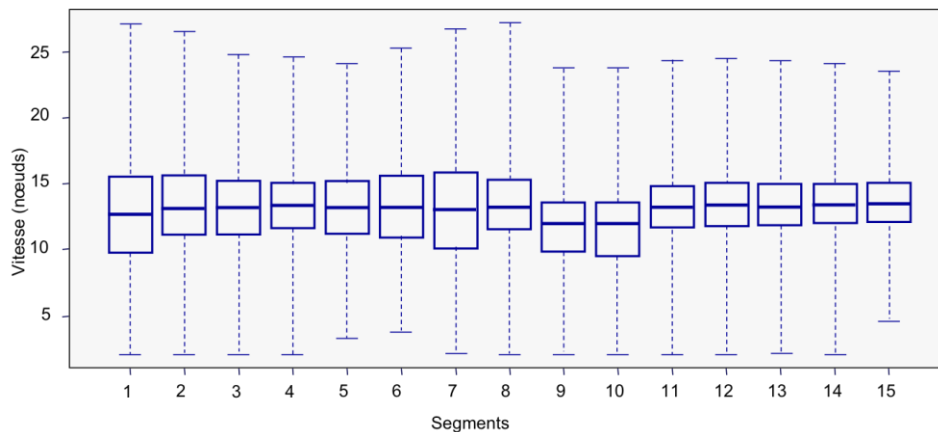


Figure 3 : Diagrammes à moustaches représentant la distribution des vitesses des navires dans chacun des segments de la région d'étude (le numéro des segments en abscisse correspond aux valeurs identifiées dans la Carte 4). Pour l'interprétation de chaque boîte à moustaches, le trait central représente la médiane de la distribution, la boîte contient toutes les valeurs contenues entre le 25^{ème} et le 75^{ème} percentile, et les extrémités (moustaches) indiquent les valeurs inférieure et supérieure de la distribution. (source des données : ~1 400 000 points du système AIS fournis par la GCC ; Année : 2007. Réalisation de la figure : Samuel Turgeon).

Les vitesses plus faibles dans les segments 9 et 10 sont dues au ralentissement dans la zone d'embarquement/débarquement des pilotes aux Escoumins (cf. Carte 4). La variabilité des vitesses plus importante dans les segments 1 à 7 par rapport aux segments 11 à 15 résulte d'une variation des courants de surface plus importante dans l'estuaire moyen (amont) que dans l'estuaire maritime (aval).

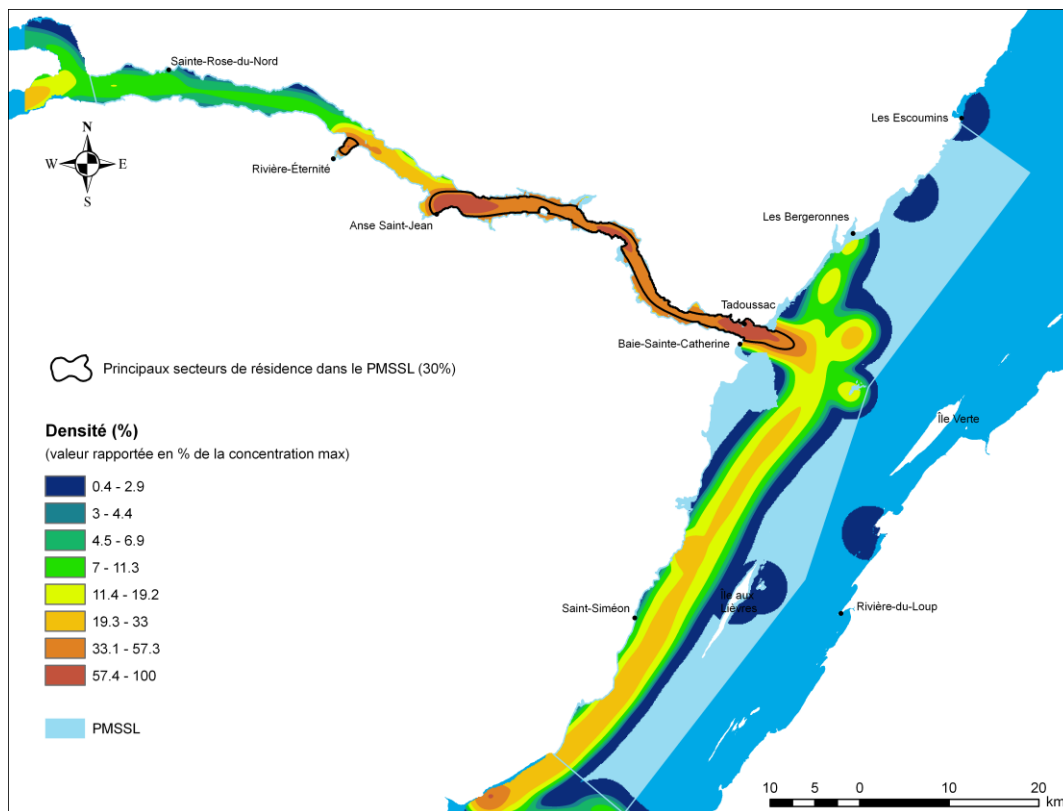
La prochaine section fait le survol des caractéristiques principales des autres

composantes importantes de la navigation dans l'aire d'étude.

1.3.3.3 Les autres composantes de la navigation et les initiatives

1.3.3.3.1 Activités de Plaisance

Dans la région d'étude, la navigation de plaisance se concentre essentiellement dans les eaux calmes de la rivière Saguenay.



Carte 5 : Distribution spatiale des activités de plaisance dans le parc marin entre mai et novembre (extrait de [9]).

La Carte 5 présente la distribution spatiale des plaisanciers fréquentant le parc marin pour la période allant du 1^{er} mai et 31 octobre [9]. Dans ces secteurs de

navigation des plaisanciers, les cooccurrences avec les baleines impliquent principalement les bélugas (estuaire moyen, rivière Saguenay et embouchure

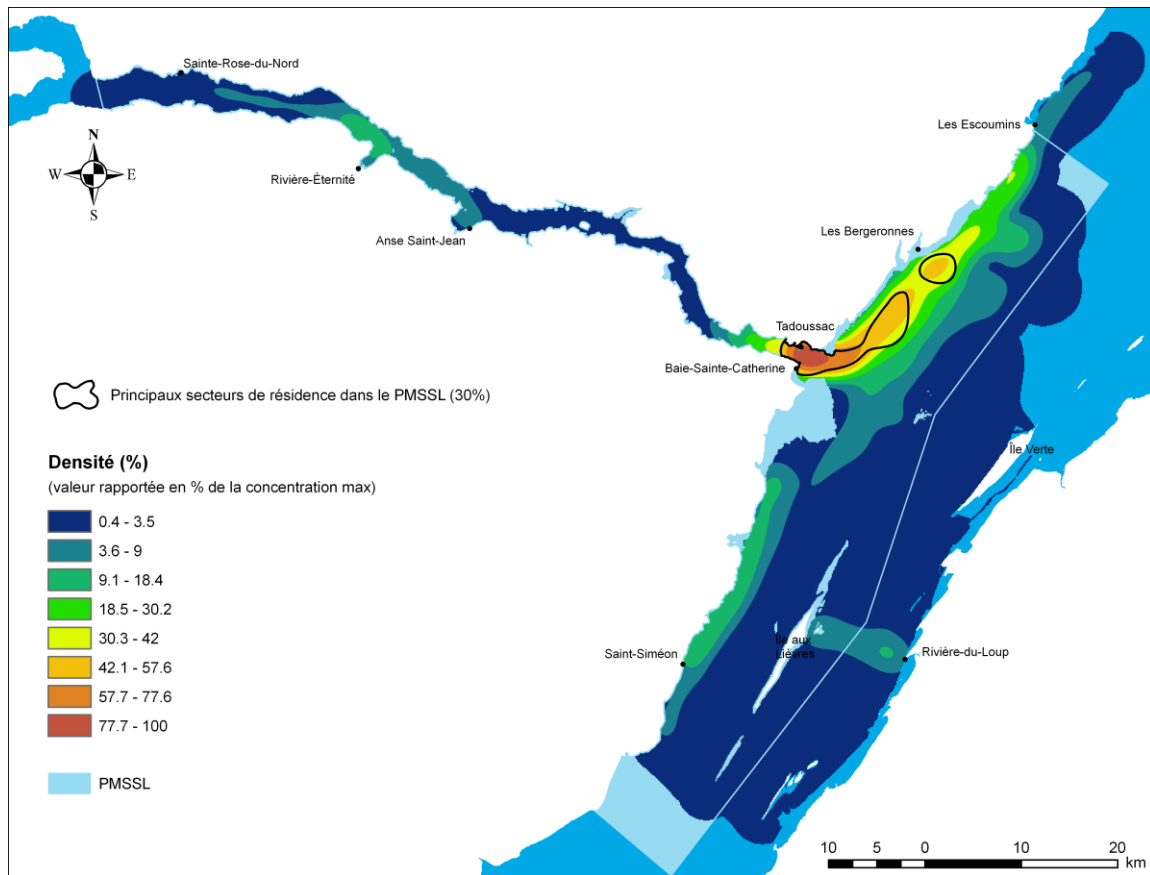
du Saguenay) et les petits rorquals (embouchure du Saguenay et estuaire moyen). Les gardes de parc du parc marin du Saguenay–Saint-Laurent effectuent régulièrement des patrouilles de sensibilisation auprès des plaisanciers pour les informer des règlements encadrant les interactions avec les mammifères marins dans le parc marin [16] et encourager des comportements responsables. À cela s'ajoutent les initiatives écoresponsables entreprises au sein de marinas de plaisance incluant celles bordant le parc marin (*e.g.* programme éco-marina^{ix}, *naviguer pour la faune* de la Fédération canadienne de la Faune^x, projet éco-plaisance du ROMM^{xi}).

1.3.3.3.2 Excursions commerciales

Les excursions commerciales se concentrent essentiellement dans le secteur du parc marin de la région d'étude de mai à novembre avec un pic en juillet et août [9]. Dans cette région, les excursions commerciales sont majoritairement dédiées à l'observation des baleines et les cooccurrences rapprochées entre bateaux d'excursion et mammifères marins y sont donc fréquentes [17, 18]. La Carte 6 illustre la

densité élevée des activités des excursions aux baleines dans l'estuaire maritime à la tête du chenal laurentien, une zone fortement fréquentée par plusieurs espèces de mammifères marins.

La création du parc marin du Saguenay–Saint-Laurent en 1998 a été fortement motivée par la croissance importante de l'industrie touristique de l'observation des baleines dans les années 80-90 [19, 20]. En 2002, la création du Règlement sur les Activités en Mer [16] visant à encadrer ces activités d'observation en mer des mammifères marins est un des premiers règlement de cette nature à avoir été mis en application au Canada. À cette démarche légale d'encadrement des activités en mer mise en application par Parcs Canada s'est ajoutée en 2011 l'initiative non-réglementaire Alliance Éco-Baleine^{xii}. Cette alliance d'entreprises d'excursions aux baleines opérant dans le parc marin, de Parcs Québec, Parcs Canada et du GREMM vise à « *assurer la pratique responsable et le développement durable des activités d'observation de baleines dans le parc marin* » en travaillant dans un esprit de concertation avec les acteurs régionaux du tourisme, de la recherche et de la conservation.



Carte 6 : Distribution spatiale des activités commerciales d'excursions en mer dans le parc marin entre mai et novembre (extrait de [9]).

1.3.3.3.3 Services de traversiers

Plusieurs services de traversiers sont en opération dans l'aire d'étude. Les principales lignes régulières sont :

- Baie-Sainte-Catherine–Tadoussac ;
- Saint-Siméon–Rivière-du-Loup ;
- Saint-Joseph-de-la-Rive–L'Isle-aux-Coudres ;
- Les Escoumins–Trois-Pistoles ;
- Forestville–Rimouski.

Le nombre de mouvements de traversiers sur ces routes régulières est estimé à

environ 55 000 par année. Certaines routes (*e.g.* Tadoussac–Baie-Sainte-Catherine, Saint-Siméon–Rivière-du-Loup) chevauchent des habitats essentiels d'espèces de baleines (*e.g.* bélugas), donnant lieu à de nombreuses cooccurrences rapprochées et à des risques de collision. La réduction du bruit des moteurs de prochains traversiers sur la ligne Tadoussac–Baie-Sainte-Catherine et la sensibilisation de leurs opérateurs à la présence de mammifères marins figurent parmi les initiatives significatives récentes, visant à réduire l'impact de ces activités sur les écosystèmes marins de la région.

1.4 Revue des solutions existantes pour réduire les risques de collision

Plusieurs solutions ont été mises en œuvre à travers le monde dans le but de réduire les risques de collision bateau-mammifère marin. D'une façon générale, il est possible de classer les solutions existantes en trois catégories :

- Systèmes d'information ou de détection de la présence des mammifères marins (section 1.4.1) ;
- Systèmes de répulsion des mammifères marins (section 1.4.2) ;
- Modification des procédures de navigation (section 1.4.3).

Il est fréquent que plusieurs solutions soient implémentées simultanément dans un endroit donné pour permettre une plus grande efficacité. Une revue exhaustive des solutions existantes est disponible dans [21]. Un survol descriptif de ces solutions est présenté dans les sous-sections suivantes.

1.4.1 Systèmes d'information et de détection des mammifères marins

L'objectif de cette catégorie de systèmes est d'informer les navigateurs de la présence de mammifères marins dans le voisinage du navire afin d'accroître la vigilance et de considérer une manœuvre d'évitement si nécessaire. Parmi ces systèmes, on peut nommer :

- Observateurs qualifiés à bord des navires, dédiés à la détection des mammifères marins : efficace uniquement de jour pour les animaux en surface ;
- REPCET [22] : système permettant aux navigateurs équipés de partager leurs observations de mammifères marins avec d'autres navigateurs

équipés du même système ;

- Acoustique passive : systèmes qui détectent les espèces qui vocalisent dans une région donnée. Un réseau de bouées équipées d'hydrophones installé dans la baie de Cape Cod est un exemple d'implémentation [23] ;
- Caméra de détection des souffles de baleines [21] ;
- Autres systèmes de détection passifs : caméra infrarouge, radar, détecteur de poissons adaptés etc. ;
- Système de signalement obligatoire des navires (*Mandatory Ship Reporting System [24]*) : ce système impose aux navires entrant dans des zones de présence de baleines franches de rapporter les caractéristiques de leur voyage à une station qui en retour leur transmet de l'information sur les baleines franches, sur les mesures de précaution pour éviter toute collision ainsi que les dernières observations d'animaux dans le secteur ;
- Application *Whale Alert* pour iPad et iPhone^{xiii} : cette application permet entre autre d'informer les navigateurs sur la présence de baleines franches aux abords de leurs aires de concentration et des différentes aires de protection.

La majorité de ces solutions sont présentées plus en détails dans les documents [21, 25]. Quelle que soit la situation, des solutions permettant aux navigateurs d'obtenir de l'information sur la présence de mammifères marins devraient toujours être envisagées. Concernant ces solutions technologiques, bien que leur développement et leur amélioration continue soit très encourageante, il est généralement admis par les experts qu'elles ne se suffisent pas à elles-mêmes et qu'elles ne sont pas aussi efficaces que des modifications des procédures de navigation [26][30].

1.4.2 Systèmes de répulsion des mammifères marins

Le principe de cette catégorie de systèmes est d'atteindre les mammifères marins dans le voisinage d'un navire par un signal pour les éloigner en dehors des zones où le risque de collision est élevé. Un tel système a été testé en Floride pour éloigner les lamantins sujets à des collisions fréquentes avec des navires [27].

Il s'agit généralement de systèmes acoustiques actifs embarqués à bord des navires. Les principaux désavantages de ces systèmes sont l'habituation des animaux, l'effet attracteur indésirable chez certains individus ou certaines espèces, ou encore l'augmentation du niveau de pollution sonore dans l'habitat des mammifères marins.

1.4.3 Mesures de modification des procédures de navigation

Deux types de modification des procédures de navigation peuvent permettre de réduire les risques de collision navire-baleine. Il s'agit de :

1. la modification des routes de navigation pour éviter les aires de concentration des mammifères marins. Ce type de mesures permet de diminuer le nombre de cooccurrences bateau-baleine et donc de réduire les risques de collision.
2. la réduction de vitesse des navires dans les aires de concentration des mammifères marins. Ce type de mesures permet d'augmenter le temps dont un mammifère marin dispose pour détecter un bateau et de déclencher une manœuvre d'évitement. Réciproquement, un opérateur dispose également de plus de temps pour détecter et éviter une

baleine. Ajoutons qu'en cas de collision avec un navire à vitesse réduite, la probabilité de survie de l'animal frappé est plus grande qu'avec un navire à vitesse plus élevée (*cf.* section 2.1.1).

D'après les experts de la problématique des collisions, l'option de déplacer les routes de navigation en dehors des zones de concentration de baleines est la plus efficace pour réduire les risques et doit être privilégiée lorsque possible [30]. Des exemples de mise en œuvre de ces solutions sont présentés dans les sections suivantes.

1.4.3.1 Modification des routes de navigation

Lorsque les mammifères marins affichent des patrons de distribution spatiale connus, la modification des routes de navigation permettant d'éviter ces zones de concentration s'avère, lorsqu'elle est possible, une option efficace pour réduire la fréquence des cooccurrences navire-baleine et donc les risques de collision. De telles modifications doivent tenir compte des principes de sécurité maritime ainsi que des besoins des divers acteurs maritimes.

Qu'il s'agisse d'approches réglementaires ou volontaires, des mesures visant à déplacer le trafic maritime hors des zones de concentration de mammifères marins ont été proposées et mise en œuvre à travers le monde. Quelques exemples sont fournis ci-après à titre d'information :

- Pour la protection des baleines franches de l'Atlantique Nord, des mesures de déplacement des corridors de navigation sont appliquées dans plusieurs localités de la côte est des États Unis^{xiv}, en Nouvelle Écosse (Bassin Roseway) [28] et au Nouveau-

Brunswick (Baie de Fundy) où des zones à éviter par la marine marchande ont été délimitées [28] ;

- En Europe (Cabo de Gata, Espagne), le dispositif de séparation du trafic a été modifié par l'Organisation Maritime Internationale (OMI) pour protéger le grand dauphin et la tortue caouanne [29] ;
- Dans la Baie de Santa Barbara en Californie, la Garde côtière américaine a entrepris des démarches pour la modification des dispositifs de séparation du trafic dans le Channel Islands National Marine Sanctuary afin de réduire les risques de collision avec les rorquals bleus^{xv}.

Lorsque leur implémentation est possible, de telles mesures permettant de réduire la fréquence des cooccurrences sont jugées par les experts comme les plus efficaces pour réduire les risques de collision navire–baleine [25, 26, 30].

1.4.3.2 Réduction de la vitesse des navires

Qu'il s'agisse d'approches réglementaires ou volontaires, des mesures de réduction de vitesse ont été proposées et mises en œuvre à travers le monde. Quelques exemples sont fournis à titre d'information ci-après.

- La NOAA a proposé une loi [Federal Register (USA) 2006] visant à "imposer des restrictions de vitesse des navires à 10 nœuds ou moins" dans "certaines zones et à certaines périodes de l'année, ou, dans certaines conditions spécifiques au contexte^{xvi} ;
- Pour réduire les risques de collision entre tous types de bateaux et des baleines à bosse dans le Glacier Bay National Park, le US National Park

Service limite le nombre de paquebots qui entrent dans le parc et exige que les navires voyagent à 13 nœuds ou moins dans les zones et les heures où les baleines à bosse sont présentes^{xvii}. De plus, si un bateau se trouve accidentellement à moins d'1/4 de mille d'une baleine, il doit immédiatement réduire sa vitesse à 10 nœuds.

- Suite à plusieurs collisions entre des navires et des rorquals bleus au large des côtes du sud de la Californie, le Channel Islands National Marine Sanctuary, le National Marine Fisheries Service (NMFS) et la Garde côtière américaine recommandent aux navires de naviguer à une vitesse de 10 nœuds ou moins lors de leurs approches vers les ports de Los Angeles et de Long Beach [31] ;
- Afin de réduire la probabilité de collision entre les navires et les baleines franches de l'Atlantique Nord, le NMFS des États-Unis demande aux navires de réduire leur vitesse à 10 nœuds ou moins lorsque des baleines franches sont observées le long de la côte est américaine ;
- Le NMFS a proposé un règlement sur la vitesse des navires dans l'entrée des ports principaux et dans les secteurs d'agrégation des baleines franches le long de la côte est américaine (71 FR 36299, 26 Juin 2006). Aux abords de plusieurs ports et dans plusieurs localités utilisées par les baleines franches de l'Atlantique Nord, la NOAA demande aux navires de 65 pieds et plus de ralentir à des vitesses inférieures à 10 nœuds^{xviii}.
- Des restrictions de vitesse des navires ont été proposées pour réduire les risques de collision avec les rorquals communs en Méditerranée [32].

- En vue de limiter le risque de collision entre les navires et les baleines franches de l'Atlantique Sud, une réglementation a été instaurée en Argentine imposant aux navires présents dans la zone de limiter leur vitesse à 10 nœuds du 1er juin au 30 novembre [25].

L'efficacité de réductions de vitesse sur la mitigation des collisions mortelles a été démontrée mais ces mesures peuvent dans certains cas s'accompagner de coûts pour l'industrie maritime qui voit ses temps de transit augmenter [30].

1.5 Objectif prioritaire du G2T3M pour sa 1^{ère} phase (2011-2012)

Tel que spécifié précédemment, pour sa 1^{ère} phase (2011-2012), le groupe de travail s'est donné pour priorité d'identifier et de recommander des solutions réalistes visant à réduire les risques de collision entre les navires marchands et les baleines dans l'estuaire du Saint-Laurent, sans compromettre les activités de la marine marchande ni la sécurité maritime. Suite à une revue des options existantes, les solutions à privilégier se rapportent à la modification des procédures de navigation (section 1.4.3). En effet, bien que l'avancement des solutions technologiques soit encourageant, les systèmes décrits aux sections 1.4.1 et 1.4.2 ne répondent généralement que partiellement au problème des collisions avec une capacité à les réduire de façon significative qui reste souvent à démontrer [30]. De tels systèmes peuvent néanmoins s'avérer pertinents comme mesures complémentaires pour accompagner la modification des procédures de navigation jugée comme le meilleur moyen de réduire significativement les collisions.

Pour atteindre cet objectif, la démarche du groupe de travail consiste à développer des scénarios alternatifs de procédures de navigation pour la marine marchande et d'en évaluer les impacts en :

1. analysant des bases de données sur la dynamique du trafic maritime et des mammifères marins ;
2. simulant l'impact des scénarios de gestion du trafic maritime proposés, au moyen du simulateur 3MTSim [11].

Basé sur les résultats de cet exercice d'évaluation présentés dans le présent rapport et sur les discussions subséquentes, le G2T3M devrait recommander des nouvelles procédures de navigation permettant de réduire les risques de collision navire–baleine et proposer la mise en place d'une approche de monitoring visant à assurer le suivi de l'efficacité des mesures proposées de réduction du risque. Par la suite, le G2T3M devrait définir les enjeux prioritaires et ses objectifs pour la suite de ses travaux relativement à la mitigation de l'impact du trafic maritime sur les baleines du Saint-Laurent.

La section suivante présente la démarche suivie pour évaluer les scénarios de mitigation des collisions navire–baleine proposés par le G2T3M.

1.6 Démarche du G2T3M

1.6.1 Approche générale

L'approche choisie par le groupe de travail pour réduire les risques de collision navire–baleine consiste à s'appuyer sur les meilleures connaissances disponibles sur la dynamique des navires marchands et des mammifères marins dans l'aire d'étude pour :

1. identifier plusieurs scénarios de

modification des procédures de navigation (section 1.6.2). Cette étape est effectuée de façon collaborative et itérative par les membres du G2T3M. La présence d'experts au sein du groupe de travail assure le développement de scénarios réalistes.

2. Évaluer l'impact de ces scénarios pour les 5 espèces de mammifères marins et pour les activités de la marine marchande (section 1.6.3). Cette étape (objet du présent rapport) est effectuée par deux moyens :
 - a) l'analyse de bases de données sur la dynamique du trafic maritime et des mammifères marins dans l'aire d'étude ;
 - b) l'évaluation par le simulateur 3MTSim [11] de l'impact des scénarios proposés sur les mammifères marins et la marine marchande.
3. Effectuer des recommandations visant à réduire les risques de collision navire–baleine dans l'estuaire et à faciliter l'adaptation continue des procédures de navigation aux nouvelles connaissances scientifiques sur l'écologie des mammifères marins de la région (section 1.6.4).

Une représentation synthétique du plan de travail 2011-2012 du G2T3M est donnée en Annexe 3.

1.6.2 Construction des scénarios par le G2T3M et raffinement des outils

La réunion des intervenants du secteur du transport maritime, des spécialistes des mammifères marins, du milieu académique et des gestionnaires des aires marines protégées pour développer des scénarios de gestion du trafic maritime a permis d'élaborer des solutions réalistes à

partir des meilleures connaissances disponibles. Les 10 scénarios élaborés par le G2T3M sont introduits dans la section 2 qui présente l'évaluation de leurs impacts respectifs.

En plus d'être collaborative par nature, l'approche proposée est adaptative puisqu'au fil des rencontres du groupe de travail, les outils utilisés et les analyses effectuées pour évaluer les coûts et bénéfices des différents scénarios ont été raffinés à la lumière de certains commentaires et avis des membres. Deux modifications principales ont été apportées au simulateur 3MTSim [11] suite aux commentaires reçus de la part de membres du G2T3M :

1. Introduction de l'effet des courants de surface sur la vitesse des navires. Cette modification a permis de mieux représenter les différences de vitesse des navires montant et descendant.
2. Introduction d'un module de prise de décision permettant aux navires simulés d'emprunter la route la plus rapide en présence d'un scénario de modification des procédures de navigation.

L'apport de l'expertise des membres du G2T3M pour nourrir l'amélioration des outils et proposer de nouvelles analyses est une clé pour le bon fonctionnement du groupe de travail et une contribution importante aux travaux des chercheurs impliqués.

1.6.3 Évaluation d'impact des scénarios de mitigation des collisions

L'évaluation des 10 scénarios proposés au sein du groupe de travail est l'objet de ce rapport. Elle a été effectuée en s'appuyant sur l'analyse de plusieurs bases de données de la dynamique spatiale et

temporelle des mammifères marins et du trafic maritime dans la région d'étude.

Pour la marine marchande, les données proviennent du système INNAV de la Garde côtière canadienne (données provenant de la technologie *Automatic Identification System*, AIS). La dynamique des mammifères marins est caractérisée par plusieurs bases de données telles que les suivis VHF,

l'observation terrestre du comportement de surface et les données du programme de suivi des activités d'observation en mer (AOM) mené par le GREMM avec le financement de Parcs Canada et de Pêches et Océans Canada. Ces données ont également servi à la construction du modèle 3MTSim et leur description est disponible dans l'article [11].

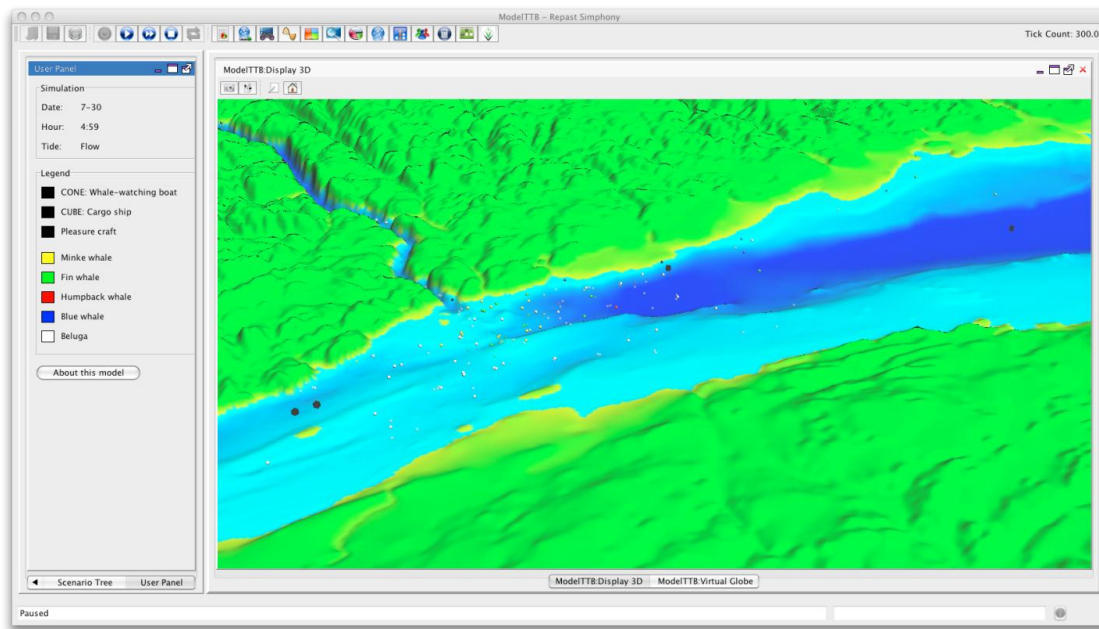


Figure 4 : Capture d'écran d'une simulation du modèle 3MTSim.

Le modèle 3MTSim (acronyme pour *Marine Mammal and Maritime Traffic Simulator*) [11] a été retenu par le groupe de travail pour évaluer l'impact des scénarios de gestion proposés sur les mammifères marins et le trafic maritime. 3MTSim est un modèle spatialement explicite simulant les déplacements des mammifères marins et des différentes composantes de la navigation dans l'estuaire du Saint-Laurent et le fjord du Saguenay (*cf.* Figure 4). Les différents modules de 3MTSim ont été testés et

validés et des informations additionnelles peuvent être trouvées dans les références [11, 33, 34] et sur le site Internet du projet mis à jour régulièrement^{xix}. Plus de détails sur l'approche d'évaluation des scénarios sont donnés dans la section 2.

1.6.4 Recommandations du G2T3M

Les recommandations formulées par le G2T3M à l'issue de sa première phase de travail devraient concerner à la fois les

scénarios de modifications des procédures de navigation à mettre de l'avant pour implémentation, la stratégie d'implémentation ainsi que les procédures à mettre en place (*e.g.* mécanismes de suivi) pour accompagner leur implémentation et favoriser l'atteinte d'objectifs de conformité. Les recommandations du G2T3M devraient être fondées sur les meilleures connaissances de la problématique des collisions dans l'aire d'étude, la revue des solutions adoptées dans des situations similaires à travers le monde et la littérature scientifique relative aux collisions. Finalement, les recommandations du G2T3M devraient

identifier les enjeux prioritaires des interactions bateau-baleine à traiter lors des prochaines phases de travail.

Le reste de ce rapport présente une série d'analyses relatives à la réduction des risques de collision (section 2) et les recommandations qui en découlent (section 3). Ces recommandations formulées par les auteurs à la fin du présent rapport s'adressent au G2T3M et visent à l'informer dans sa démarche décrite dans cette section 1.6. Elles n'engagent par conséquent que les auteurs de ce rapport. Le G2T3M aura le choix d'en tenir compte lors de la formulation de ses propres recommandations aux organismes pertinents.

2 ÉVALUATION D'IMPACT DES SCENARIOS DE MITIGATION DES RISQUES DE COLLISION

2.1 Cadre de travail pour la réduction des risques de collision

L'exploration de solutions visant à réduire les risques de collision navire–baleine dans l'estuaire du Saint-Laurent par la modification des procédures de navigation requiert la définition d'un cadre de travail. Pour élaborer une série de scénarios alternatifs de procédures de navigation réalistes et efficaces, le G2T3M a dû préalablement synthétiser les connaissances générales sur la dynamique des collisions ainsi que des informations sur la problématique locale. Des éléments-clés ont dû être déterminés pour procéder à l'avancement des travaux :

1. L'identification des secteurs et de la période à privilégier en fonction de l'exposition des espèces aux collisions avec la marine marchande (données et connaissances régionales) ;
2. L'établissement de relations entre la vitesse des navires et les collisions (littérature scientifique) ;
3. Le choix du référentiel qui doit être utilisé pour définir des limites de vitesse pour les navires (*i.e.* fond vs eau) (données et connaissances régionales) ;
4. La formulation des contraintes liées aux activités de pilotage et de navigation dans l'aire d'étude (experts).

Ces éléments sont décrits dans les sections suivantes.

2.1.1 Secteur et période prioritaires

Considérant l'aire d'étude (Carte 1), les cooccurrences navire–baleine se concentrent dans l'estuaire maritime,

c'est-à-dire en aval (*i.e.* vers l'est) de Tadoussac (*cf.* Carte 2), pendant la période où plusieurs espèces de mammifères marins convergent dans la région, principalement entre les mois de mai et novembre de chaque année. Un nombre significatif de cooccurrences entre des navires marchands et des bélugas ont lieu dans l'estuaire mais les connaissances actuelles indiquent que *les bélugas sont probablement plus à risque de collisions avec les embarcations de plaisance et touristiques se déplaçant à des vitesses et dans des directions variables* [7]. Puisque les navires marchands ont des trajectoires et des vitesses régulières, le G2T3M s'est concentré prioritairement sur l'**estuaire maritime** de l'aire d'étude pour la **période du 1^{er} mai et 31 octobre** où les navires représentent une menace pour des populations de grands rorquals inscrites sur la liste des espèces en péril [6, 8].

2.1.2 Relations entre la vitesse des navires et les collisions : objectif spécifique du G2T3M

D'après les données sur les collisions, au moins 70% des collisions impliquant des grands rorquals sont fatales pour l'animal [3]. Les travaux de plusieurs équipes de chercheurs ont permis de mieux comprendre le rôle de la vitesse des navires dans l'occurrence et l'issue des collisions avec des mammifères marins. Vanderlaan et Taggart [2] ont analysé la plus importante base de données publiée recensant 294 collisions bateau–baleine [1, 3]. Ils ont mis en lumière une relation non linéaire entre la probabilité de mortalité de l'animal en cas de collision et la vitesse du navire.

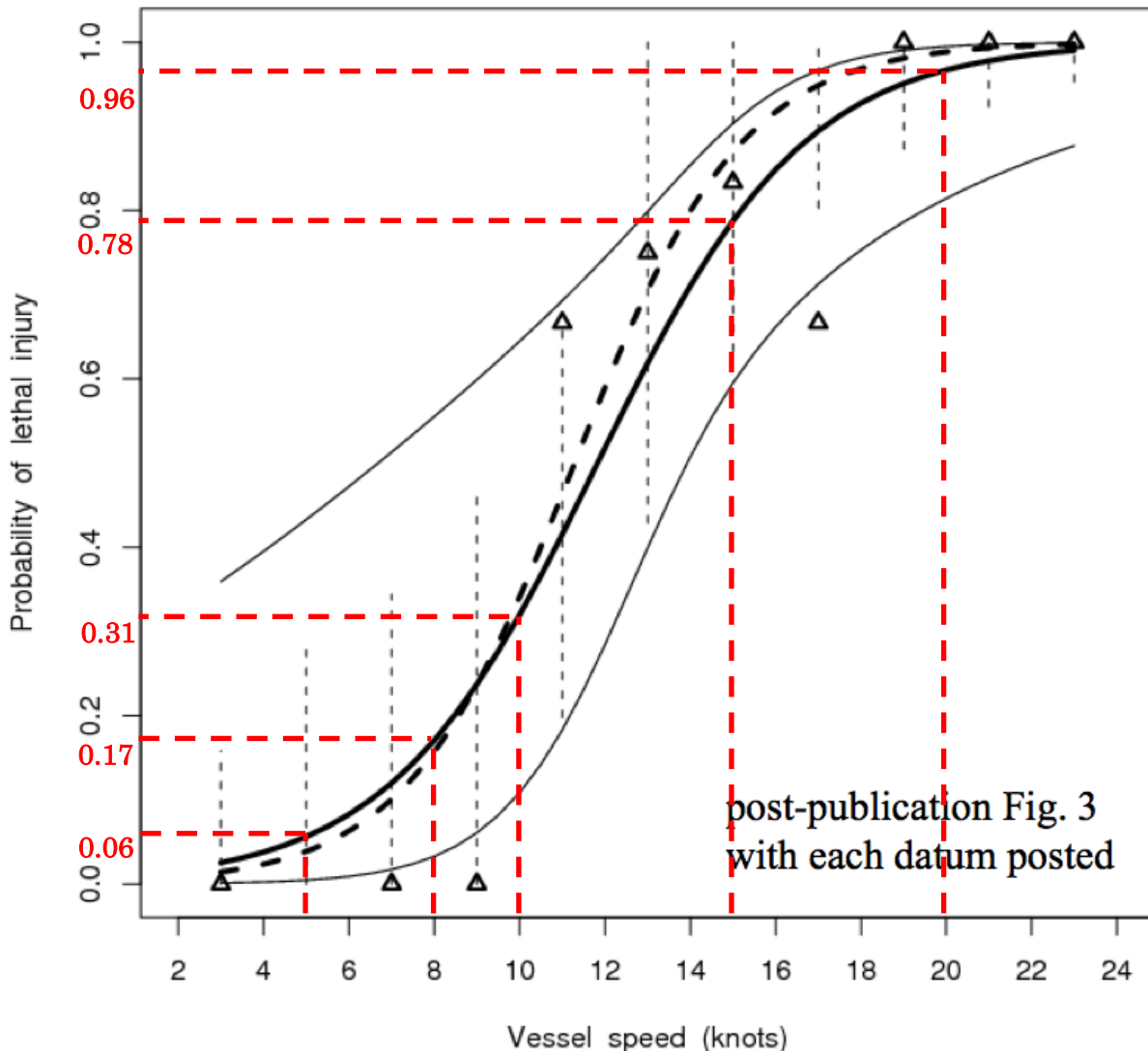


Figure 5 : Probabilité de blessure mortelle en cas de collision en fonction de la vitesse du navire au moment de l'impact. La courbe centrale continue (trait gras) provient de la régression logistique simple sur les données. La courbe centrale discontinue (trait gras) provient de la régression logistique après une opération de bootstrap sur les données. Les courbes enveloppes (traits pleins fins) indiquent les intervalles de confiance à 95% sur la régression logistique simple. Les lignes discontinues rouges indiquent les probabilités de mortalité en cas de collision pour les vitesses de navires de 5, 8, 10, 15 et 20 nœuds. (figure extraite et adaptée de l'article [2]).

Cette relation logistique, extraite de [2] et présentée à la Figure 5, nous indique que :

- À **5 nœuds**, une collision navire-baleine est mortelle pour l'animal dans **6%** des cas ;
- À **8 nœuds**, une collision navire-baleine est mortelle pour l'animal dans **17%** des cas ;
- À **8.6 nœuds**, une collision navire-baleine est mortelle pour l'animal dans **31%** des cas ;
- À **10 nœuds**, une collision navire-baleine est mortelle pour l'animal dans **78%** des cas ;
- À **15 nœuds**, une collision navire-baleine est mortelle pour l'animal dans **96%** des cas ;
- À **20 nœuds**, une collision navire-baleine est mortelle pour l'animal dans **99%** des cas ;

21% des cas ;

- À **10 nœuds**, une collision navire–baleine est mortelle pour l'animal dans **31%** des cas ;
- À **11.8 nœuds**, une collision navire–baleine est mortelle pour l'animal dans **50%** des cas ;
- À **15 nœuds**, une collision navire–baleine est mortelle pour l'animal dans **78%** des cas ;
- À **20 nœuds**, une collision navire–baleine est mortelle pour l'animal dans **96%** des cas.

Du point de vue de la gestion des activités maritime, cette analyse permet donc de déterminer une vitesse de navigation

maximale permettant de réduire sous un seuil donné la probabilité de mortalité des baleines en cas de collision.

Une autre étude scientifique [35] a étudié la distance minimale bateau–baleine lors des cooccurrences en fonction de la vitesse du navire. Cette étude a révélé que lorsque le navire navigue à moins de 11.8 nœuds, la distance minimale navire–baleine lors des cooccurrences est significativement plus importante (+114 mètres) qu'à des vitesses supérieures à ce seuil (*cf.* Figure 6). Ce résultat confirme l'hypothèse qu'un mammifère marin a davantage le temps de s'éloigner de la route d'un navire lorsque celui-ci navigue à basse vitesse, avec pour conséquence directe la réduction du risque de collision.

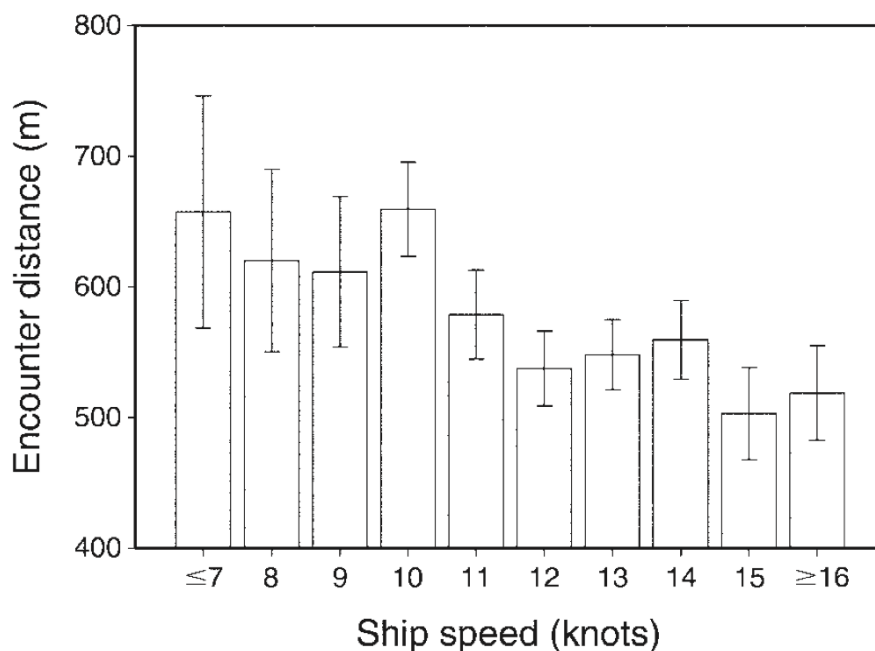


Figure 6 : Distance moyenne (+/- écart-type) entre les baleines à bosse et les navires lors des cooccurrences dans le parc national de Glacier Bay en Alaska. (Figure extraite de l'article [35]).

En conclusion, les analyses des données disponibles dans la littérature scientifique

indiquent que la réduction de la vitesse des navires est propice pour 1) réduire la

probabilité de mortalité d'un animal qui aurait été frappé et 2) réduire les risques de collision. Cette variable joue donc un rôle important dans la gestion et la réduction des mortalités de baleines par collision.

Après examen des limites de vitesse fixées pour les navires dans d'autres régions du monde, après estimation des risques de mortalité des baleines en cas de collision et après considération des contraintes de manoeuvrabilité des navires dans la région (notamment dans les secteurs de très forts courants), le G2T3M s'est accordé pour proposer des solutions visant à réduire le nombre de cooccurrences navire–baleine à plus de **10 nœuds** dans la région d'étude (*i.e.* probabilité de mortalité en cas de collision de 31%, *cf.* Figure 5), en favorisant, lorsque souhaitable et possible, des interactions à des vitesses inférieures à cette valeur dans des secteurs particulièrement sensibles pour les baleines. Notons que ces données sur les collisions considèrent que la vitesse de la baleine au moment de l'impact est nulle. En l'absence d'information sur la vitesse de la baleine au moment de l'impact, cette approximation est valide pour les baleines lentes (*e.g.* baleines franches) mais elle va à l'encontre de la théorie sur la collision des corps en Physique pour des baleines rapides comme les rorquals (*cf.* Annexe de l'article [2]). En effet, pour qu'une collision entre un navire et une baleine se produise avec une vitesse relative d'impact à 10 nœuds, il faut prendre en considération le vecteur vitesse du navire et celui de la baleine si sa vitesse n'est pas négligeable par rapport à celle du navire. Les implications de ces considérations en lien avec la vitesse des courants de surface dans la région sont discutées plus en détails à la fin de la section 2.1.3.

2.1.3 Choix du référentiel pour la définition des limites de vitesse des navires: vitesse sur le fond vs. vitesse sur la colonne d'eau

Les courants de surface dans la région d'étude peuvent être localement forts. Ils sont influencés principalement par la marée et par l'écoulement du fleuve. Puisque la variabilité spatiotemporelle du courant peut être importante, un navire se déplaçant à révolution de moteur constante aura une vitesse constante par rapport à la colonne d'eau (*i.e.* sa vitesse sur l'eau est constante) mais un observateur terrestre verra la vitesse du navire varier au gré des courants (*i.e.* sa vitesse sur le fond est variable).

Dans le secteur de l'estuaire maritime entre Tadoussac et Les Escoumins (*cf.* Carte 1) où se concentrent les routes actuelles de la majeure partie des navires marchands (*cf.* Carte 3), les courants de surface descendant atteignent 2.6 nœuds vers le nord-est au jusant tandis que les courants montant atteignent 1.5 nœuds vers le sud-ouest au flot de la marée (*cf.* données d'observation des courants aux points F et H identifiés sur la carte marine #1235, Pêches et Océans Canada)^{xx}. La force et la direction du courant varient dans l'espace et le temps, ce qui rend difficile en pratique la définition de limites de vitesse par rapport au fond pour des navires marchands (Simon Mercier, CPBSL). En effet, pour s'assurer de respecter une limite de vitesse définie sur le fond, un officier de commande aurait alors à ajuster plusieurs fois la vitesse sur l'eau de son navire pour compenser les variations de courant pendant son transit dans le secteur. Par conséquent, la référence de limites de vitesse dans les secteurs où les courants varient dans l'espace et le temps gagnerait à être la colonne d'eau, afin de

faciliter leur mise en œuvre par les officiers de commande.

Dans l'optique de définir des limites de vitesse par rapport à la colonne d'eau, compte tenu des forts courants dans la région d'étude, il convient maintenant d'évaluer la pertinence de distinguer ou non des vitesses limites différentes pour les navires montant et descendant pour se conformer à la volonté du G2T3M de réduire le nombre de cooccurrence navire–baleine à plus de 10 nœuds (section 2.1.2).

Les baleines qui fréquentent la région peuvent visiter de manière récurrente certaines zones sur une période de plusieurs semaines. Elles passent une

grande partie de leur temps dans la région à s'alimenter. Pendant une période d'alimentation de durée variable, les animaux restent essentiellement dans un secteur donné à l'intérieur duquel ils sont activement à la recherche de proies. Une fois une agrégation de proies localisée, un animal restera « surplace » pour une durée variable. La durée de ce comportement « surplace » peut varier entre une séquence de respiration (environ 15 minutes) et plusieurs heures, tel qu'illustré par la Figure 7. Le comportement des baleines peut varier selon l'espèce (*e.g.* rorqual bleu, petit rorqual) et selon les proies ciblées (*e.g.* krill, capelan).

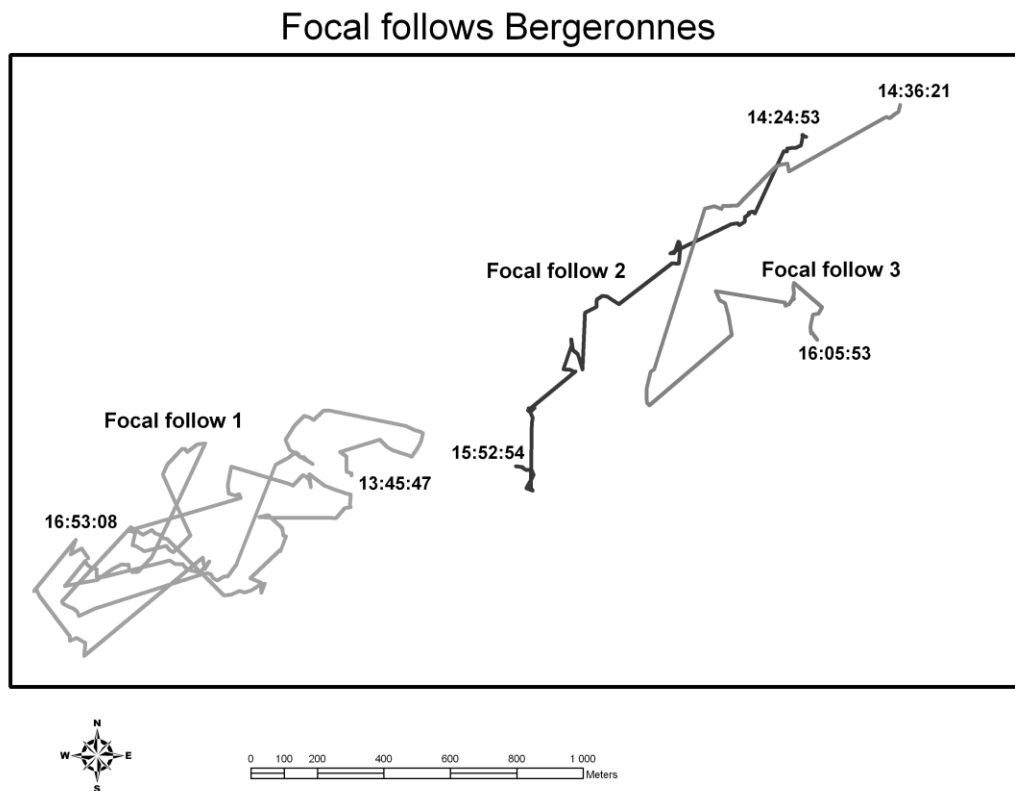


Figure 7 : Trois suivis focaux effectués à partir d'une station terrestre au moyen d'un théodolite à partir de Bergeronnes. Ces suivis de la dynamique spatiotemporelle de surface de grands rorquals dans l'estuaire maritime du Saint-Laurent illustrent la relative stationnarité de ces animaux pendant leur présence dans la région (source : Cristiane C. A. Martins).

Étant donné ce comportement moyen de «surplace», on considère que pendant leur présence dans la région, le vecteur déplacement moyen des baleines par rapport au fond est nul. Le vecteur moyen de la vitesse des baleines est donc nul par rapport au fond lorsqu'elles sont dans l'estuaire maritime. Par conséquent, le vecteur moyen de la vitesse des baleines par rapport à la colonne d'eau est donc l'opposé du vecteur moyen du courant par rapport au fond. Il faut donc estimer le vecteur moyen du courant de surface afin d'évaluer la pertinence d'établir des limites de vitesse différentes pour les navires montant et descendant et être ainsi en adéquation avec le cadre de travail du G2T3M (*i.e.* limiter le nombre de cooccurrences navire–baleine à plus de 10 nœuds relatifs, section 2.1.2).

La force du courant de surface moyen par rapport au fond dans l'estuaire maritime (*i.e.* moyenne des vecteurs de courants de surface sur un cycle de marée complet) varie spatialement dans l'intervalle [0.24-0.4] nœuds (*i.e.* ~0.32 nœuds en moyenne dans l'estuaire maritime) et sa direction moyenne est nord-est (*i.e.* descendant)^{xxi}. Par conséquent, pour respecter en moyenne une vitesse relative navire–baleine de 10 nœuds en cas de collision, il faudrait en théorie limiter la vitesse des navires montant à $10+0.32=10.32$ nœuds par rapport à la colonne d'eau et celle des navires descendant à $10-0.32=9.68$ nœuds par rapport à l'eau.

Ces analyses théoriques nous indiquent que la définition d'une vitesse limite par rapport à l'eau différente pour les navires montant et descendant serait difficile à implémenter en pratique en raison des importantes variations spatiotemporelles du courant jumelées à la précision relative des outils de monitoring des vitesses.

En conclusion, l'analyse des courants de

surface nous conforte dans l'idée de ne définir qu'une seule vitesse limite de 10 nœuds par rapport à l'eau pour les navires montant et descendant. En effet, distinguer deux vitesses différentes selon la direction de transit pourrait avoir comme effet de compliquer l'adoption de ces limites par les opérateurs de navires, pour un gain théorique en conservation a priori faible. Par conséquent, pour faciliter l'adoption et la mise en œuvre de limites de vitesse par les officiers de commande des navires, il est proposé de définir des limites de vitesse pour la navigation par rapport à la colonne d'eau et de ne pas distinguer de vitesses limites différentes dans l'estuaire maritime pour les navires montant *vs.* descendant.

Il est important de rappeler que l'ensemble des hypothèses de travail du G2T3M repose sur la considération des vecteurs moyens pour la vitesse des courants de surface et celle des baleines. Une démarche de conservation basée sur les vecteurs des vitesses maximales (et non moyennes) conduirait à proposer des mesures de conservation beaucoup plus efficaces pour les populations de baleines concernées mais difficiles à mettre en œuvre pour l'industrie de la marine marchande. En effet, en considérant des courants de surface de 2.6 nœuds au jusant (descendant) dans l'estuaire maritime, un navire descendant devrait alors réduire sa vitesse à 7.4 nœuds sur l'eau pour limiter à 10 nœuds la vitesse d'impact avec une baleine faisant du surplace dans la région. Si au lieu de considérer une baleine en surplace on devait considérer la vitesse réelle maximale des rorquals (*e.g.* jusqu'à 50km/h en pointe pour un rorqual bleu) ou même la vitesse de croisière instantanée (*e.g.* 20km/h pour le rorqual bleu), aucune limite de vitesse ne serait réaliste pour assurer qu'une collision avec un navire en

mouvement se fasse avec une vitesse relative d'impact inférieure à 10 nœuds. La marine marchande est soumise à des contraintes opérationnelles dans la région d'étude et les solutions explorées et recommandées pour le G2T3M intègrent ces contraintes pour être réalistes. Ces contraintes sont détaillées dans la section 2.1.4.

2.1.4 Contraintes de la navigation

En plus des considérations économiques relatives à une augmentation du temps de transit des navires à travers la région d'étude, plusieurs contraintes s'appliquent aux activités de navigation dans le fleuve.

La première contrainte qui a été présentée précédemment (*cf.* section 2.1.3) est celle du contrôle de la vitesse du navire. Les navires fonctionnent autant que possible à vitesse de révolution du moteur constant et les changements d'allure doivent être minimisés. Cette contrainte d'opération inhérente aux navires de grande taille justifie qu'une limite de vitesse destinée aux navires marchands soit définie par rapport à la colonne d'eau et non par rapport au fond.

Les navires marchands sont soumis à des forces inertielles très importantes compte tenu de leur fort tonnage. Dans certains secteurs où les courants sont puissants, ces forces doivent être anticipées et compensées au moyen de la puissance motrice et de la vitesse sur l'eau pour conserver une manœuvrabilité du navire sécuritaire en tout temps. Par conséquent,

la vitesse des courants parfois forts observables dans certains secteurs doivent être considérés dans la définition de limites de vitesse pour les navires.

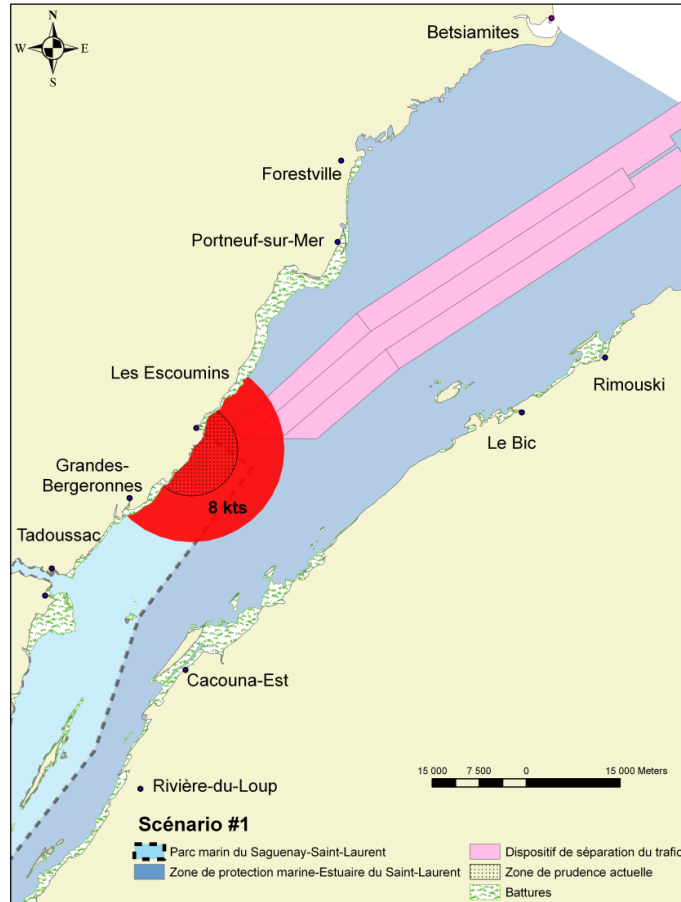
Finalement, les navires marchands sont sous la conduite de pilotes brevetés de la CPBSL, entre les stations de pilotage de Les Escoumins et de Québec. La durée moyenne d'un transit Escoumins-Québec est actuellement de 9h20, si cette durée approchait 10h (limite pour un seul pilote de nuit, 11h de jour), il faudrait envisager un 2^{ème} pilote à bord de certains navires par mesure de sécurité, ce qui pourrait être difficile en raison du nombre restreint de pilotes brevetés dans cette circonscription de pilotage en plus d'entraîner des coûts supplémentaires pour les armateurs. Par conséquent, le nombre de pilotes brevetés limite l'augmentation de temps de transit possible dans la région.

2.2 Scénarios proposés

Dix scénarios de modifications des procédures de navigation ont été élaborés par le groupe de travail. Les sous-sections 2.2.1 à 2.2.9 décrivent ces 10 scénarios, présentent qualitativement les impacts pour les mammifères marins et identifient les catégories de navires affectés par chaque scénario à partir d'analyses sur les bases de données du trafic maritime. La section 2.3 propose une évaluation avancée de l'impact des 10 scénarios au moyen de 3MTSim.

2.2.1 Scénario #1

2.2.1.1 Description



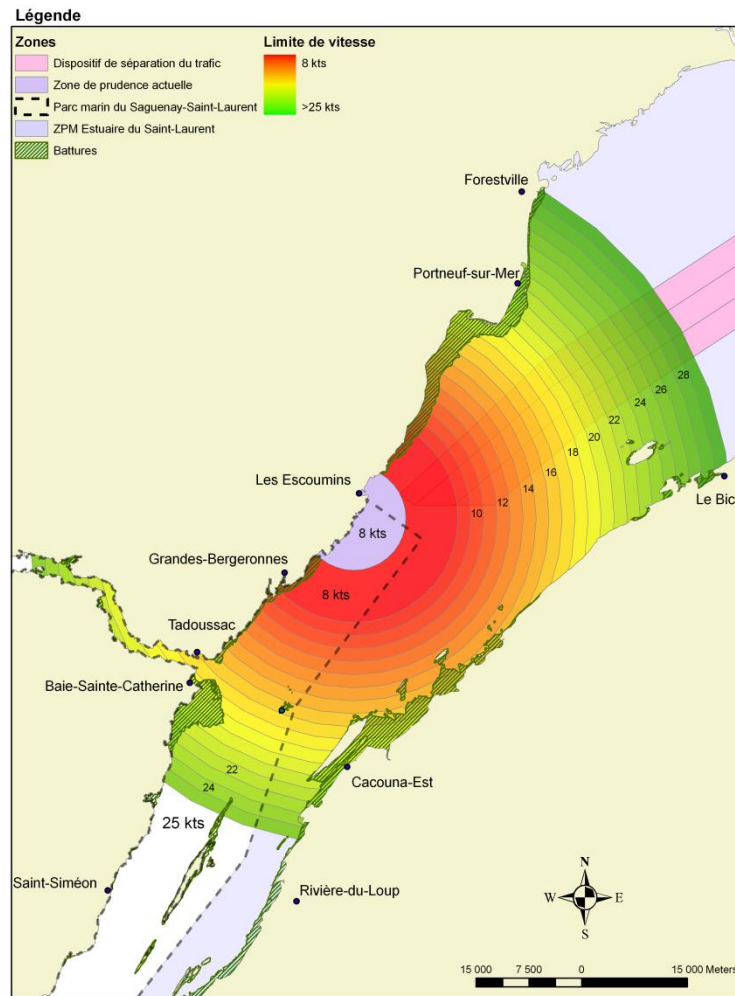
Carte 7 : Scénario #1.

Le scénario #1 propose d'élargir la zone circulaire de prudence actuelle de 4 milles nautiques de rayon (zone pointillée sur la Carte 7), à une zone circulaire de prudence modifiée de 8 milles nautiques de rayon (zone rouge sur la Carte 7) et d'y appliquer une limite de vitesse de 8 nœuds pour tous les navires.

C'est dans cette zone que les pilotes de la Corporation des Pilotes du Bas-Saint-Laurent embarquent à bord des navires

montant et débarquent des navires descendant. Il est à noter que lors de ces opérations, les navires sont sommés de réduire leur vitesse entre 6 et 8 nœuds.

Afin de visualiser le ralentissement des navires leur permettant d'atteindre la vitesse de 8 nœuds dans la zone de prudence modifiée, des anneaux concentriques indiquant une décélération de 1 nœuds/mille nautique sont placés à titre indicatif sur la Carte 8.

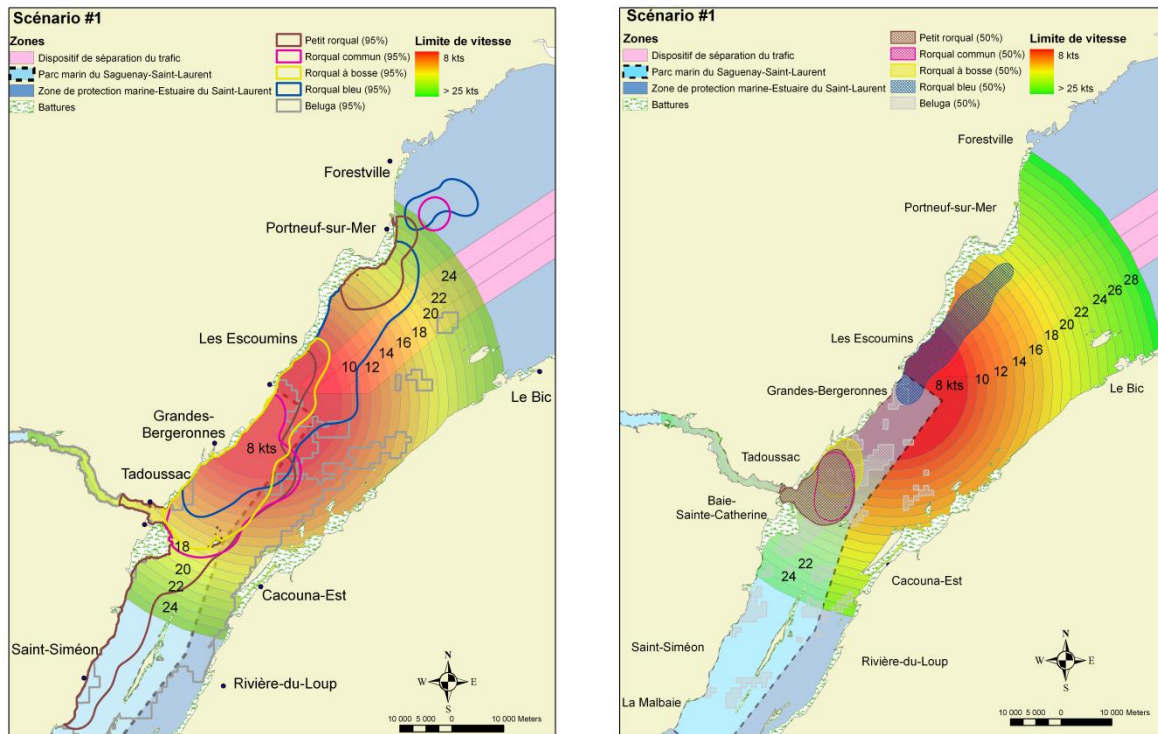


Carte 8 : Illustration des zones annulaires de décélération permettant aux navires en transit dans la zone de prudence modifiée d'atteindre graduellement la vitesse de 8 nœuds souhaitée. Chaque anneau fait 1 mille nautique d'épaisseur considérant une décélération moyenne de 1 nœud/mille nautique.

2.2.1.2 Impact attendu pour les mammifères marins

Tel qu'indiqué par la Carte 9, on retrouve l'ensemble des espèces de baleines dans

les zones de ralentissement proposées par le scénario #1. Le rorqual bleu est particulièrement présent dans la zone de limite de vitesse à 8 nœuds.



Carte 9 : Superposition du scénario #1 avec les centres d'activités 95% (à gauche) et 50% (à droite) des espèces de baleines.

2.2.1.3 Navires marchands affectés

L'analyse des données AIS relatives aux voyages de navires dans la région en 2007 nous permet de faire le portrait des catégories de navires qui seraient les plus touchées par ce scénario. Le Tableau 3 présente les statistiques sur la vitesse sur le fond des navires. L'analyse permet de faire les constats suivants :

- La grande majorité des navires commerciaux transitent par le secteur

proposé à 8 nœuds ;

- Il y a autant de navires voyageant dans les deux directions (*i.e.* montant et descendant).

On constate que la grande majorité des navires qui transitent dans la zone limitée à 8 nœuds proposée par le scénario #1 dépassent actuellement 8 nœuds dans ce secteur et le font la majorité du temps où ils sont dans cette zone.

Tableau 3 : Statistiques de la vitesse sur le fond des catégories de navires dans la zone limitée à 8 nœuds du scénario #1.

	Type de navires*		
	Navires de marchandises solides et de passagers (76% du trafic)	Navires-citernes (20% du trafic)	Remorqueurs (4% du trafic)
Vitesse moyenne actuelle	11.6 +/- 3.3 nds	11.2 +/- 3.1 nds	8.0 +/- 2.0 nds
Proportion du temps à plus de 8 nds	86.3%	82.4%	45.1%
Proportion des voyages ayant dépassé 8nds	100%	100%	74.2%

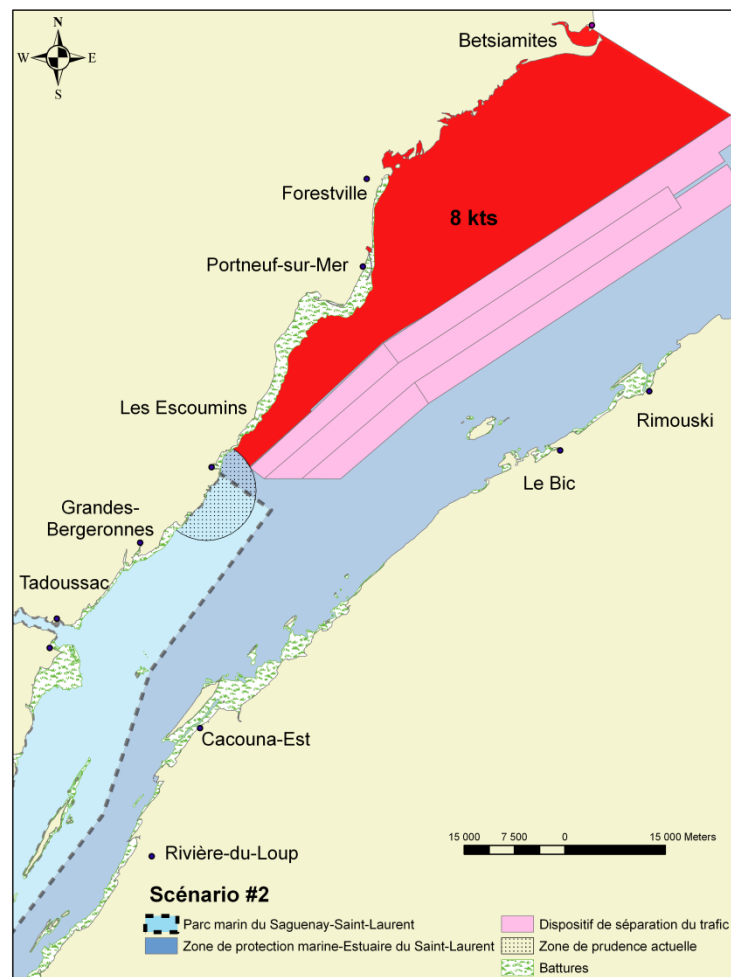
*Les barges (classe B dans la classification INNAV) sont exclues de l'analyse faute de données

2.2.2 Scénario #2

Le scénario #2 propose une réduction de la vitesse à 8 nœuds dans la zone de navigation côtière en aval des Escoumins (cf. Carte 10). En effet, bien qu'un dispositif de séparation du trafic soit mis en place pour la navigation dans cette région (identifié en rose dans la Carte 10), certains navires empruntent cette zone de navigation côtière qui est une aire

d'alimentation fréquemment utilisée par les rorquals bleus [36], le rorqual commun et le petit rorqual (cf. Carte 11).

Cette proposition de limiter la vitesse à 8 nœuds dans cette zone de navigation vise à encourager les navires qui empruntent cette zone à utiliser les corridors du dispositif de séparation du trafic qui figurent sur les cartes marines.

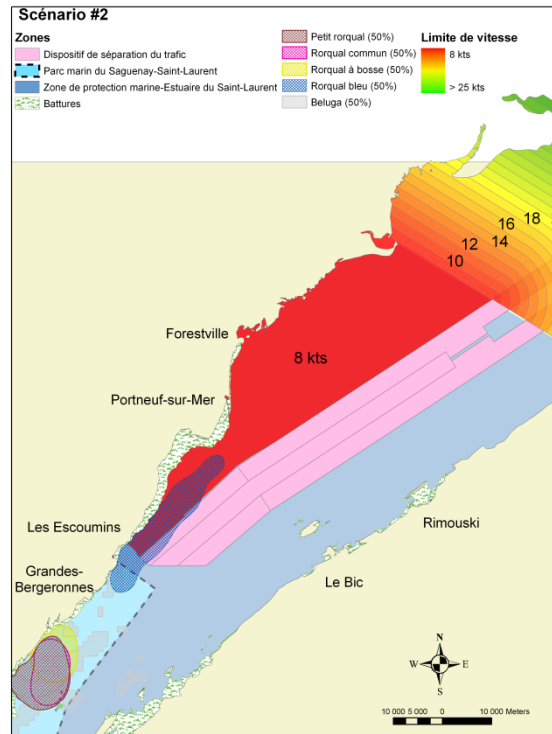
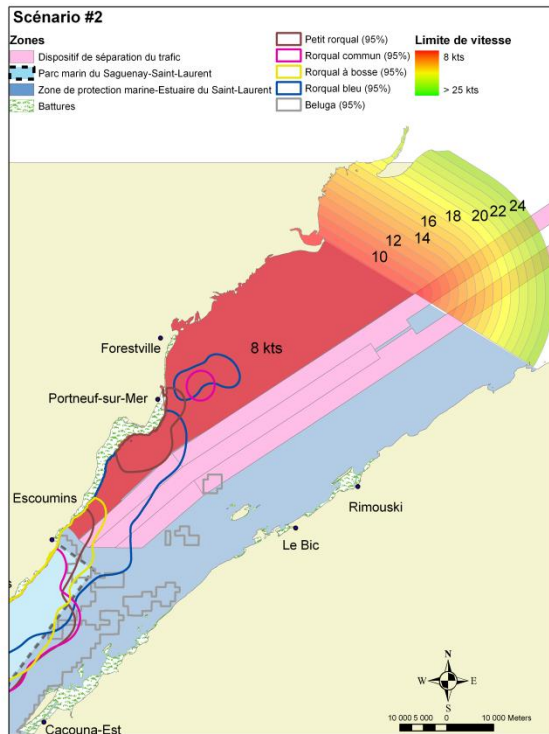


Carte 10 : Scénario #2.

2.2.2.1 Impact attendu pour les mammifères marins

Les 5 espèces de baleine fréquentent la zone côtière proposée à 8 nœuds. Toutefois, cette zone est d'une grande

importance principalement pour le rorqual bleu, une espèce *en voie de disparition* [6] (le gain en conservation est donc grand en raison du statut de l'espèce), tel qu'illustré par la Carte 11.



Carte 11 : Superposition du scénario #2 avec les centres d'activités 95% (à gauche) et 50% (à droite) des espèces de baleines.

2.2.2.2 Navires marchands affectés

Les navires qui transitent par cette zone de navigation côtière ont les caractéristiques suivantes :

- 10.8% des transits commerciaux empruntent cette zone de navigation côtière ;
- 74.1% des navires sont des vraquiers (incluant les *barges des Grands Lacs*) ;
- 15.2% sont des remorqueurs ;

- 82.4% sont des navires descendant (direction est, aval) ;
- 17.6% sont des navires montant (direction ouest, amont).

Le Tableau 4 présente les statistiques sur la vitesse sur le fond des navires qui fréquentent cette zone habituellement. On constate que la majorité de ces navires dépassent la vitesse de 8 nœuds au moins une fois et naviguent la plupart du temps à plus de 8 nœuds.

Tableau 4 : Statistiques de la vitesse sur le fond des catégories de navires dans la zone limitée à 8 nœuds du scénario #2.

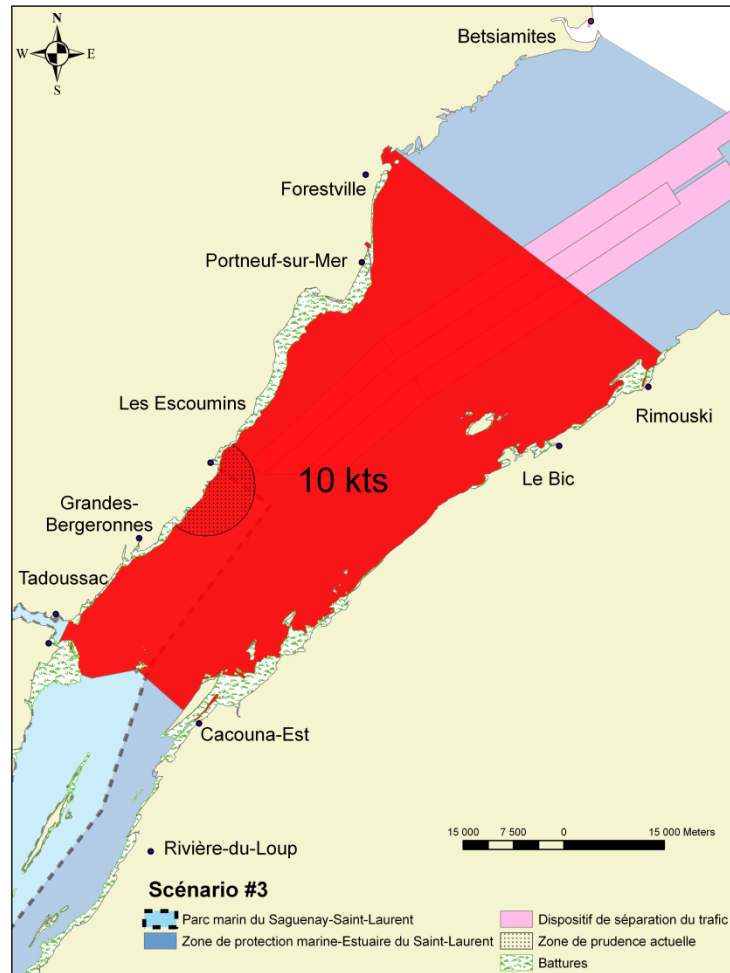
Types de navires*†			
	Navires de marchandises solides et de passagers (81%)	Navires- citernes (4%)	Remorqueurs (15%)
Vitesse moyenne actuelle	11.6 +/- 2.1 nds	12.3 +/- 1.1 nds	7.0 +/- 2.2 nds
Proportion du temps à plus de 8 nds	94.3%	99.4%	38.6%
Proportion des voyages ayant dépassé 8 nds	98.4%	100%	63.6%

*Les barges (classe B dans la classification INNAV) sont exclues des analyses faute de données
 †Un traversier effectuant plusieurs fois par jour la liaison Rimouski-Forestville à haute vitesse (27 nds et plus) est exclu des analyses

2.2.3 Scénario #3

Le scénario #3 propose une réduction de vitesse dans l'ensemble du territoire entre Forestville et une ligne tracée de la bouée

K58 jusqu'à la rive sud en passant par l'extrémité sud-ouest de l'île Rouge (cf. Carte 12).

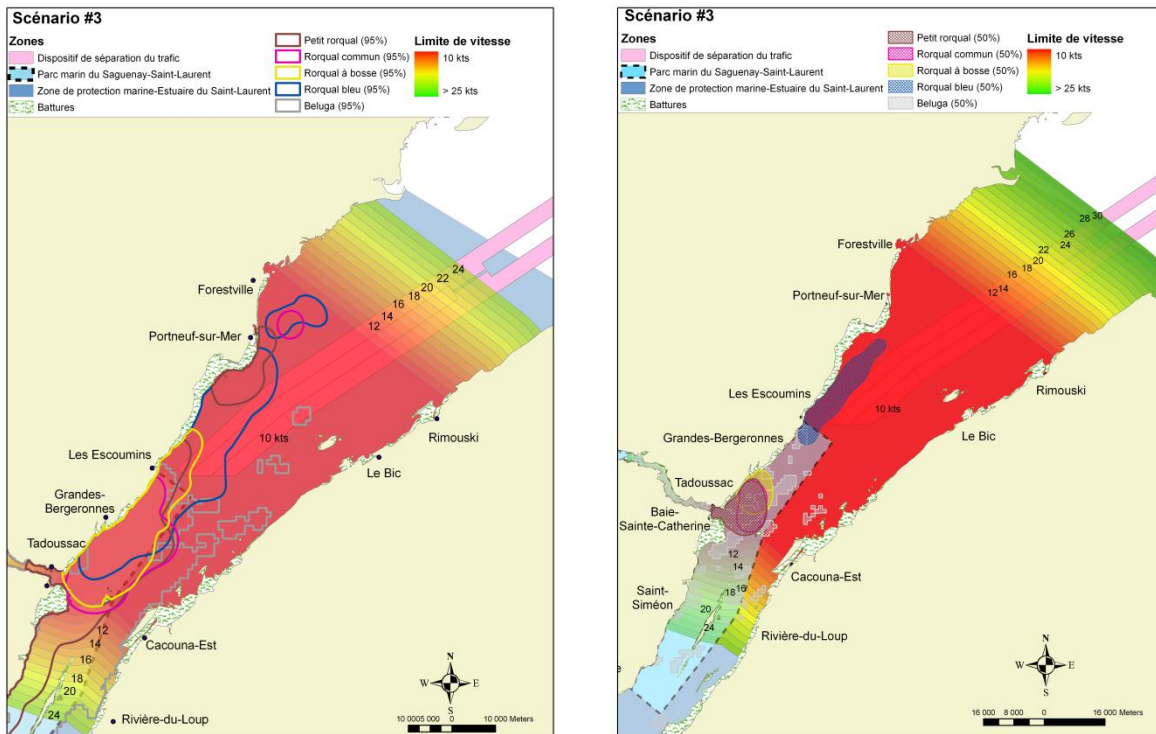


Carte 12 : Scénario #3.

2.2.3.1 Impact attendu pour les mammifères marins

La zone de limitation à 10 nœuds définie par le scénario #3 couvre la majorité de l'aire de répartition estivale des cinq

espèces de baleines considérées dans la région d'étude (cf. Carte 13). Par conséquent, des bénéfices en conservation sont attendus pour toutes les espèces de mammifères marins.



Carte 13 : Superposition du scénario #3 avec les centres d'activités 95% (à gauche) et 50% (à droite) des espèces de baleines.

2.2.3.2 Navires marchands affectés

On note que la grande majorité des navires commerciaux qui fréquentent la région d'étude transitent par le secteur proposé à 10 nœuds. Le Tableau 5 présente les statistiques sur la vitesse sur le fond des navires dans la zone proposée

à 10 nœuds. La quasi-totalité des navires marchands qui empruntent la zone de navigation proposée à 10 nœuds dépassent au moins une fois cette vitesse et environ 80% du temps de navigation dans ce secteur s'effectue à plus de 10 nœuds.

Tableau 5 : Statistiques de la vitesse sur le fond des catégories de navires dans la zone limitée à 10 nœuds du scénario #3.

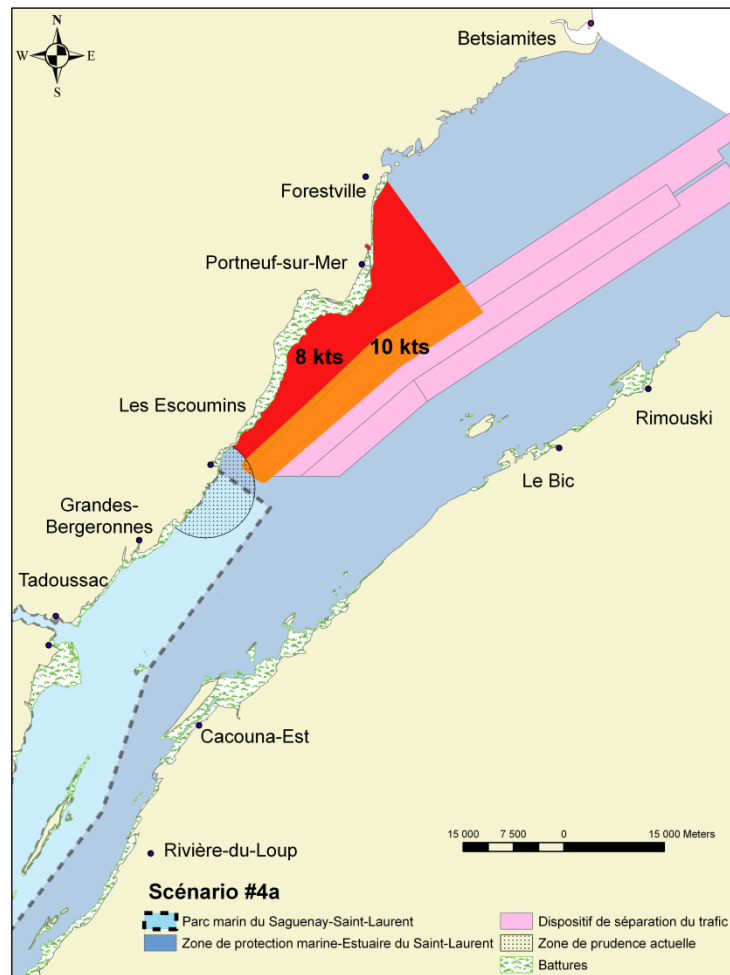
	Types de navires*†		
	Navires de marchandises solides et de passagers (75% du trafic)	Navires-citernes (21% du trafic)	Remorqueurs (4% du trafic)
Vitesse moyenne actuelle	12.8 +/- 3.4 nds	12.6 +/- 2.8 nds	7.4 +/- 2.6 nds
Proportion du temps à plus de 10 nds	84.0%	85.2%	16.1%
Proportion des voyages ayant dépassé 10 nds	99.8%	99.8%	57.8%

*Les barges (classe B dans la classification INNAV) sont exclues des analyses faute de données
 †Un traversier effectuant plusieurs fois par jour la liaison Rimouski-Forestville à haute vitesse (27 nds et plus) est exclu des analyses

2.2.4 Scénario #4a

Le scénario #4a propose une limite de vitesse à 10 nœuds pour les navires montant qui empruntent les corridors de navigation prévus par le dispositif de séparation du trafic entre Forestville et la zone de prudence actuelle située aux Escoumins (en pointillés sur la Carte 14).

Pour être applicable, le scénario est complété par le scénario #2 pour la section concernée, proposant une limite de 8 nœuds dans la zone de navigation côtière afin d'inciter les navires montant et descendant à emprunter les corridors de navigation prévus par le dispositif de séparation du trafic.

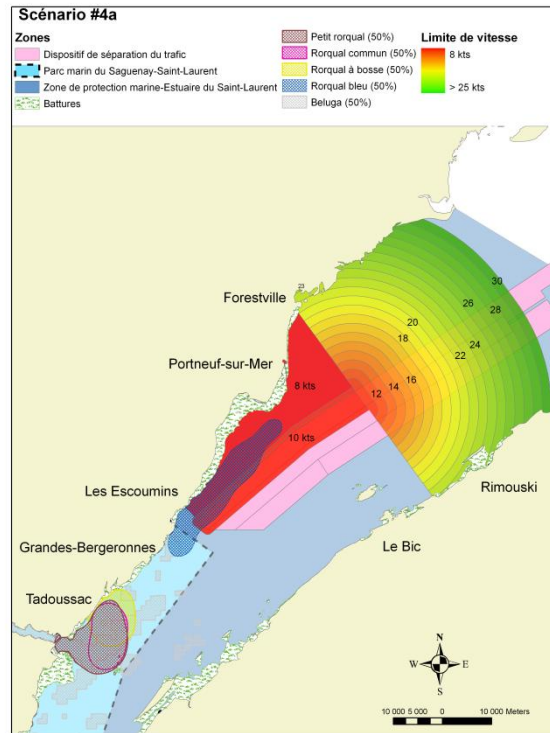
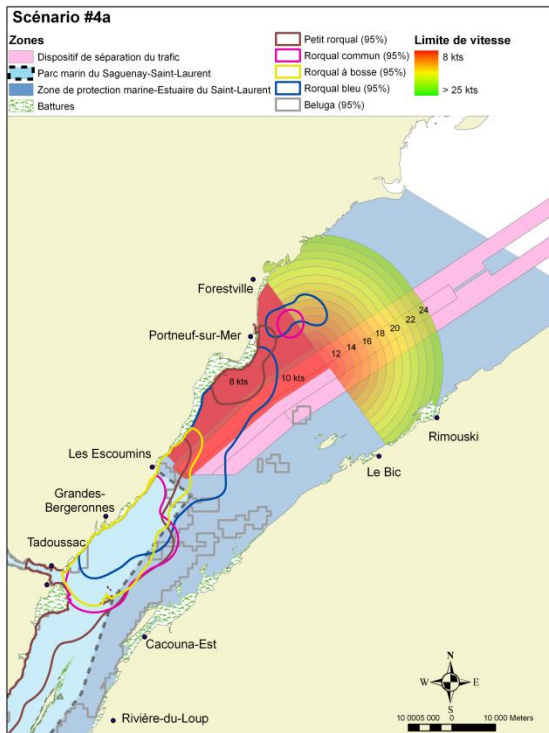


Carte 14 : Scénario #4a.

2.2.4.1 Impact attendu pour les mammifères marins

On constate que la majorité des espèces de baleines ont des aires de répartition qui chevauchent les zones à 8 nœuds et à 10 nœuds proposées par le scénario #4a (cf.

Carte 15). Cependant, le rorqual bleu est l'espèce dont l'aire de distribution estivale chevauche le plus ces zones, indiquant qu'elle est celle des cinq espèces qui tirerait le plus grand bénéfice de ce scénario.



Carte 15 : Superposition du scénario #4a avec les centres d'activités 95% (à gauche) et 50% (à droite) des espèces de baleines.

2.2.4.2 Navires marchands affectés

Le scénario #4a contient le scénario #2. Par conséquent, pour la navigation dans la zone côtière, les résultats présentés pour le scénario #2 sont identiques. Pour l'ensemble des navires montant (~50% du trafic total), les statistiques sur les

vitesse sur le fond sont présentées dans le Tableau 6. La majorité du temps de navigation dans la zone proposée à 10 nœuds dépasse cette vitesse et la grande majorité des navires atteignent au moins un fois 10 nœuds dans cette zone.

Tableau 6 : Statistiques de la vitesse sur le fond des catégories de navires dans la zone limitée à 10 nœuds du scénario #4a. Pour la zone de navigation côtière proposée à 8 nœuds, les statistiques ont été présentées dans la section relative au scénario #2 et ne sont pas répétées ici.

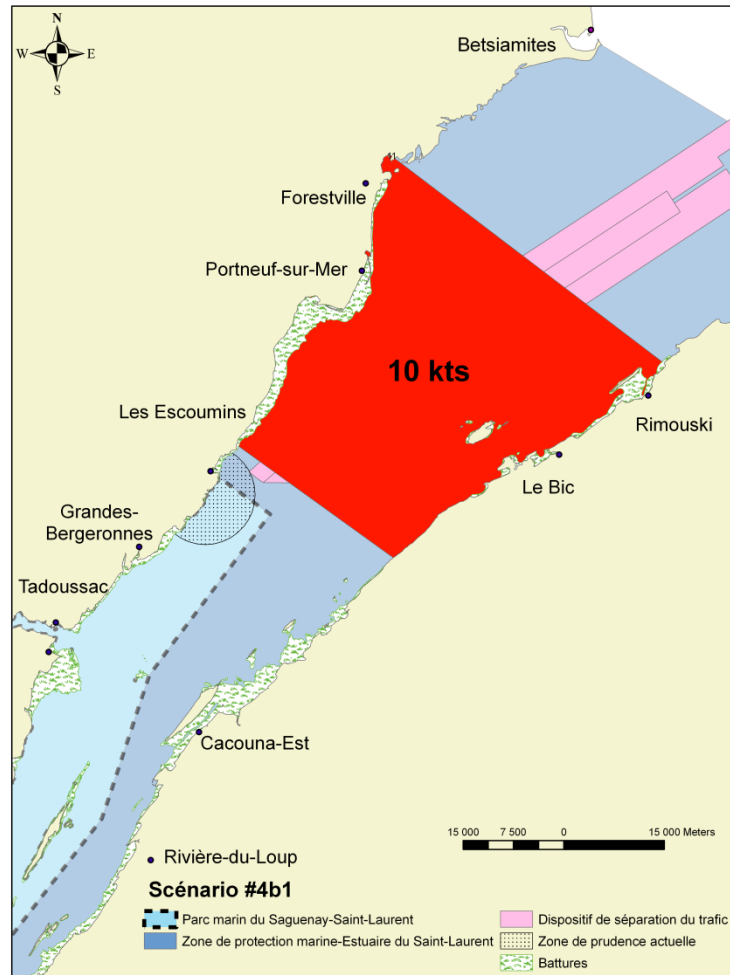
	Types de navires*		
	Navires de marchandises solides et de passagers (75% du trafic)	Navires-citernes (21% du trafic)	Remorqueurs (4% du trafic)
Vitesse moyenne actuelle des navires montant	13.0 +/- 3.0 nds	12.9 +/- 1.9 nds	6.4 +/- 2.5 nds
Proportion du temps à plus de 10 nds (montant)	91.2%	93.4%	11.4%
Proportion des voyages (montant) ayant dépassé 10 nds	98.2%	100%	26.1%

*Les barges (classe B dans la classification INNAV) sont exclues des analyses faute de données

2.2.5 Scénarios #4b1 et #4b2

Le scénario #4b1 propose une limite de vitesse à 10 nœuds pour les navires montant (direction ouest) et descendant

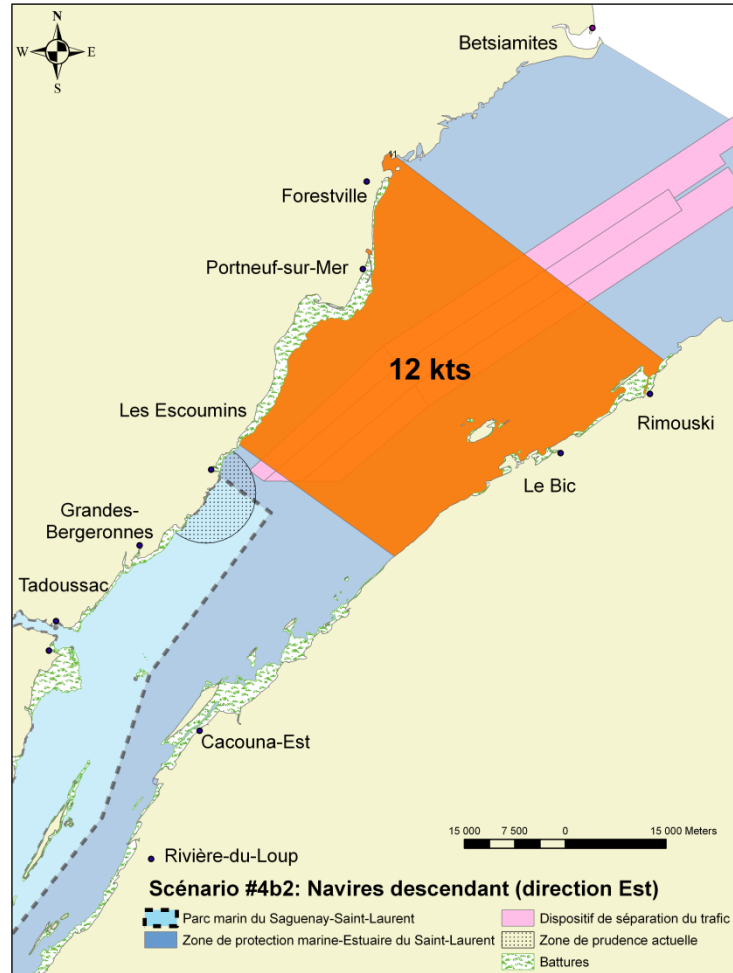
(direction est) pour la portion de l'estuaire située entre la zone de prudence actuelle et une ligne entre Forestville et Rimouski (cf. Carte 16).



Carte 16 : Scénario #4b1.

Le scénario #4b2 conserve la même proposition de 10 nœuds pour les navires montant (cf. Carte 16) mais limite à

12 nœuds la vitesse des navires descendant (cf. Carte 17).

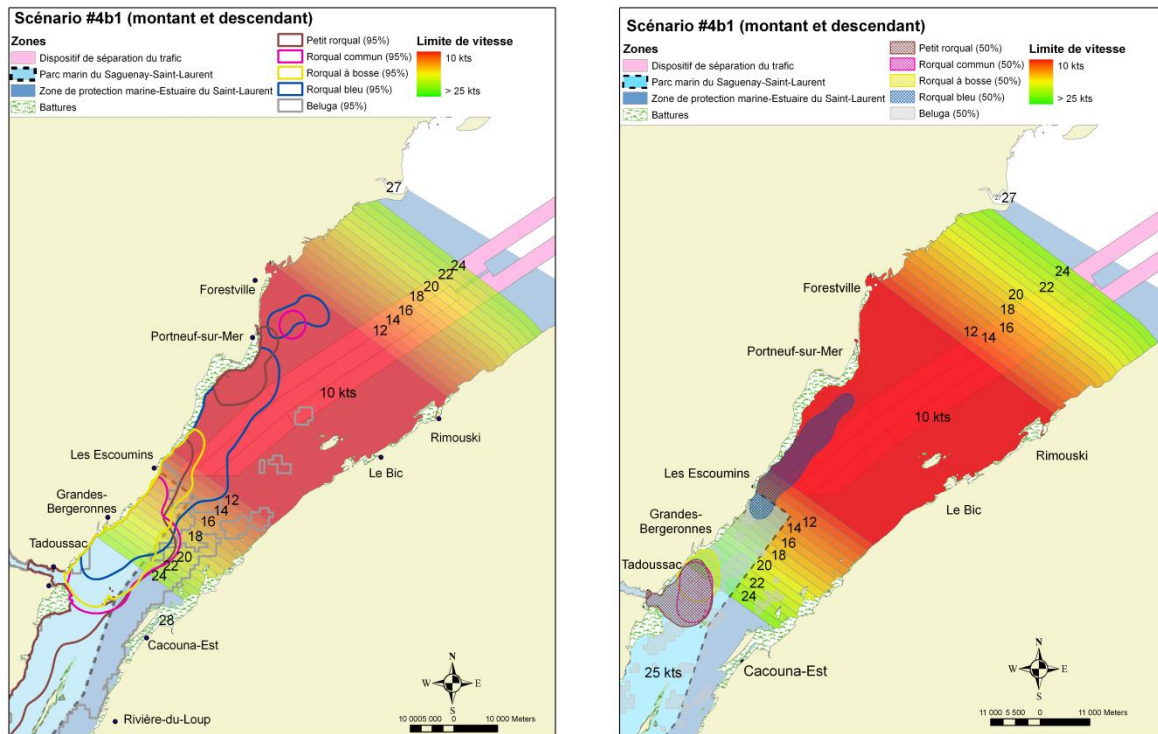


Carte 17 : Scénario #4b2 pour les navires descendant. La limite de vitesse est de 12 nœuds pour les navires descendant (cette carte) et de 10 nœuds pour les navires montant (cf. Carte 16).

2.2.5.1 Impact attendu pour les mammifères marins

Les aires de répartition des cinq espèces de baleines chevauchent la zone proposée

à 10 nœuds du scénario #4b1 (cf. Carte 18). C'est toutefois pour le rorqual bleu que ce scénario est le plus favorable.



Carte 18 : Superposition du scénario #4b1 avec les centres d'activités 95% (à gauche) et 50% (à droite) des espèces de baleines.

2.2.5.2 Navires marchands affectés

La grande majorité des navires commerciaux transitent par les secteurs proposés à 10 et 12 nœuds. Il y a autant de navires voyageant dans les deux directions (*i.e.* montant et descendant). Le

Tableau 7 présente les statistiques de la vitesse sur le fond des navires. Ce tableau montre que la grande majorité des navires voyageant dans l'aire d'étude seraient affectés par les deux scénarios #4b1 et #4b2.

Tableau 7 : Statistiques de la vitesse sur le fond des catégories de navires dans les zones limitées à 10 et 12 nœuds des scénarios #4b1 et #4b2.

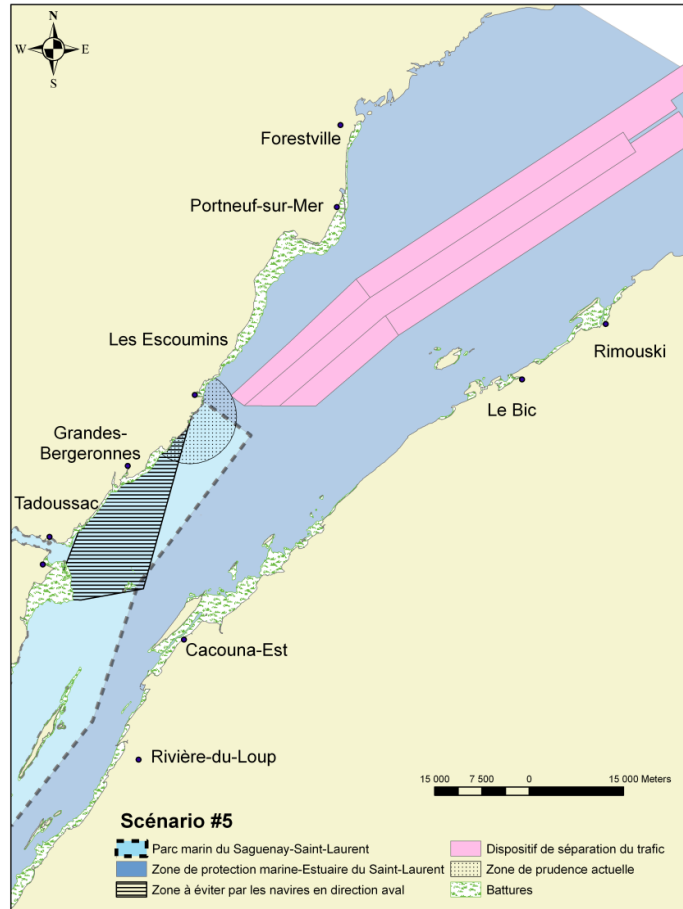
	Types de navires*†		
	Navires de marchandises solides et de passagers (75% du trafic)	Navires-citernes (21% du trafic)	Remorqueurs (4% du trafic)
Vitesse moyenne actuelle	13.4 +/- 4.1 nds	13.5 +/- 2.0 nds	7.3 +/- 2.4 nds
Proportion du temps à plus de 10 nds	92.5%	94.9%	14.8%
Proportion des voyages ayant dépassé 10 nds	98.4%	100%	28.6%
Proportion du temps à plus de 12 nds en descendant	77.5%	90.2%	2.7%
Proportion des voyages ayant dépassé 12 nds en descendant	91.5%	98.2%	6.6%

*Les barges (classe B dans la classification INNAV) sont exclues des analyses faute de données
 †Un traversier effectuant plusieurs fois par jour la liaison Rimouski-Forestville à haute vitesse (27 nds et plus) est exclu des analyses

2.2.6 Scénario #5

Le scénario #5 propose que les navires descendant (direction est) transitent par le sud de l'île Rouge, pour éviter la zone

hachurée identifiée dans la Carte 19. Ce scénario ne concerne pas les navires qui transitent par le Saguenay.

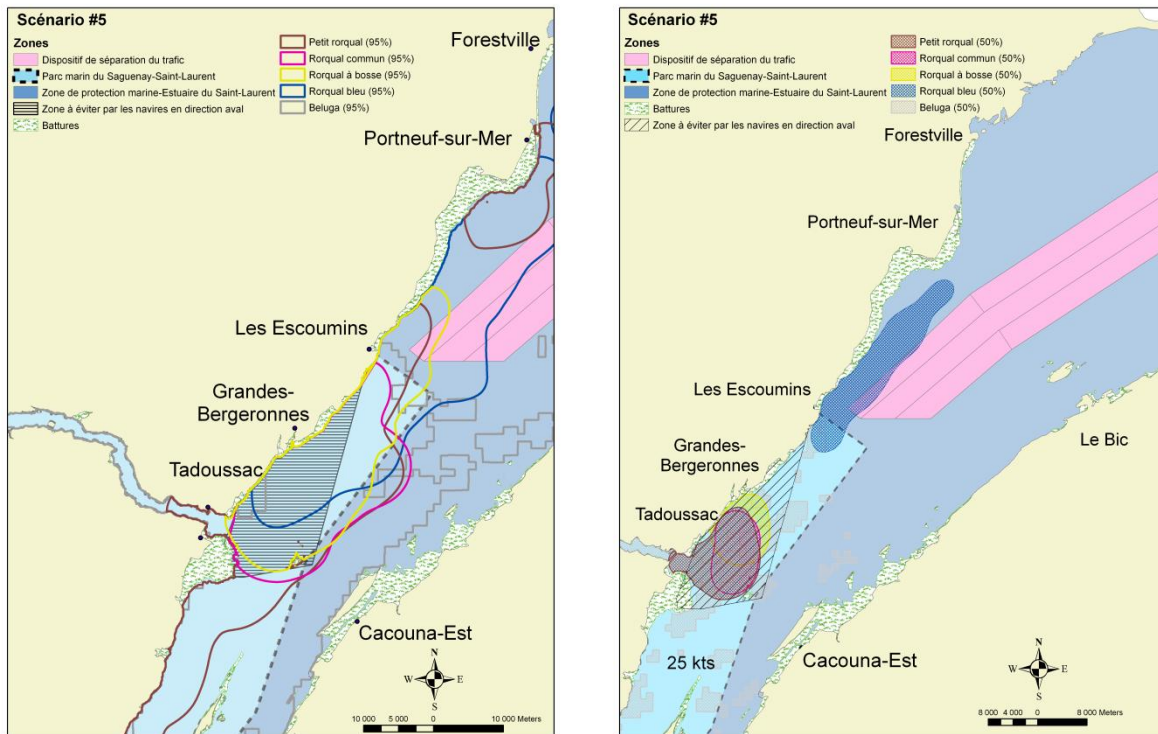


Carte 19: Scénario #5. L'évitement de la zone hachurée s'applique seulement aux navires en direction aval (direction est).

2.2.6.1 Impact attendu pour les mammifères marins

Tel qu'illustré à la Carte 20, le scénario #5 vise principalement à réduire la pression sur les mammifères à la tête du Chenal Laurentien. Bien que les cinq espèces soient concernées par ce scénario, celles

qui ont tireraient le plus grand bénéfice sont le rorqual commun, le petit rorqual et le rorqual à bosse dont les centres d'activité (50% des activités) sont entièrement contenus dans la zone à éviter par les navires marchands descendant du scénario #5.



Carte 20 : Superposition du scénario #5 avec les centres d'activités 95% (à gauche) et 50% (à droite) des espèces de baleines.

2.2.6.2 Navires marchands affectés

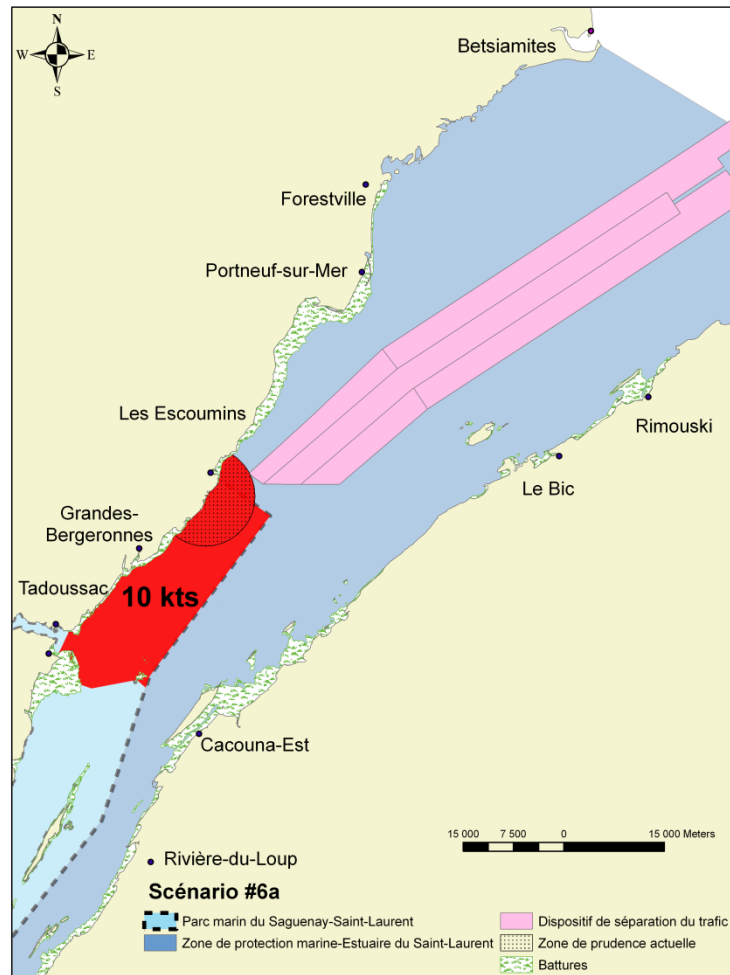
Pour ce scénario, l'impact ne concerne que les navires descendant (direction est), c'est à dire la moitié du trafic, excluant les navires à destination ou en provenance du Saguenay. Du total des navires marchands en transit descendant

(excluant ceux du Saguenay), 9.6% passent au sud de l'île Rouge (en 2007). Par conséquent, le scénario #5 concerne ~90% du trafic descendant (direction est) soit approximativement 45% du trafic total.

2.2.7 Scénario #6a

Le scénario #6a propose une réduction de vitesse à 10 nœuds dans la portion du parc marin du Saguenay–Saint-Laurent située à l'est d'une ligne tracée entre la bouée K58 et l'île Rouge. La même limite de vitesse de 10 nœuds est proposée dans la zone de prudence actuelle (*i.e.* zone d'embarquement/débarquement des pilotes) qui s'étend au-delà de la limite aval du parc marin (*cf.* Carte 21). Les

navires rapides ont la possibilité de transiter en passant par le sud de l'île Rouge, comme le font déjà certains navires. L'utilisation de cette trajectoire alternative a pour effet de réduire l'exposition des baleines présentes entre Tadoussac et Bergeronnes proches de la rive nord et d'augmenter l'exposition des baleines qui fréquentent le secteur de l'estuaire maritime au sud de l'île Rouge.

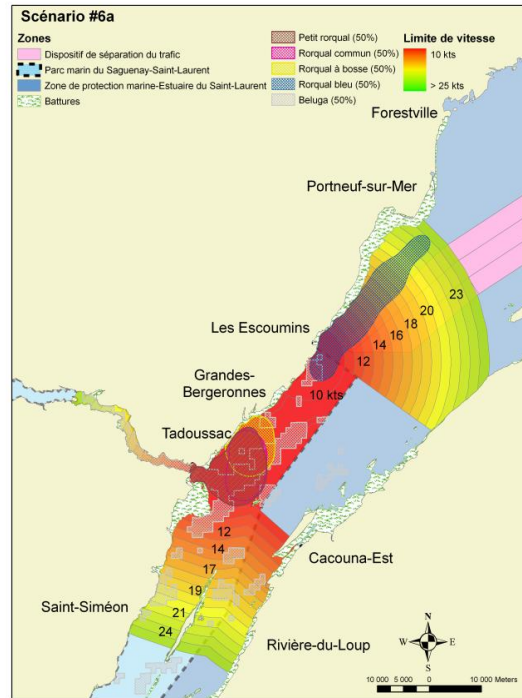
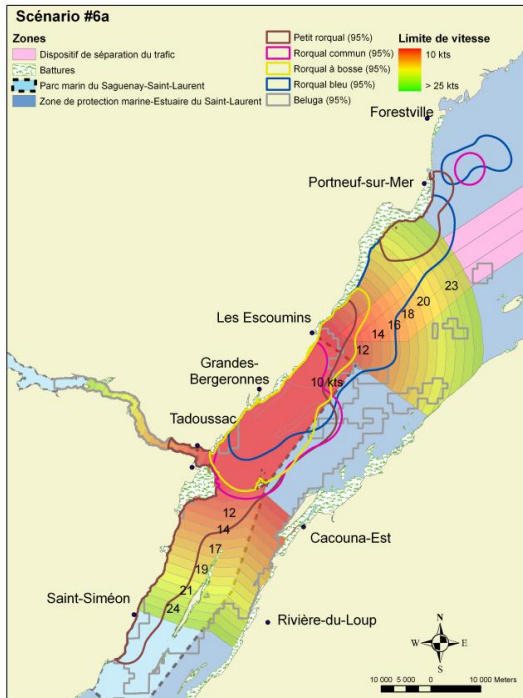


Carte 21: Scénario #6a.

2.2.7.1 Impact attendu pour les mammifères marins

La Carte 22 indique que toutes les espèces sont concernées par le scénario #6a et que

ce sont le rorqual commun, le petit rorqual et le rorqual à bosse qui tireraient le plus de bénéfices de ce scénario.



Carte 22 : Superposition du scénario #6a avec les centres d'activités 95% (à gauche) et 50% (à droite) des espèces de baleines.

2.2.7.2 Navires marchands affectés

Encore une fois, la quasi-totalité des navires transitent dans le secteur proposé à 10 nœuds par le scénario #6a.

Le Tableau 8 indique qu'une majorité de navires dépassent la vitesse de 10 nœuds sur le fond proposée dans la zone identifiée du scénario #6a.

Tableau 8 : Statistiques de la vitesse sur le fond des catégories de navires dans la zone limitée à 10 nœuds du scénario #6a.

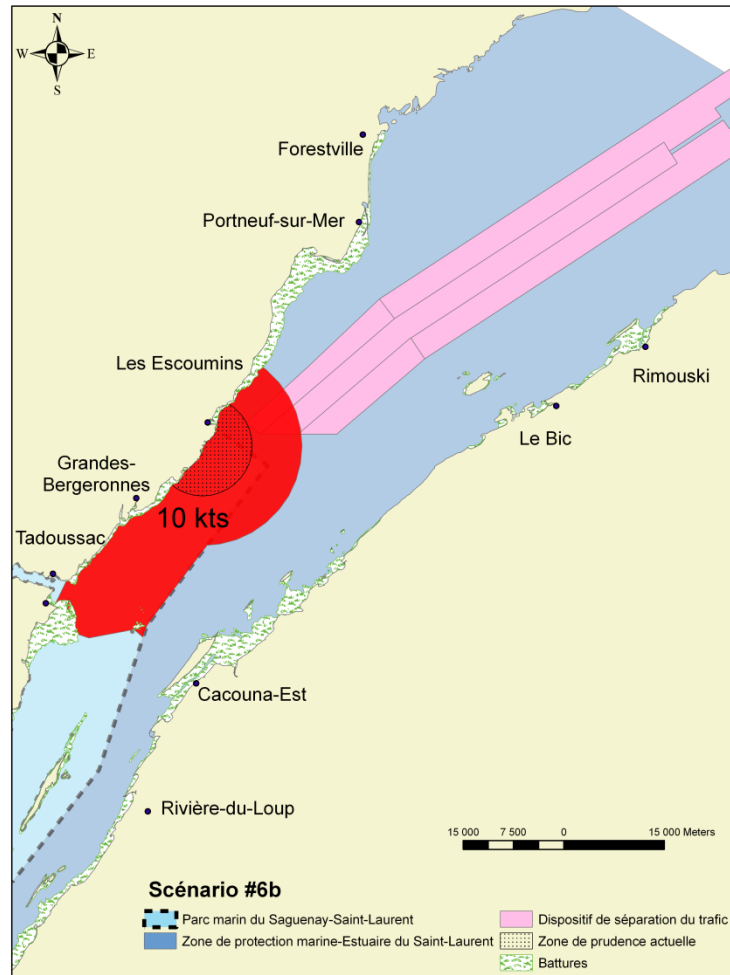
	Types de navires*		
	Navires de marchandises solides (75% du trafic)	Navires-citernes (21% du trafic)	Remorqueurs (4% du trafic)
Vitesse moyenne actuelle	12.4 +/- 3.4 nds	12.3 +/- 2.9 nds	7.8 +/- 2.6 nds
Proportion du temps à plus de 10 nds	79.4%	81.3%	17.8%
Proportion des voyages ayant dépassé 10 nds	99.4%	99.6%	65.3%

*Les barges (classe B dans la classification INNAV) sont exclues des analyses faute de données

2.2.8 Scénario #6b

Le scénario #6b est identique au scénario #6a à l'exception qu'il étend la limite de 10 nœuds dans une zone de prudence élargie

conforme à celle proposée dans le scénario #1 (rayon de 8 milles nautiques au lieu de 4 milles nautiques), tel qu'illustré par la Carte 23.

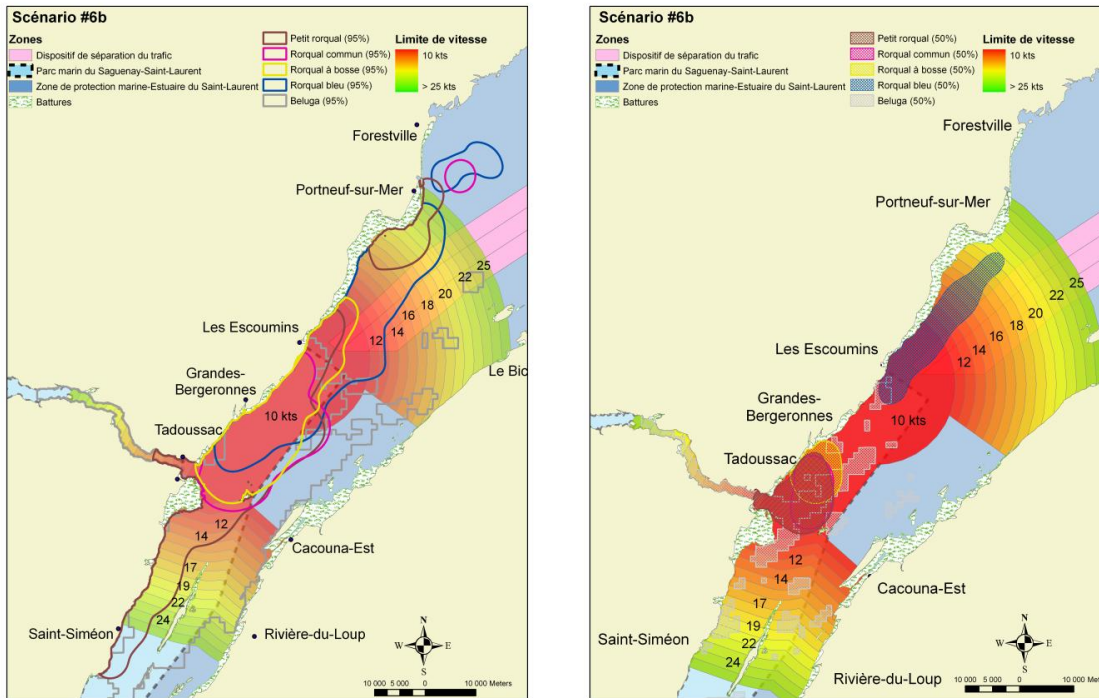


Carte 23: Scénario #6b.

2.2.8.1 Impact attendu pour les mammifères marins

Le constat est similaire que pour le scénario #6a à l'exception du rorqual bleu pour qui le bénéfice attendu en lien avec

le scénario #6b est supérieur à celui du scénario #6a (plus grande surface de son secteur d'activités couverte par la zone proposée à 10 nœuds, cf. Carte 24).



Carte 24 : Superposition du scénario #6b avec les centres d'activités 95% (à gauche) et 50% (à droite) des espèces de baleines.

2.2.8.2 Navires marchands affectés

L'impact sur les navires marchands est

similaire à celui du scénario #6a (cf. Tableau 9).

Tableau 9 : Statistiques de la vitesse sur le fond des catégories de navires dans la zone limitée à 10 nœuds du scénario #6b.

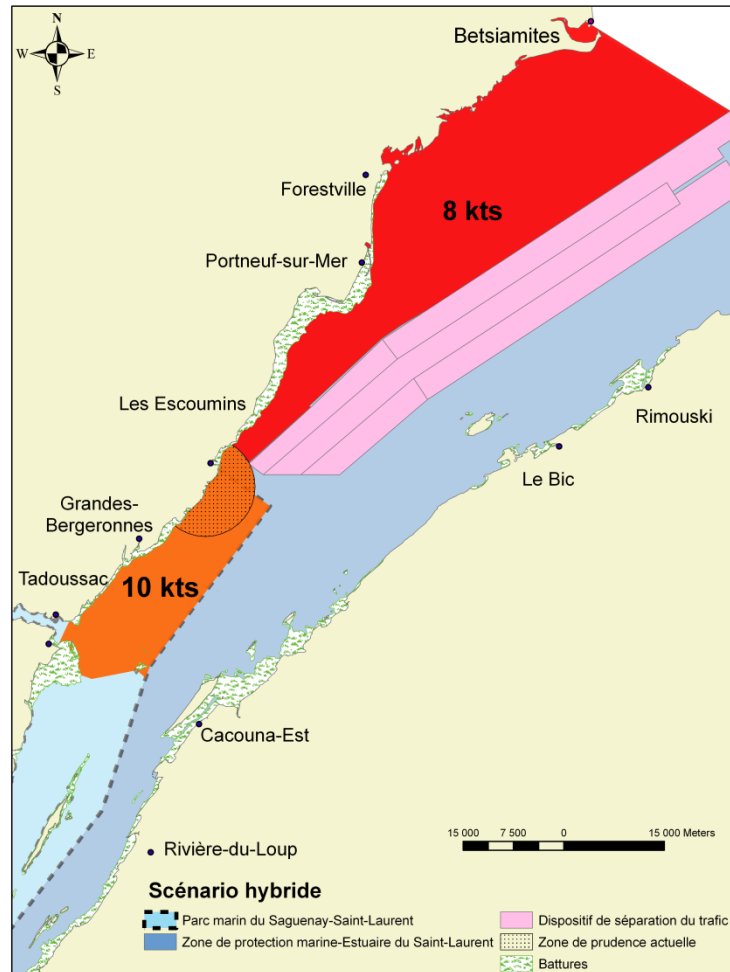
	Types de navires*		
	Navires de marchandises solides (75% du trafic)	Navires-citernes (21% du trafic)	Remorqueurs (4% du trafic)
Vitesse moyenne actuelle	12.4 +/- 3.4 nds	12.2 +/- 3.0 nds	7.6 +/- 2.6 nds
Proportion du temps à plus de 10 nds	80.0%	81.3%	16.0%
Proportion des voyages ayant dépassé 10 nds	99.4%	99.6%	51.6%

*Les barges (classe B dans la classification INNAV) sont exclues des analyses faute de données

2.2.9 Scénario hybride

Après examen des résultats obtenus pour les sept scénarios #1 à #6b, le G2T3M a proposé le scénario *hybride*, composé des scénarios #2 et #6a. L'objectif est de combiner les avantages du scénario #6a

pour les espèces de rorquals fréquemment observées entre Tadoussac et Grandes-Bergeronnes et celui du scénario #2 favorable aux rorquals bleus. La 1^{ère} version du scénario hybride est cartographiée à la Carte 25.



Carte 25: Scénario hybride.

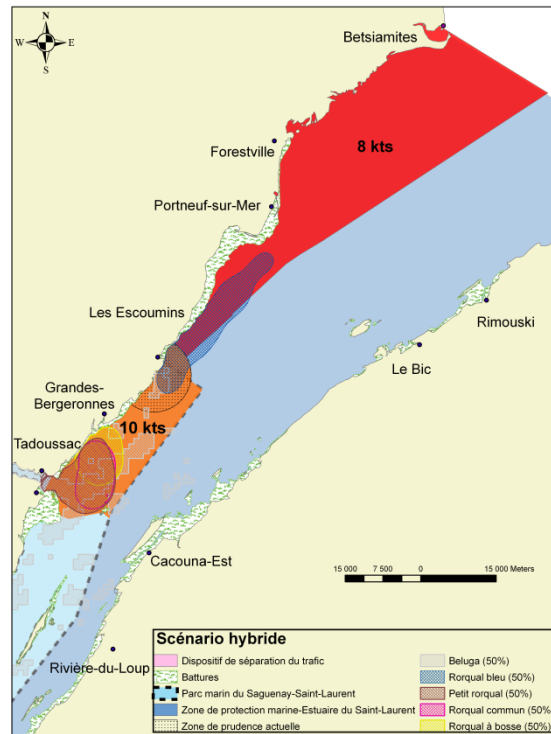
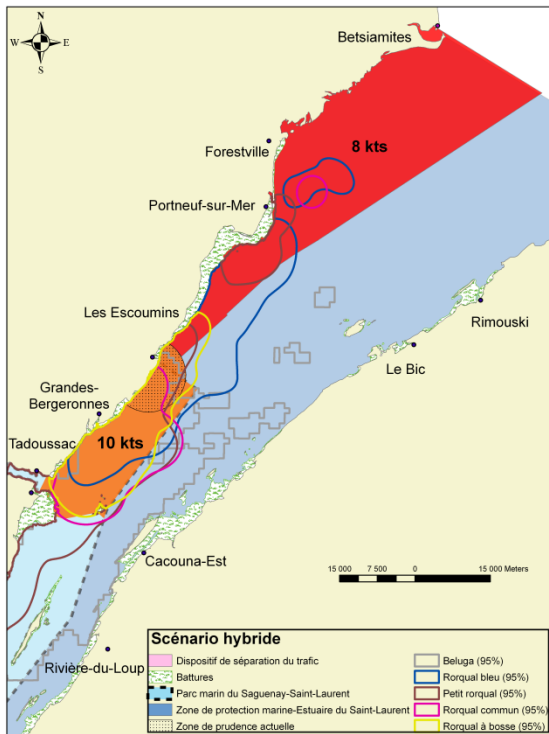
2.2.9.1 Impact attendu pour les mammifères marins

L'impact attendu pour les mammifères marins est la combinaison des impacts des

scénarios #2 et #6a décrits précédemment. Selon l'analyse visuelle du chevauchement des aires de répartition du trafic et des mammifères marins (Carte 26), les cinq espèces de baleines considérées

retireraient des bénéfices quant à la réduction du nombre de cooccurrences et des risques de collision mortelle en cas de

modification des procédures de navigation conformément au scénario hybride.



Carte 26 : Superposition du scénario hybride avec les centres d'activités 95% (à gauche) et 50% (à droite) des espèces de baleines.

2.2.9.2 Navires marchands affectés

Le scénario hybride combine les effets des scénarios #2 et #6a sur les navires, présentés respectivement dans le Tableau 4 et le Tableau 8. Pour évaluer plus en détails l'impact d'un tel scénario sur la marine marchande, une estimation de l'augmentation du temps de transit des navires à travers l'aire d'étude a été effectuée en fonction de la vitesse des navires. Les 3 hypothèses suivantes fournies par les pilotes de la CPBSL sous-

tendent cette analyse:

1. Accélération et décélération des navires: 1 nœud/mille nautique;
2. Décélération des navires pour arriver à 8 nœuds à la station de pilotage de l'Anse-aux-Basques;
3. Lorsque le transit par le sud de l'île Rouge est plus rapide, le navire suit cette route alternative illustrée à la Carte 27.



Carte 27 : Exemple de route alternative suivie par un navire qui opte pour le contournement de l'île Rouge par le sud pour éviter la zone limitée à 10 noeuds (trajectoire suggérée par Simon Mercier et simulée par 3MTSim).

Considérant ces hypothèses, on peut estimer l'augmentation du temps de transit des navires selon la vitesse maximale qu'ils peuvent atteindre sur

l'eau (vitesses obtenues dans la base de données de la GCC). Ces résultats sont présentés dans le Tableau 10 et la Figure 8 ci-dessous.

Tableau 10 : Augmentation du temps de transit entre Québec et Les Escoumins en fonction de la vitesse maximale des navires, en présence du scénario hybride.

	Vitesse maximale du navire (nœuds)															
	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Augmentation du temps de transit par rapport à la situation actuelle (minutes)	0	7.4	13	17.8	19.1	19.9	20.6	21.3	21.9	22.4	22.8	23.2	23.4	23.6	23.7	23.8

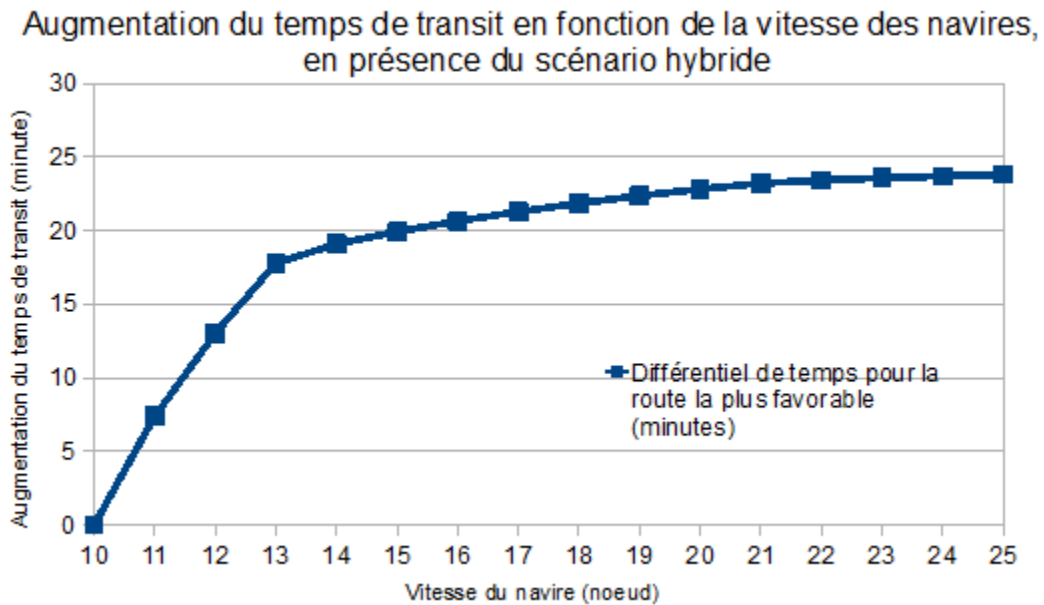


Figure 8 : Augmentation du temps de transit entre Québec et Les Escoumins en fonction de la vitesse maximale des navires en présence du scénario hybride.

Notons qu'en présence du scénario hybride, la route passant au sud de l'île Rouge (cf. Carte 27) est plus rapide que la route habituelle qui traverse entièrement le parc marin pour les navires ayant une

vitesse maximale de 14 nœuds et plus sur l'eau. Ceci explique la discontinuité observée entre 13 et 14 nœuds dans la Figure 8.

2.3 Évaluation d'impact des scénarios de mitigation avec 3MTSim

Les résultats présentés ici proviennent de l'analyse des sorties du modèle 3MTSim [11] et décrivent les *impacts* à anticiper pour chacun des 10 scénarios de modifications des procédures de navigation proposés au sein du groupe de travail lors des diverses rencontres du groupe en 2011. Après consensus du groupe de travail, les *impacts* de chaque scénario de gestion simulé par 3MTSim sont décrits pour toute ou partie de l'aire d'étude (ZPM proposée et parc marin) relativement à la situation actuelle. Pour chaque variable décrite ci-dessous, les résultats relatifs (et non absolus) sont donc présentés sous forme de diminutions ou d'augmentations. Les quatre (4) variables retenues pour décrire les *impacts* sont les suivantes :

1. Exposition cumulative des différentes espèces de baleines lors des cooccurrences à moins de 1000 mètres des navires de la marine marchande dans l'aire d'étude ;
2. Indice du risque de collisions mortelles pour les différentes espèces de baleines dans l'aire d'étude. Cet indice est calculé en sommant les probabilités de mortalité en cas de collision (fonction de la vitesse du navire à l'impact, cf. Figure 5) pour chaque cooccurrence navire–baleine rapprochée (400 mètres et moins), le tout divisé par le nombre de passages de cargos pendant la simulation.
3. Temps de transit des navires de la marine marchande dans le parc marin ;
4. Temps de transit des navires de la marine marchande dans l'aire d'étude.

Les paramètres de simulation utilisés

dans 3MTSim sont les suivants :

- Aire couverte par le modèle : ZPM + parc marin (cf. Carte 1).
- Nombre de réplifications pour chaque scénario: 5
- Abondance des rorquals : scénario « pire cas ». Les abondances maximales estimées à partir des données de transect (Cristiane C. A. Martins) collectées dans le parc marin par le Groupe de Recherche et d'Éducation sur les Mammifères Marins sont:
 - Nombre de petits rorquals : 63
 - Nombre de rorquals communs : 36
 - Nombre rorquals à bosses : 6
 - Nombre de rorquals bleus : 6
 - Nombre de bélugas : 200. Ce nombre sous-estime l'abondance réelle de l'espèce afin de réduire les temps de calculs en conservant une bonne représentativité spatiale. Les résultats étant présentés de façon relative et non absolue, l'approximation n'affecte pas leur précision.
- Durée de chaque simulation : 30 jours ;
- Période considérée \in [juillet ; août] ;
- Année de référence pour le trafic maritime : 2007 ;
- Année de référence pour la distribution des baleines : distribution moyenne sur les années où les données sont disponibles \in [1995 ; 2008]. Il faut noter que la représentativité des données est très bonne à l'intérieur et aux abords du parc marin (zones de fortes concentrations de baleines) et que l'incertitude est plus grande dans la zone de moins forte concentration en aval de Portneuf-sur-Mer.

2.3.1 Durée de l'exposition des espèces de baleines aux navires marchands (1000 m)

Le scénario hybride est celui qui apparaît le plus intéressant du point de vue de la réduction du temps d'exposition des baleines lors de cooccurrences avec des navires marchands (*cf.* Tableau 11). Ce résultat était attendu puisque le scénario hybride a pour effet de réacheminer une proportion significative du trafic simulé vers la route au sud de l'île Rouge, réduisant ainsi l'exposition des espèces de baleines qui utilisent fréquemment la tête du Chenal Laurentien, à savoir les rorquals communs, les petits rorquals et les rorquals à bosse. Ceci entraîne cependant une augmentation de l'exposition des groupes de bélugas qui

fréquentent le sud de l'île Rouge, mais le bilan global d'exposition des bélugas est en diminution de 6.4%.

La réduction d'exposition des rorquals bleus est la conséquence directe de l'évitement de la zone de navigation côtière par la plupart des navires qui l'empruntent dans les simulations de la situation actuelle.

Il est notable que le scénario hybride est le seul parmi les 10 scénarios à réduire l'exposition à 1000 m des cinq espèces de mammifères marins considérées. De plus, il figure parmi les trois scénarios les plus performants à ce chapitre pour chacune des espèces. Dans une moindre mesure, les scénarios #5, #6a et #6b sont aussi intéressants à ce chapitre.

Tableau 11 : Tendances de l'exposition des espèces de baleines aux navires marchands (1000 mètres) pour le scénario hybride relativement à la situation actuelle, estimée par 3MTSim.

	Scénarios									
	S_1	S_2	S_3	S_4a	S_4b1	S_4b2	S_5	S_6a	S_6b	Scénario Hybride
Petit rorqual	12.1%*	0.4%	20.9%*	0.4%	4.7%*	-0.5%	-24.5%*	-30.0%*	-28.7%*	-31.5%*
Rorqual à bosse	19.0%*	-3.0%	21.6%*	-3%	2.9%	2.4%	-27.4%*	-32.3%*	-29.7%*	-30.1%*
Rorqual commun	12.2%*	0.2%	23.3%*	-2%	-0.1%	-2.1%	-28.3%*	-32.0%*	-32.7%*	-29.9%*
Béluga	7.2%*	3.8%	14.4%*	2.4%	5.6%*	1.5%	-6.7%*	-5.3%	-4.2%	-6.4%*
Rorqual bleu	20.1%*	-11.9%*	18.0%*	2%*	9.6%*	4.2%	-2.9%	0.9%	0.1%	-10.0%*

* significativement différent de la situation actuelle

2.3.2 Risques de collision mortelle

Du point de vue de la réduction des risques de collision mortelle, le scénario hybride se classe parmi les trois scénarios

les plus performants (*cf.* Tableau 12). Cette diminution anticipée pour le scénario hybride est due à l'effet combiné de la réduction de vitesse lors des cooccurrences navire-baleine et à la

baisse de la fréquence de ces cooccurrences occasionnée par l'évitement des zones de concentration des baleines par une partie significative du trafic.

Le scénario hybride se classe parmi les scénarios les plus performants à ce chapitre, en compagnie du scénario #6b

qui présente des performances très similaires pour la réduction du risque de collisions mortelles. Les scénarios #3 et #6a présentent également des réductions importantes des risques de collision mortelle pour l'ensemble des espèces.

Tableau 12 : Tendances du risque de mortalité des baleines en cas de collision avec un navire marchand pour le scénario hybride relativement à la situation actuelle, estimée par 3MTSim

	Scénarios									
	S_1	S_2	S_3	S_4a	S_4b1	S_4b2	S_5	S_6a	S_6b	Scénario Hybride
Petit rorqual	-14.3%*	1.4%	-41.0%*	0.1%	3.7%	0.7%	-28.9%*	-59.3%*	-58.5%*	-59.8%*
Rorqual à bosse	-41.8%*	-3.1%	-49.5%*	-3.2%	-0.3%	0.1%	-32.3%*	-67.8%*	-68.3%*	-65.4%*
Rorqual commun	-18.1%*	0.4%	-50.1%*	-2.7%	-0.4%	-0.4%	-29.7%*	-62.5%*	-64.4%*	-62.2%*
Béluga	-12.3%*	1.6%	-26.2%*	1%	-0.9%	-1.7%	-8.0%*	-22.2%*	-23.3%*	-22.3%*
Rorqual bleu	-52.1%*	-13.6%*	-43.7%*	-19.4%*	-19.4%*	-17.8%*	-5.3%*	-29.8%*	-38.8%*	-38.8%*

* significativement différent de la situation actuelle

2.3.3 Temps de transit des navires marchands dans le parc marin

Le Tableau 13 indique que les scénarios se séparent en trois groupes relativement à l'augmentation de la durée du temps de transit médian des navires marchands dans le parc marin :

1. Scénarios #2, #4a, #4b1, #4b2, et #5 : augmentation du temps de transit < 5 minutes
2. Scénarios #6a, #6b et hybride : augmentation du temps de transit > 5 minutes et < 20 minutes
3. Scénarios #1 et #3 : augmentation du

temps de transit > 20 minutes

Le scénario hybride qui fait partie du 2^{ème} groupe génère une augmentation de la médiane du temps de transit à travers le parc marin de 19.5 minutes (*cf.* Tableau 13). Cette augmentation est attribuable à la limite de vitesse à 10 nœuds dans le parc marin (scénario #6a) puisque le scénario #2 n'affecte pas significativement le temps de transit des navires dans le parc marin. Notons que les voyages considérés pour cette analyse sont ceux dont au moins une position se situe entre Les Escoumins et La Malbaie.

Tableau 13 : Augmentation du temps de transit des navires marchands à travers le parc marin pour le scénario hybride par rapport à la situation actuelle, estimée par 3MTSim.

	Scénarios									Scénario Hybride
	S_1	S_2	S_3	S_4a	S_4b1	S_4b2	S_5	S_6a	S_6b	
Augmentation de la médiane des temps de transit des navires dans le parc marin (minutes)	36*	2	30*	3	0	0	3	17*	19*	19.5*

* significativement différent de la situation actuelle

2.3.4 Temps de transit des navires marchands dans la section estuarienne de l'aire d'étude

Le groupe de scénarios #1, #3 et #4b1 génèrent une augmentation du temps de transit médian supérieure à 40 minutes (*cf.* Tableau 14). Le groupe formé des scénarios #4a, #4b2, #6a, #6b et hybride limitent l'augmentation médiane du temps de transit à travers l'aire d'étude à moins de 30 minutes. Finalement, les scénarios #2 et #5 impliquent des ralentissements non significatifs.

Les simulations de 3MTSim avec le scénario hybride génèrent une augmentation de la médiane du temps de

transit des navires dans la section estuarienne de l'aire d'étude de 18 minutes. Cette augmentation est principalement attribuable à la limite à 10 nœuds du scénario #6a (secteur de l'estuaire maritime du parc marin et zone de prudence à l'embarquement des pilotes) puisque le scénario #2 (8 nœuds dans la zone de navigation côtière) ne concerne qu'une petite portion du trafic.

Notons que les voyages considérés pour cette analyse sont tous ceux ayant au moins une position dans l'estuaire du Saint-Laurent, incluant ceux ne transitant pas par le parc marin (*i.e.* tous les navires affectés).

Tableau 14 : Augmentation du temps de transit des navires marchands à travers la section estuarienne de l'aire d'étude pour le scénario hybride par rapport à la situation actuelle, estimée par 3MTSim

	Scénarios									Scénario Hybride
	S_1	S_2	S_3	S_4a	S_4b1	S_4b2	S_5	S_6a	S_6b	
Augmentation de la médiane des temps de transit des navires dans l'estuaire (minutes)	41*	3	74*	18*	40*	26*	0	16*†	19*	18*†

* significativement différent de la situation actuelle

† certains navires de l'aire d'étude, peu ou pas affectés par ce scénario, ne transitent pas par le parc marin, expliquant la baisse de l'augmentation médiane par rapport au Tableau 13.

2.3.5 Discussion des résultats

Le scénario hybride, proposé après évaluation des neuf autres scénarios, apparaît comme la meilleure alternative, maximisant les bénéfices pour les baleines en termes de réduction des risques de collision mortelle et de l'exposition aux navires, en maintenant une augmentation du temps de transit médian des navires inférieure à 20 minutes dans l'aire d'étude. En effet, pour les cinq espèces de baleines considérées, ce scénario se classe parmi les trois meilleurs en ce qui a trait à la réduction du temps d'exposition des animaux aux navires lors des cooccurrences rapprochées ainsi qu'à la réduction des risques de collision mortelle.

Le béluga est considéré comme moins à risque que les rorquals en ce qui a trait aux collisions avec les grands navires mais on constate néanmoins que le scénario hybride entraîne une réduction de l'exposition aux navires lors de cooccurrences rapprochées (Tableau 11) et diminution des risques de collision mortelle (Tableau 12). Bien que cela ne fasse partie explicite du scénario hybride, son implantation aurait pour effet anticipé d'inciter une partie du trafic maritime (les navires plus rapides) à contourner l'île Rouge par le Sud (*cf.* route illustrée à titre indicatif à la Carte 27): ce faisant, ces navires évitent alors une portion de l'habitat essentiel du béluga située à l'embouchure du Saguenay et entre Tadoussac et Bergeronnes pour emprunter une autre portion de l'habitat essentiel de cette espèce située au sud de l'île Rouge (*cf.* [7], p. 50). Bien que les effets du bruit sur les mammifères marins soient encore mal connus et que cette problématique ne fasse pas l'objet de ce rapport, notons que la hausse potentielle du nombre de transits de navires marchands au sud de l'île Rouge y entraînerait une augmentation du bruit

principalement dans les basses fréquences ; même si ces fréquences sont vraisemblablement inaudibles pour le béluga dont l'audiogramme indique une sensibilité aux moyennes fréquences émises par les bateaux de plus petite taille (*cf.* [37], p. 3669), la mise en place du scénario hybride gagnerait à être accompagnée d'efforts complémentaires pour évaluer si l'impact sur les bélugas au sud de l'île Rouge est bien mineur et corrobore la littérature scientifique. Si les coûts évalués au sud de l'île Rouge n'étaient pas évalués comme mineurs, il faudrait alors les comparer aux bénéfices obtenus par la baisse d'exposition du béluga résultant dans d'autres secteurs (*e.g.* tête du chenal laurentien).

Concernant la navigation marchande, à 20 minutes et moins, les contraintes de pilotage devraient être respectées en pratique. À titre d'exemple, on estime que le temps limite de pilotage entre Les Escoumins et Québec est de jour à 11h et, de nuit, à 10h. Au-delà de ces durées, deux pilotes sont nécessaires à bord des navires. La durée moyenne d'un transit Escoumins-Québec est actuellement de 9h20 et si cette durée approchait 10h, il faudrait envisager un 2^{ème} pilote à bord de certains navires par mesure de sécurité, ce qui pourrait être difficile en raison du nombre restreint de pilotes en opération dans cette circonscription de pilotage, en plus d'entraîner des coûts supplémentaires pour les armateurs. À 20 minutes et moins d'augmentation du temps de transit, nous trouverions donc sous cette limite.

Pour des questions d'applicabilité, les limites de vitesse doivent être établies relativement à l'eau plutôt qu'au fond (*cf.* section 2.1.3). Il y aurait en effet toujours un problème pour un navigateur à contrôler la vitesse d'un grand navire relativement au fond versus dans l'eau,

notamment par courant fort et variable. La vitesse d'un navire par rapport à l'eau est facile à ajuster (Simon Mercier, CPBSL), cependant pour un observateur terrestre elle peut être difficile à suivre (le système AIS donne une vitesse relative au fond). Les pilotes ont une bonne idée de la vitesse d'un navire par rapport à l'eau en utilisant différents repères (direction du courant, révolution du moteur, etc.) ce qui faciliterait davantage l'adoption de limites de vitesse définies par rapport à la colonne d'eau. À titre d'exemple, sur 97 milles nautiques, les pilotes évaluent la durée de transit avec une erreur inférieure à 10 minutes. Il existe un système pour intégrer la modélisation des

courants du Service hydrographique du Canada qui donne des prédictions de vitesse des courants en temps réel (aux 6 minutes). Ce système permet ainsi d'estimer la vitesse d'un navire relativement à l'eau en corrigeant l'effet des courants. Il s'agit du logiciel Optimarée développé par Innovation Maritime qui peut être couplé à un récepteur AIS. Une limite de vitesse par rapport à l'eau plus facile à respecter par un navigateur serait alors vérifiable à partir de la terre, permettant ainsi un suivi de la conformité. (Communication personnelle, Simon Mercier, Corporation des pilotes du Bas-Saint-Laurent).

3 RECOMMANDATIONS POUR LA REDUCTION DES RISQUES DE COLLISION ET DES COOCCURENCES RAPPROCHEES ENTRE NAVIRES ET BALEINES

3.1 Solutions recommandées

3.1.1 Modification des procédures de navigation



Carte 28 : Limites de vitesse pour les navires marchands recommandées au G2T3M. Le scénario hybride modifié retenu est composé d'une zone limitée à 10 nœuds dans la section estuaire maritime du parc marin et une zone de navigation côtière limitée à 8 nœuds en aval du parc marin.

Suite aux résultats des analyses de données et des simulations présentés à la section 2 relativement à la réduction des risques de collision mortelle, parmi les 10 scénarios de modifications des procédures de navigation élaborés par le G2T3M nous recommandons la modification des procédures de navigation dans l'estuaire maritime pour la période du 1^{er} mai au 31 octobre selon une version modifiée du

scénario hybride décrit à la section 2.2.9. Ce scénario hybride modifié est illustré à la Carte 28. Le scénario hybride se distingue des autres scénarios proposés :

- par sa capacité à réduire de façon significative (de 22% à 65%) les risques de collision entre les navires marchands et les cinq espèces de baleines considérées ;

- par sa capacité à réduire significativement (de 6% à 31%) l'exposition des cinq espèces de baleines considérées aux navires marchands ;
- par le fait que la médiane de l'augmentation du temps de transit de tous les navires reste relativement faible (inférieure à 20 minutes).

La version modifiée du scénario hybride (Carte 28) diffère de la version initialement proposée (Carte 25) sur deux aspects :

1. L'extrémité amont (*i.e.* sud-ouest) de la zone limitée à 10 nœuds est rapportée d'une ligne entre la bouée K58 et l'île Rouge à une ligne entre la bouée K55 et le Haut-Fond Prince. La révision de cette limite (*i.e.* réduction de la superficie de la zone limitée à 10 nœuds) a pour effet de réduire légèrement les augmentations des temps de transit présentées dans le Tableau 10, Tableau 13 et Tableau 14, principalement pour les navires plus lents qui continueraient de transiter totalement dans le parc marin. Les résultats présentés dans ces tableaux sont donc conservateurs du point de vue de l'industrie.
2. L'extrémité aval de la zone limitée à 8 nœuds est rapportée de Betsiamites à Forestville. En effet, les données disponibles actuellement sur la distribution spatiale et l'abondance des mammifères marins en aval de Forestville sont rares et jugées insuffisantes pour justifier la recommandation d'une zone à 8 nœuds au-delà de cette limite, même si les observations indiquent que la région soustraite est également fréquentée par des baleines, notamment le rorqual bleu.

Au chapitre de la réduction des risques de collision mortelle entre navires et baleines (objet de ce rapport), des 10 scénarios proposés par le G2T3M nous recommandons donc l'implantation du scénario hybride. La route de navigation contournant l'île Rouge par le sud est l'option la plus efficace pour la mitigation des collisions puisqu'elle réduit le nombre de cooccurrences rapprochées avec plusieurs espèces de baleines sujettes aux collisions, fortement concentrées à la tête du chenal laurentien (*i.e.* grands rorquals). Toutefois, bien que la littérature scientifique tende à montrer que les bélugas sont peu affectés par les basses fréquences sonores émises par les navires de grande taille [37] et bien que ces questions ne fassent pas l'objet du mandat du travail présenté ici, nous recommandons que toute nouvelle mesure susceptible d'entraîner une hausse significative du trafic marchand au sud de l'île Rouge (~10% du trafic emprunte cette route actuellement) s'accompagne d'efforts pour évaluer l'impact sur le béluga et son habitat (*cf.* section 3.2, priorité 8).

Pour assurer l'adoption et la pertinence dans le temps des modifications recommandées au G2T3M, des mesures complémentaires doivent accompagner leur implantation.

3.1.2 Approche d'implémentation des modifications aux procédures de navigation recommandées

Nous recommandons que toute modification des procédures de navigation soit faite par une approche volontaire. Ce choix est justifié par :

- le fait que le groupe de travail ait développé l'ensemble des scénarios en concertation. La prévention des collisions présente des intérêts aussi

bien pour les acteurs du trafic maritime que pour la conservation des mammifères marins ;

- le fait que l'industrie de la marine marchande ait déjà démontré qu'elle était capable de respecter des mesures volontaires sur le fleuve Saint-Laurent. Par exemple, la conformité aux mesures volontaires de ralentissement des navires visant à réduire l'érosion des berges dans le secteur de Sorel dépasse actuellement 90% (Julie Guay, Transports Canada).
- le fait qu'une approche volontaire basée sur le dialogue et la concertation entre les parties offre davantage de flexibilité (*i.e.* réactivité, adaptation aux nouvelles connaissances scientifiques) qu'une approche réglementaire. Cette flexibilité est favorable à l'établissement d'un cadre de gestion adaptative prôné dans cette démarche.

Dans le futur, si la conformité à ces mesures volontaires n'était pas satisfaisante vis-à-vis des objectifs fixés, cette approche d'implémentation pourrait alors être révisée.

3.1.3 Mesures complémentaires accompagnant les modifications recommandées

Nous recommandons trois mesures complémentaires à toute modification des procédures de navigation :

1. Dans l'optique d'une approche volontaire, les actions suivantes devront être mises en place : Parcs Canada et Pêches et Océans Canada approcheront le service de communications radio maritime de la Garde côtière canadienne pour l'émission d'un avis temporaire aux

navigateurs. Pour les navires montant, cet avis pourrait se faire au point d'appel obligatoire entre Baie-Comeau et Forestville (la majorité des navires descendant ont un pilote breveté de la CPBSL à leur bord, donc déjà informé de cet avis). Cet avis pourrait se lire comme suit : « *Dans le but de la sauvegarde et la protection des mammifères marins, le parc marin du Saguenay–Saint-Laurent et Pêches et Océans Canada demandent aux navires de respecter une limite de vitesse de 8 nœuds sur l'eau dans la zone de navigation côtière entre Forestville et la station de pilotage de Les Escoumins et de 10 nœuds sur l'eau dans la portion du parc marin située entre la station de pilotage et l'entrée du Saguenay.* »

2. Mise en place d'une procédure permettant d'informer les navires de la présence de mammifères marins dans certains secteurs. L'information récente sur la localisation des mammifères marins permettrait aux navigateurs d'accroître leur vigilance aux abords de ces zones de concentration.
3. Étant donnée la variabilité interannuelle de la dynamique des mammifères marins dans l'aire d'étude (*i.e.* espèces présentes, aires de répartition, période de présence), il est nécessaire de continuer de nourrir une banque de données permettant de réviser périodiquement les mesures de mitigation adoptées, selon les préceptes de la gestion adaptative.

3.1.4 Approche de suivi des modifications recommandées

Nous recommandons la mise en place d'un système de suivi de la conformité à toute

nouvelle procédure de navigation qui serait adoptée. Le monitoring à l'aide du signal AIS émis par les navires permettra de déterminer le pourcentage de conformité aux limites de vitesse proposées. Dans l'optique de limites de vitesse établies relativement à l'eau (et non par rapport au fond), il faudra évaluer les performances du système Optimarée d'Innovation Maritime à corriger l'effet des marées ; ce système permettrait d'appliquer une correction aux données AIS afin de déterminer à distance la vitesse d'un navire relativement à l'eau et non par rapport au fond. L'évaluation des performances de cet outil dans le monitoring de la conformité sera importante pour valider le choix de définir des limites de vitesse sur l'eau et non le fond. Il est également important de vérifier que tous les navigateurs sont informés adéquatement des mesures proposées.

3.2 Orientations recommandées pour la prochaine phase de travail du G2T3M

Nous recommandons que les prochaines étapes de travail du G2T3M portent sur le suivi des décisions relatives à l'adoption de nouvelles procédures de navigation et sur les problématiques prioritaires des interactions entre navires et mammifères marins. Nous recommandons que les points suivants soient considérés :

1. Déterminer une date d'entrée en vigueur des mesures qui seront adoptées, un objectif de conformité à ces mesures et une date butoir pour l'atteinte de cet objectif ;
2. Déterminer des mesures de sensibilisation des navigateurs aux nouvelles procédures ;
3. Faire le suivi des temps de transits

pour les navires qui se conforment aux mesures proposées ;

4. Conduire une analyse de toutes les données d'observation des mammifères marins du Saint-Laurent afin de proposer une distance à respecter des côtes. Un nombre significatif d'observations se fait dans les premiers milles de la côte, notamment pour l'alimentation alors que les mammifères marins sont possiblement davantage sujets aux collisions car plus attentifs à leurs proies. Des mesures volontaires à faible coût pour l'industrie maritime pourraient apporter des bénéfices importants pour la conservation.
5. Mettre en place le système de monitoring de la conformité aux vitesses limites recommandées par rapport à l'eau (arrimage du système Optimarée à un système terrestre de réception du signal AIS) et valider ses performances ;
6. Faire le suivi de la conformité aux mesures volontaires recommandées et prendre les dispositions nécessaires pour favoriser leur adoption ;
7. Obtenir et intégrer les données (transect) sur la distribution des mammifères marins à l'est de Forestville. Ces données seront importantes à intégrer lorsque leur analyse aura été complétée. L'analyse de ces données est effectuée par l'équipe de Véronique Lesage (Pêches et Océans Canada). D'autre part, une autre étude sur la distribution des rorquals bleus dans l'estuaire et le golfe du Saint-Laurent a été produite par l'équipe de Richard Sears au MICS [38]. Un projet d'Atlas de la distribution des mammifères marins dans l'Atlantique Nord et le Saint-Laurent est aussi en cours par le

ROMM. Des démarches de collaboration seraient bénéfiques notamment pour le partage de ces données et le raffinement de l'information disponible sur les mammifères marins en aval de Forestville. En attendant que de nouvelles données sur la distribution spatiale des mammifères marins dans la zone d'étude soient accessibles, les recommandations faites au groupe de travail concernent exclusivement le territoire allant de l'Isle-aux-Coudres (au sud-ouest) à Forestville (au nord-est).

8. Traiter de la question du dérangement des mammifères marins par le bruit. Cette problématique semble se dégager comme une priorité en ce qui a trait aux interactions bateau-baleine. Notamment, si l'établissement d'une réduction volontaire de vitesse dans la partie estuaire maritime du parc marin devait entraîner une augmentation significative du trafic marchand au sud de l'île Rouge, il serait alors important d'évaluer l'impact acoustique résultant pour les mammifères marins qui fréquentent ce secteur ainsi que leur dérangement et de les comparer aux gains obtenus

dans d'autres secteurs dans une analyse coûts/bénéfices par espèce. Cette phase nécessiterait l'implication d'experts en acoustique marine. De plus, nous sommes d'avis que la mise en place d'un effort de monitoring tel que le déploiement d'hydrophones dans les secteurs où la fréquence des passages des navires marchands augmente et également dans ceux où elle diminue permettrait de nourrir une telle analyse coûts/bénéfices de façon objective et rigoureuse scientifiquement. De façon complémentaire, comme support aux travaux de recherche en acoustique marine qui ont cours dans le Saint-Laurent, nous recommandons de poursuivre le développement de projets de recherche avec 3MTSim (développé par les auteurs de ce rapport) pour doter ce simulateur de modules d'émission et de propagation des bruits sous-marins provenant des activités de navigation. Ultiment, cet effort de recherche permettrait de mieux comprendre les niveaux et les types d'expositions des baleines aux bruits d'origine anthropique dans l'estuaire du Saint-Laurent.

LITTÉRATURE CITÉE

- [1] Laist, D.W., et al., *Collisions between ships and whales*. Marine Mammal Science, 2001. **17**(1): p. 35-75.
- [2] Vanderlaan, A.S.M. and C.T. Taggart, *Vessel collisions with whales: The probability of lethal injury based on vessel speed*. Marine Mammal Science, 2007. **23**(1): p. 144-156.
- [3] Jensen, A.S. and G.K. Silber, *Large Whale Ship Strike Database*, in NMFS-OPR. 2003, U.S. Department of Commerce, National Oceanic and Atmospheric Administration, and National Marine Fisheries Service: Silver Spring, MD. 37 p.
- [4] Kraus, S.D., et al., *North Atlantic Right Whales in Crisis*. Science, 2005. **309**: p. 561-562.
- [5] Weilgart, L.S., *The impacts of anthropogenic ocean noise on cetaceans and implications for management*. Canadian Journal of Zoology, 2007. **85**: p. 1091-1116.
- [6] Beauchamp, J., et al., *Recovery strategy for the blue whale (*Balaenoptera musculus*), Northwest Atlantic population, in Canada [FINAL]*. in Species at Risk Act Recovery Strategy 2009, Fisheries and Oceans Canada: Ottawa. 62 p.
- [7] Demers, A., H. Bouchard, and J. Beauchamp, *Recovery Strategy for the beluga (*Delphinapterus leucas*), St. Lawrence Estuary population, in Canada [PROPOSED]*, in Species at Risk Act Recovery Strategy 2011, Fisheries and Oceans Canada: Ottawa. 88 + X p.
- [8] COSEPAC, *Évaluation et Rapport de situation du COSEPAC sur le rorqual commun *Balaenoptera physalus* au Canada - Mise à jour*. 2005, Comité sur la situation des espèces en péril au Canada: Ottawa. vii + 43 p.
- [9] Chion, C., et al., *Portrait de la Navigation dans le Parc Marin du Saguenay–Saint-Laurent. Caractérisation des activités sans prélèvement de ressources entre le 1er mai et le 31 octobre 2007*, Rapport présenté à Parcs Canada, 2009, École de technologie supérieure et Université de Montréal: Montréal. 86 p.
- [10] *Species at Risk Act*. 2002: Canada
- [11] Parrott, L., et al., *A decision support system to assist the sustainable management of navigation activities in the St. Lawrence River Estuary, Canada*. Environmental Modelling & Software, 2011. **26**(12): p. 1403-1418.
- [12] Simard, Y. and D. Lavoie, *The rich krill aggregation of the Saguenay–St. Lawrence Marine Park: Hydroacoustic and geostatistical biomass estimates, structure, variability, and significance for whales*. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science, 1999. **56**: p. 1182-1197.
- [13] Simard, Y., D. Lavoie, and F.J. Saucier, *Channel head dynamics: Capelin (*Mallotus villosus*) aggregation in the tidally driven upwelling system of the Saguenay–St. Lawrence Marine Park's whale feeding ground*. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science, 2002. **59**: p. 197-210.
- [14] Simard, Y., *Le parc marin Saguenay–Saint-Laurent: processus océanographiques à la base de ce site d'alimentation unique des baleines du nord-ouest Atlantique/The Saguenay-St. Lawrence Marine Park: oceanographic processes at the basis of this unique forage site of Northwest Atlantic whales*. Revue des sciences de l'eau / Journal of Water Science 2009. **22**(2): p. 177-197.

- [15] COSEWIC, *COSEWIC assessment and update status report on the fin whale Balaenoptera physalus in Canada*. 2005, Committee on the Status of Endangered Wildlife in Canada: Ottawa. ix + 37 p.
- [16] Parcs Canada, *Règlement sur les activités en mer dans le parc marin du Saguenay–Saint-Laurent*, in Loi sur le Parc Marin du Saguenay–Saint-Laurent. 2002, Parcs Canada, : Canada
- [17] Michaud, R. and J. Giard, *Les rorquals communs et les activités d'observation en mer dans l'estuaire du Saint-Laurent entre 1994 et 1996 : 1) Étude de l'utilisation du territoire et évaluation de l'exposition aux activités d'observation à l'aide de la télémétrie VHF*, Joint project from the GREMM, ministère de l'Environnement et Faune du Québec, Fisheries and Oceans Canada, Heritage Canada, and Parks Canada, Editor. 1997, Group for Research and Education on Marine Mammals (GREMM): Tadoussac (Qc), Canada. 30 p.
- [18] Michaud, R. and J. Giard, *Les rorquals communs et les activités d'observation en mer dans l'estuaire maritime du Saint-Laurent entre 1994 et 1996 : 2) Évaluation de l'impact des activités d'observation en mer sur le comportement des rorquals communs*, Joint project from the GREMM, ministère de l'Environnement et Faune du Québec, Fisheries and Oceans Canada, Heritage Canada, and Parks Canada, Editor. 1998, Group for Research and Education on Marine Mammals (GREMM): Tadoussac (Qc), Canada. 22 p.
- [19] Guénette, S. and J. Alder, *Lessons from Marine Protected Areas and Integrated Ocean Management Initiatives in Canada*. Coastal Management, 2007. **35**: p. 51-78.
- [20] Dionne, S., *Plan de conservation des écosystèmes du parc marin du Saguenay–Saint-Laurent*, Parcs Canada, Editor. 2001
- [21] Di-Meglio, N., et al., *Synthèse des connaissances sur l'impact du trafic maritime*, S. Pelagos, Editor. 2010, Groupement d'Intérêt Scientifique Mammifères Marins de Méditerranée (GIS3M). 351 p.
- [22] Mayol, P., et al., *Whale-ship collisions: Work and outlook from a team in the PELAGOS Sanctuary. The example of the REPCET project*, International Whaling Commission - Scientific Committee, Editor. 2008. 12 p.
- [23] Clark, C.W., et al., *A near-real-time acoustic detection and reporting system for endangered species in critical habitats*. The Journal of the Acoustical Society of America, 2005. **117**: p. 2525.
- [24] Silber, G.K., et al., *Ship traffic patterns in right whale critical habitat: year one of the mandatory ship reporting system*, in NOAA Technical Memorandum NMFS OPR. 2002. 32 p.
- [25] International Whaling Commission and ACCOBAMS, *Report of the joint IWC-ACCOBAMS workshop on reducing risk of collisions between vessels and cetaceans*. 2010. 42 p.
- [26] ACCOBAMS, *Report of the Joint ACCOBAMS/Pelagos Workshop on Large Whale Ship Strikes in the Mediterranean Sea*. 2005: Monaco. 35 p.
- [27] Gerstein, E., et al., *Field tests of a directional parametric acoustic alarm designed to alert manatees of approaching boats*. The Journal of the Acoustical Society of America, 2008. **124**: p. 2548.
- [28] Vanderlaan, A.S.M., et al., *Reducing the risk of lethal encounters: vessels and right whales in the Bay of Fundy and on the Scotian Shelf*. Endangered Species Research, 2008. **4**: p. 283-297.

- [29] Panigada, S. and R. Leaper, *Ship strikes in the Mediterranean Sea: assessment and identification of conservation and mitigation measures*. Journal of Cetacean Research and Management, 2010.
- [30] Silber, G.K., et al., *The role of the International Maritime Organization in reducing vessel threat to whales: Process, options, action and effectiveness*. Marine Policy, 2012. **38**(6): p. 1221-1233.
- [31] Bettridge, S. and G.K. Silber, *Update on the United States' actions to reduce the threat of ship collisions with large whales*, in Prepared for the International Whaling Commission's Working Group on Ship Strikes and Presented at the International Whaling Commission's Conservation Committee, Santiago, Chile. 2008
- [32] Panigada, S., et al., *Mediterranean fin whales at risk from fatal ship strikes*. Marine Pollution Bulletin, 2006. **52**(10): p. 1287-1298.
- [33] Chion, C., *An agent-based model for the sustainable management of navigation activities in the Saint Lawrence estuary*, in Engineering. 2011, École de technologie supérieure: Montreal. 380 p.
- [34] Lamontagne, P., *Modélisation spatio-temporelle orientée par patrons avec une approche basée sur individus*, in Automated Production Engineering. 2009, École de technologie supérieure: Montréal. 188 p.
- [35] Gende, S., et al., *A bayesian approach for understanding the role of ship speed in whale-ship encounters*. Ecological Applications, 2011. **21**: p. 2232-2240.
- [36] Doniol-Valcroze, T., et al., *Challenges in marine mammal habitat modelling: evidence of multiple foraging habitats from the identification of feeding events in blue whales*. Endangered species research, 2012. **17**: p. 255-268.
- [37] McQuinn, I.H., et al., *A threatened beluga (*Delphinapterus leucas*) population in the traffic lane: Vessel-generated noise characteristics of the Saguenay-St. Lawrence Marine Park, Canada*. The Journal of the Acoustical Society of America, 2011. **130**(6): p. 3661-3673.
- [38] Comtois, S., et al., *Regional distribution and abundance of blue and humpback whales in the Gulf of St. Lawrence*, in Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci., Fisheries and Oceans Canada, Editor. 2010. viii+38 p.

ANNEXE 1 : LISTE NOMINATIVE DES PERSONNES AYANT ASSISTÉ A AU MOINS UNE RENCONTRE DU G2T3M

Nom	Affiliation/organisation représentée‡
André Desrochers	Transports Canada†
Anthony Kish	Société de développement économique du Saint-Laurent
Ariane Charette	Armateurs du Saint-Laurent
Caroline Gravel	Fédération Maritime du Canada
Claude Paquette	Garde côtière canadienne†
Clément Chion	Université de Montréal/École de technologie supérieure
Cristiane C. A. Martins	Université de Montréal
David Bolduc	Alliance Verte*
Élaine Albert	Pêches et Océans Canada
François A. Boulanger	Garde côtière canadienne†
Françoise Quintus	Alliance Verte*
Guy Cantin (co-président)	Pêches et Océans Canada
Jacques Beaulieu	Garde côtière canadienne†
Jacques-André Landry	École de technologie supérieure
Jean Désaulniers (co-président)	Parcs Canada
John Harbour	Transports Canada†
Julie Guay	Transports Canada†
Julie Lépine	Université de Montréal
Lael Parrott	Université de Montréal
Lilia Khodjet El Khil	Fédération Maritime du Canada
Martin Fournier	Armateurs du Saint-Laurent
Mélissa Laliberté	Société de développement économique du Saint-Laurent
Moussa Gharbi	Garde côtière canadienne†
Nadia Ménard	Parcs Canada
Nicole Trépanier	Société de développement économique du Saint-Laurent
Paul Drouin	Transport Canada†
Pierre Nellis	Pêches et Océans Canada
Robert Michaud	Groupe de recherche et d'éducation sur les mammifères marins
Samuel Turgeon	Université de Montréal
Simon Mercier	Corporation des Pilotes du Bas-Saint-Laurent

‡ sauf mention contraire, le niveau d'implication de l'organisation représentée est *membre régulier*

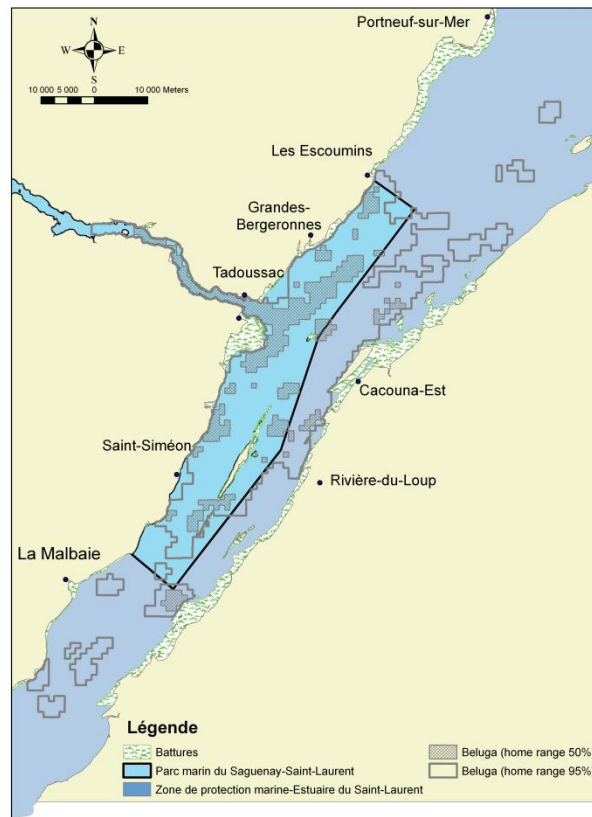
† en qualité de *conseiller*

* en qualité d'*observateur*

ANNEXE 2 : LES MAMMIFERES MARINS CONSIDERES PAR LE G2T3M

Béluga du Saint-Laurent

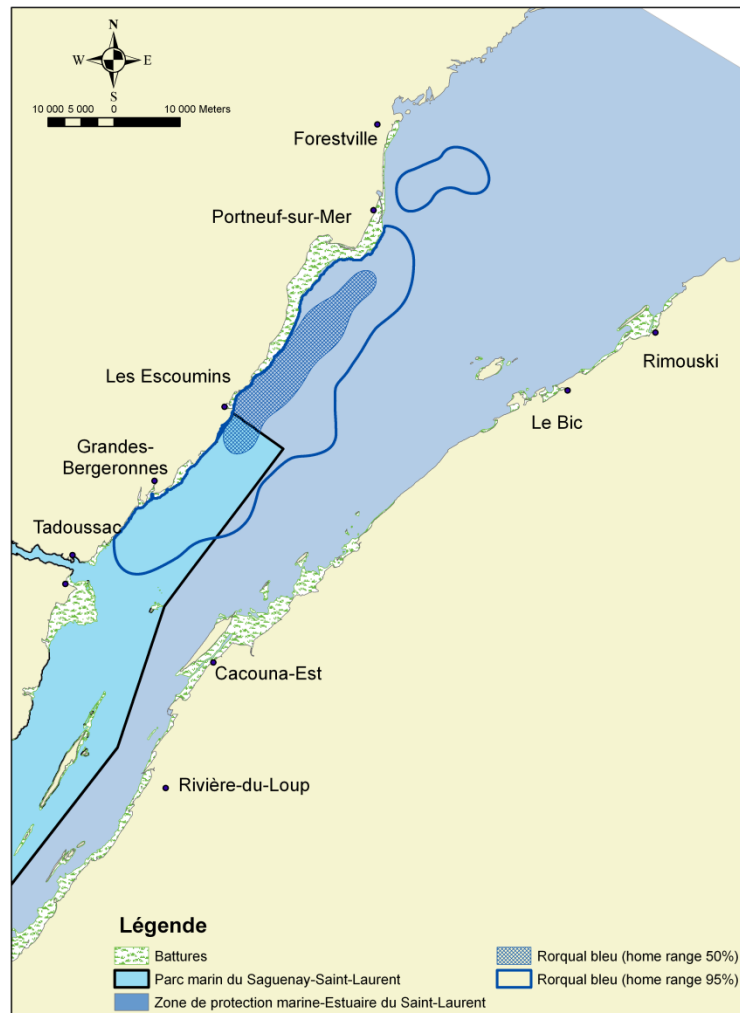
- Statut LEP : *Menacé*
- Carte de répartition



Carte A. 1 : Répartition spatiale estivale des bélugas dans l'aire d'étude (source des données : GREMM, Parcs Canada, Pêches et Océans Canada).

Rorqual bleu

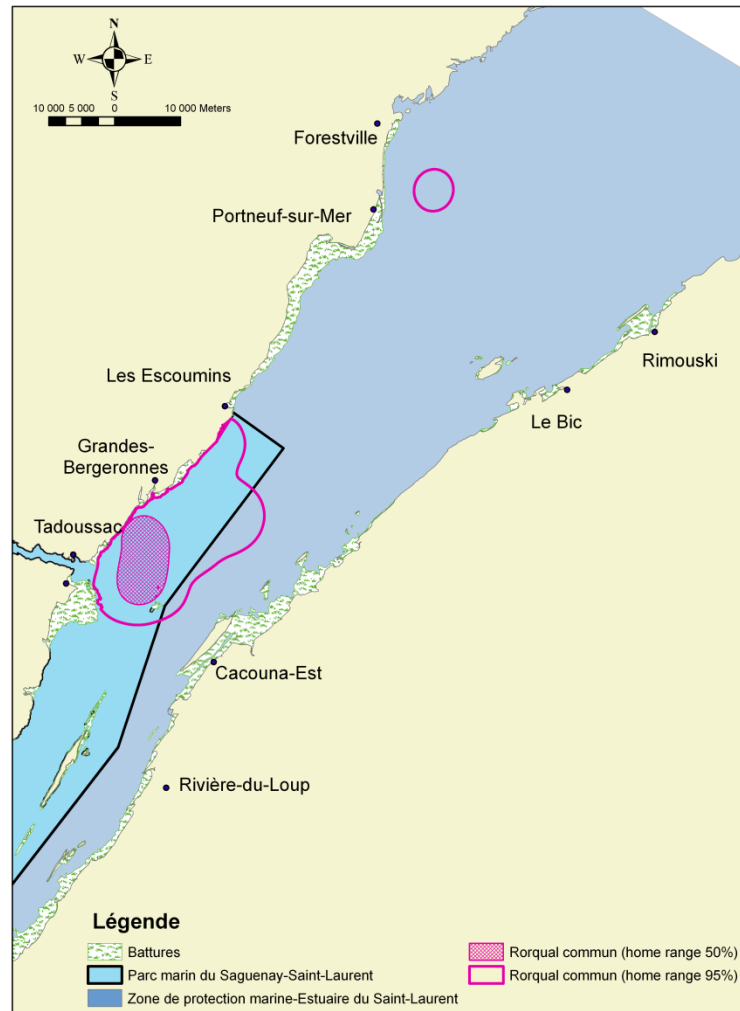
- Statut LEP : *En voie de disparition*
- Carte de répartition



Carte A. 2 : Répartition spatiale estivale des rorquals bleus dans l'aire d'étude (source des données : GREMM, Parcs Canada, Pêches et Océans Canada).

Rorqual commun

- Statut LEP : *Préoccupant*
- Carte de répartition



Carte A. 3 : Répartition spatiale estivale des rorquals communs dans l'aire d'étude (source des données : GREMM, Parcs Canada, Pêches et Océans Canada).

Rorqual à bosse

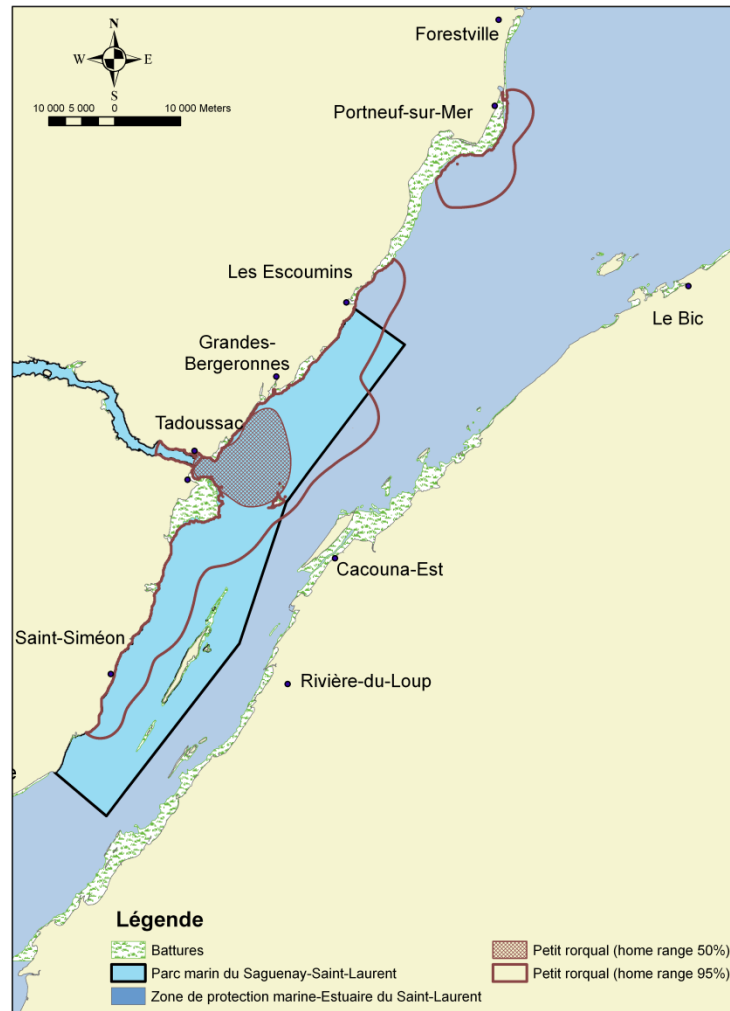
- Statut LEP : non listé
- Carte de répartition



Carte A. 4 : Répartition spatiale estivale des rorquals à bosse dans l'aire d'étude (source des données : GREMM, Parcs Canada, Pêches et Océans Canada).

Petit rorqual

- Statut LEP : non listé
- Carte de répartition

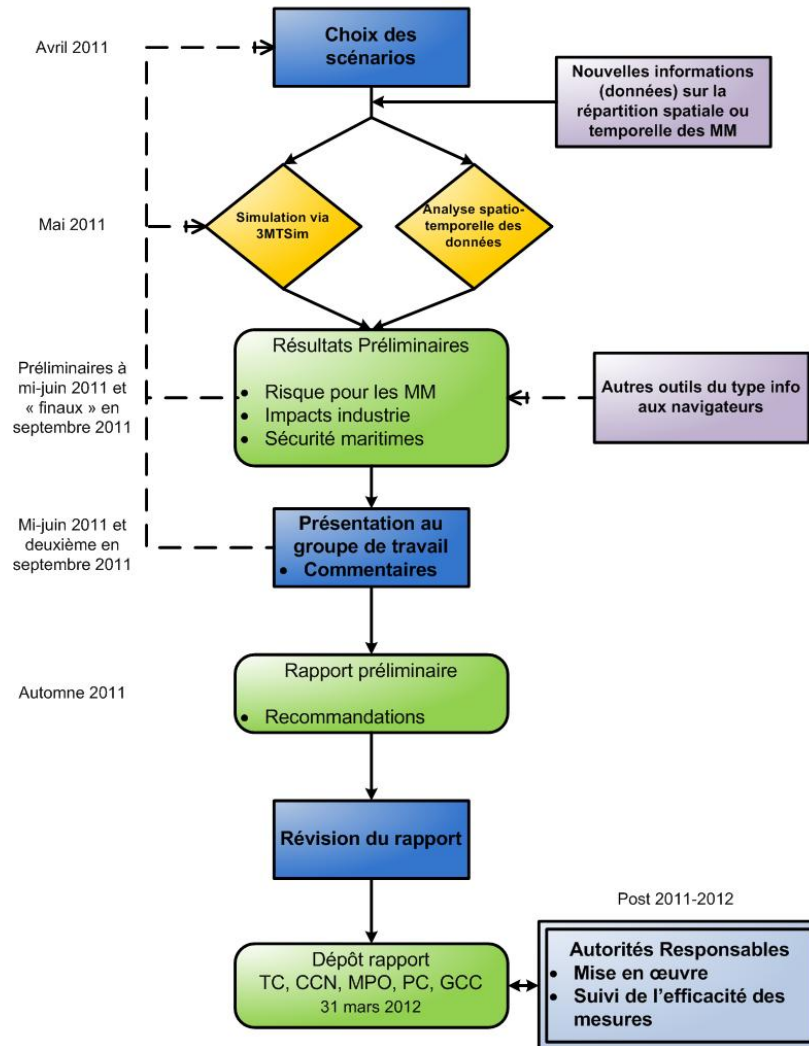


Carte A. 5 : Répartition spatiale estivale des petits rorquals dans l'aire d'étude (source des données : GREMM, Parcs Canada, Pêches et Océans Canada).

ANNEXE 3 : AGENDA ET JALONS DE LA 1^{ÈRE} PHASE DU GROUPE DE TRAVAIL

1. Plan de travail initial du groupe de travail

Plan de travail 2011-2012 du groupe de travail Transport maritime et mammifères marins



Légende



2. Étapes importantes

Faits saillants des différentes rencontres :

- Présentation de 3MTSim et de la problématique au CCN en février 2011
- Invitation à former un groupe de travail avec le sous-groupe sur les vitesses du CCN en mars 2011
 - Invitation acceptée par l'ensemble des experts
- 1^{ère} rencontre du G2T3M en avril 2011
 - élaboration de 9 scénarios initiaux
- 2^{ème} rencontre du G2T3M en juin 2011 :
 - Résultats préliminaires de 3MTSim sur 3 des 9 scénarios
 - Demande de modification de 3MTSi par Simon Mercier de la CPBSL : introduction de l'effet des courants sur la vitesse des navires
- 3^{ème} rencontre du G2T3M en novembre 2011 :
 - Résultats des 9 scénarios simulés avec 3MTSim
 - Analyse de la base de données pour caractériser les navires marchands affectés par les divers scénarios
 - Demande de modification de 3MTSim pour inclure la capacité des pilotes virtuels à choisir le chemin le plus rapide en présence de zones de restriction de vitesse (scénario).
 - proposition du scénario hybride
- 4^{ème} rencontre du G2T3M en Mai 2012
 - Présentation des résultats finaux
 - Revue et validation des commentaires de la 1^{ère} ébauche du rapport par le G2T3M
- Présentation des réalisations du G2T3M au mois de juin 2012 à la conférence internationale Zone Côtière Canada^{xxii} qui s'est déroulée à Rimouski au Québec.
- 5^{ème} rencontre du G2T3M en novembre 2012

NOTES DE FIN DE DOCUMENT

- i <http://www.geog.umontreal.ca/syscomplex/3MTSim/index.html>
- ii Une cooccurrence navire–baleine à une distance d se définit comme étant la présence simultanée dans un secteur d'une baleine et d'un navire séparés d'une distance inférieure ou égale à d .
- iii Rapport de collision, observation ou nécropsie de carcasse échouée ou à la dérive.
- iv www.planstlaurent.qc.ca/sl_bm/interventions_g/psl/phase_IV/comites/navigation/accueil_f.html
- v Énumérés par ordre alphabétique
- vi Un voyage est défini comme un mouvement entre deux quais. Pour les excursions commerciales, un voyage est défini par tous les mouvements entre le départ et le retour de l'excursion au port d'attache afin de refléter la réalité de ces activités.
- vii www.innav.gc.ca/Doc_reference/CodesTypesDeNavire.pdf
- viii www.ccg-gcc.gc.ca/fra/GCC/SCTM_Innav
- ix www.nautismequebec.com/ecomarina.php
- x www.cwf-fcf.org/fr/action/conscience/naviguez-pour-la-faune/
- xi www.romm.ca/page.php?menu=2_8_137/
- xii www.eco-baleine.ca/index.html
- xiii <http://itunes.apple.com/fr/app/whale-alert-ship-strike-reduction/id511707112?mt=8>
- xiv <http://www.nmfs.noaa.gov/pr/shipstrike/routes.htm>
- xv <http://channelislands.noaa.gov/focus/alert.html>; <http://sanctuaries.noaa.gov/protect/shipstrike/welcome.html>.
- xvi <http://www.nmfs.noaa.gov/pr/shipstrike/>
- xvii <http://www.nps.gov/glba/index.htm>, <http://www.nps.gov/glba/planyourvisit/boatregs.htm>
- xviii http://www.nero.noaa.gov/shipstrike/doc/compliance_guide.pdf
- xix <http://www.geog.umontreal.ca/syscomplex/3MTSim/index.html>
- xx Il est à noter que l'Atlas des courants de marées (Pêches et Océans Canada) annonce des courants de surface pouvant aller jusqu'à 7 nœuds au jusant dans le secteur de l'île Rouge, non loin des routes actuelles des navires.
- xxi Données aux points F et H identifiés sur la carte marine #1235. Les courants sont décrits dans le tableau intitulé *Courants des marées moyennes* situé au coin inférieur droit de cette carte marine.
- xxiii <http://www.czc2012-zcc2012.org/Accueil-fra.asp>